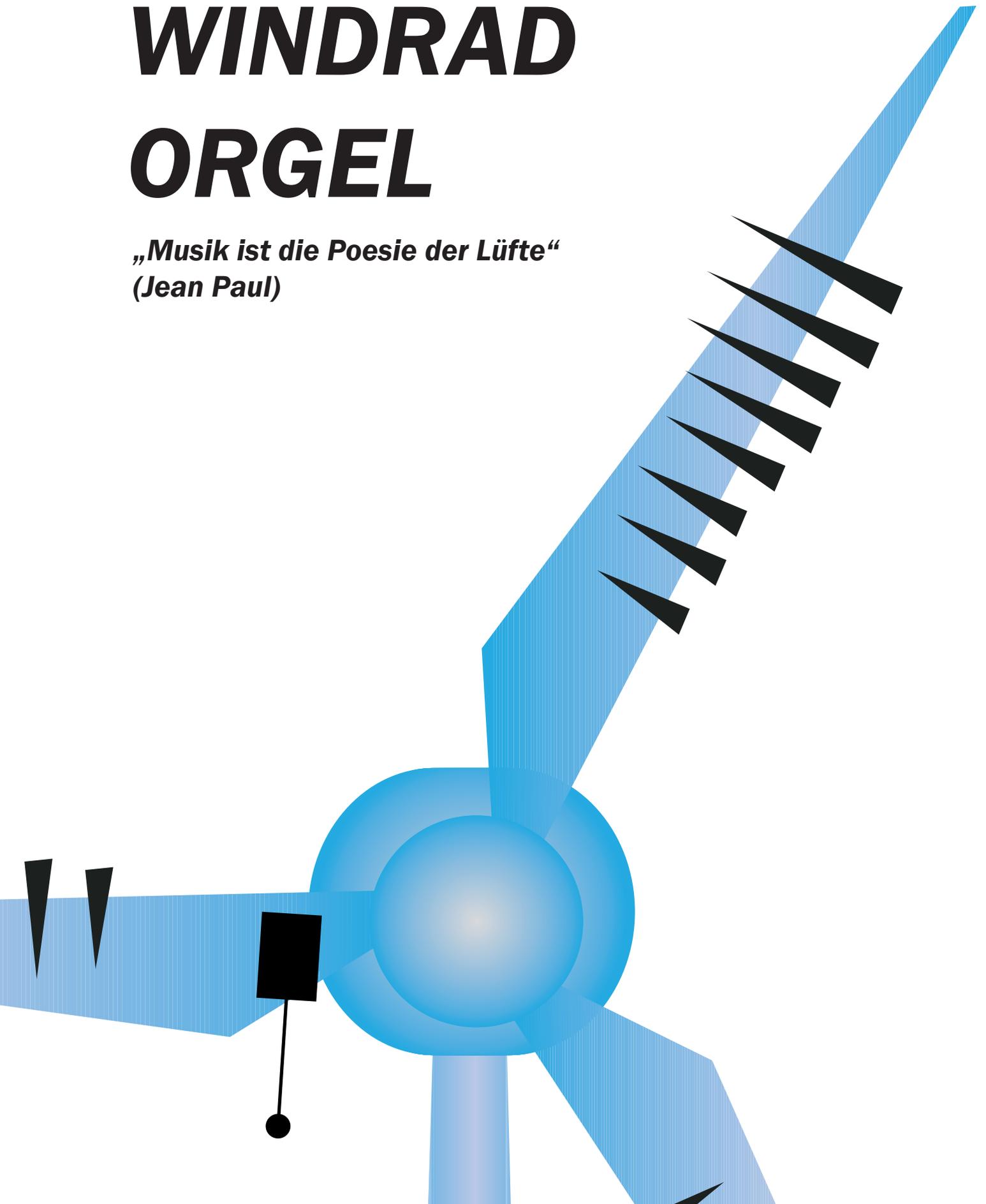


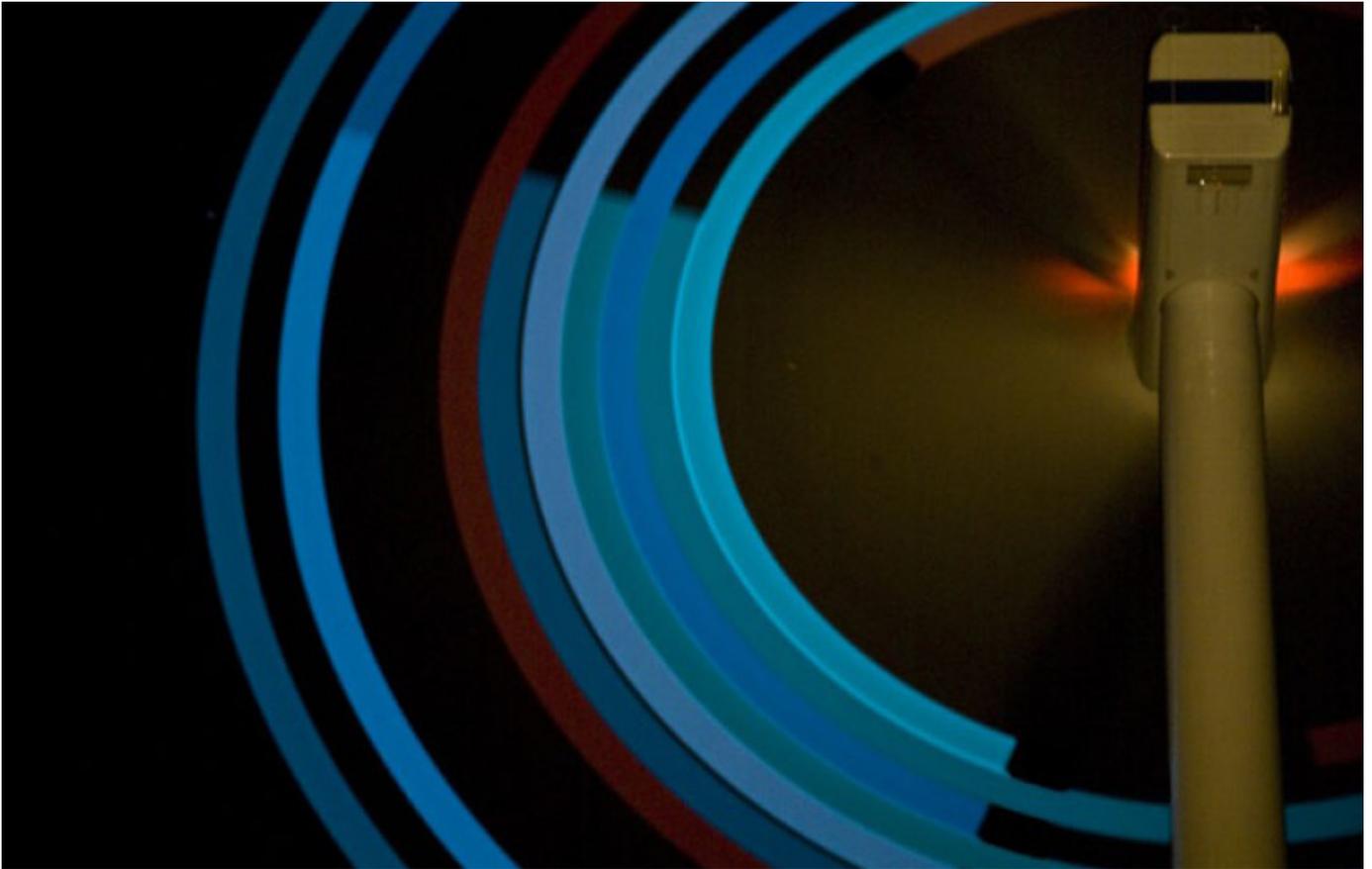
Die

WINDRAD

ORGEL

**„Musik ist die Poesie der Lüfte“
(Jean Paul)**





Seite	Inhalt
3	Windräder nicht nur zum Klimaschutz
5	Funktionsweise
5	Konzept zum Aufbau einer Steuerung
6	Machbarkeit
7	Musik- und Lichteffekte
8	Windparks für Open Air Konzerte/als Kunstparks
9	Klimaschutz und Energiewende als Erlebnis
10	Ideengeber <ul style="list-style-type: none">- Herons Orgel- Singende Windmühlen- Taubenpfeifen- Meeresorgel- Salvador Dalis tramontane Orgel
12	Entwicklung des Prototyps
13	Entwicklung/Projekträger/Kontakt

Windräder nicht nur zum Klimaschutz, auch als Musikinstrument

Für viele Menschen fällt der Kosten-Nutzen-Vergleich von großen Windrädern immer noch negativ aus. Der Ärger über "verspargelte" Naturlandschaft und die Lärmbelästigung für Anwohner werden stärker empfunden als der Nutzen erneuerbarer Energie durch Windräder. Das erschwert eine zügigere Nutzung der Windenergie, um den Erfordernissen des Klimaschutzes gerecht zu werden.

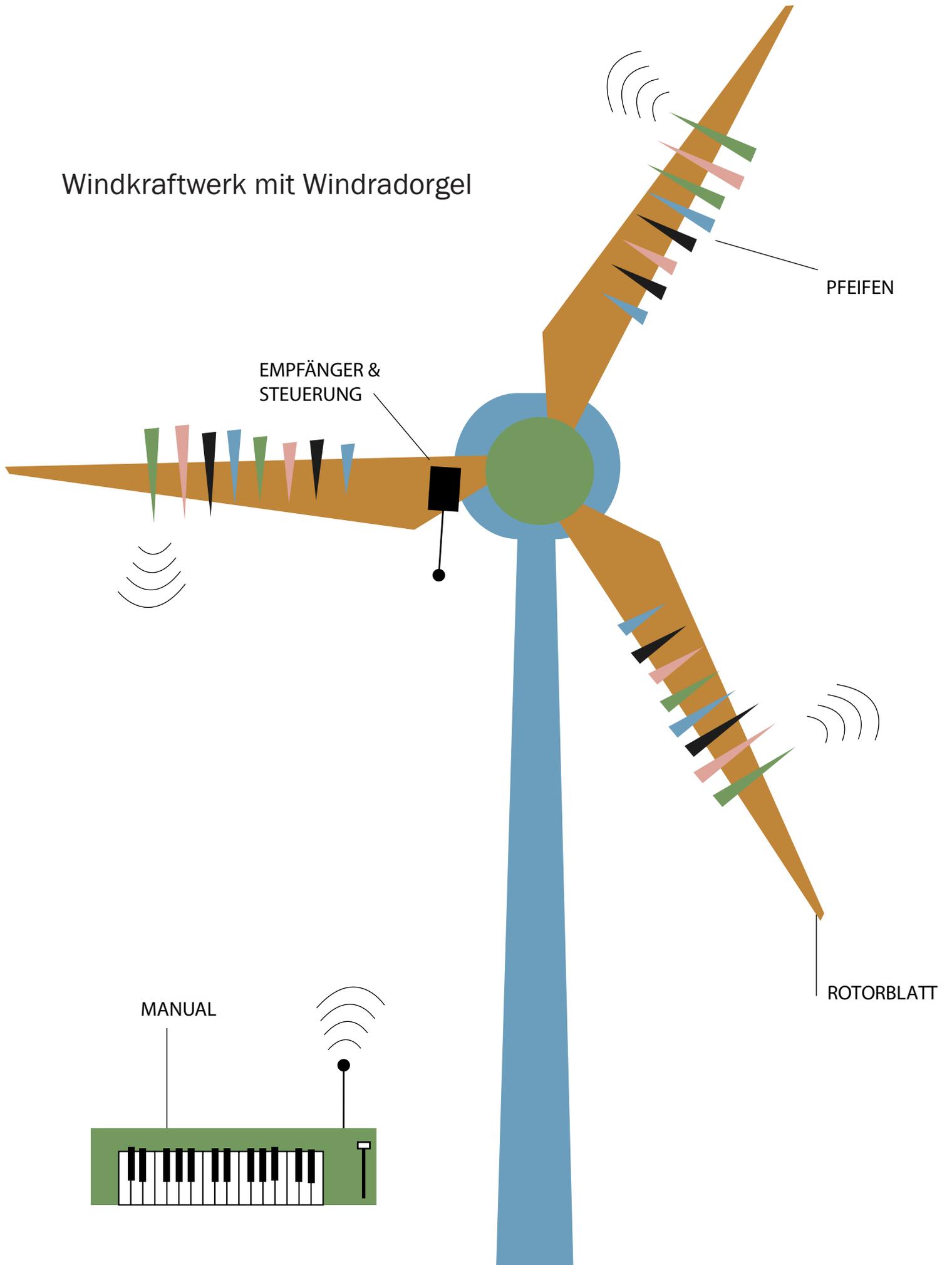
Windräder lassen sich auch für ein Musikinstrument verwenden: die Windradorgel. Sie eignet sich für große Open Air Konzerte. Dadurch erhalten Musikliebhaber, die Windräder als Belästigung ablehnen, einen positiven Zugang zum Thema Windräder.



Durch die zusätzliche Nutzung von Windrädern bei Open Air Konzerten können Windparks zu öffentlichen Anziehungspunkten werden, besonders wichtig bei touristischen Standorten, die gleichzeitig günstige Windverhältnisse besitzen wie z.B. an Küsten und im Gebirge oder in städtischen Parks und auf Parkplätzen von großen Sportarenen, von denen Windradorgelmusik in die Arenen übertragen werden kann.

Bei Freizeitparks, welche die Themen Energie- und Nachhaltigkeit in ihre Erlebnisprogramm aufnehmen, können Windräder mit Windradorgeln eine herausragende Rolle spielen. Windradorgeln können auch in Minarette und Kirchtürme eingebaut werden, um erneuerbare Energie für die Gotteshäuser zu erzeugen und Windradorgelmusik für Gottesdienste zu spielen.

Windkraftwerk mit Windradorgel



Funktionsweise

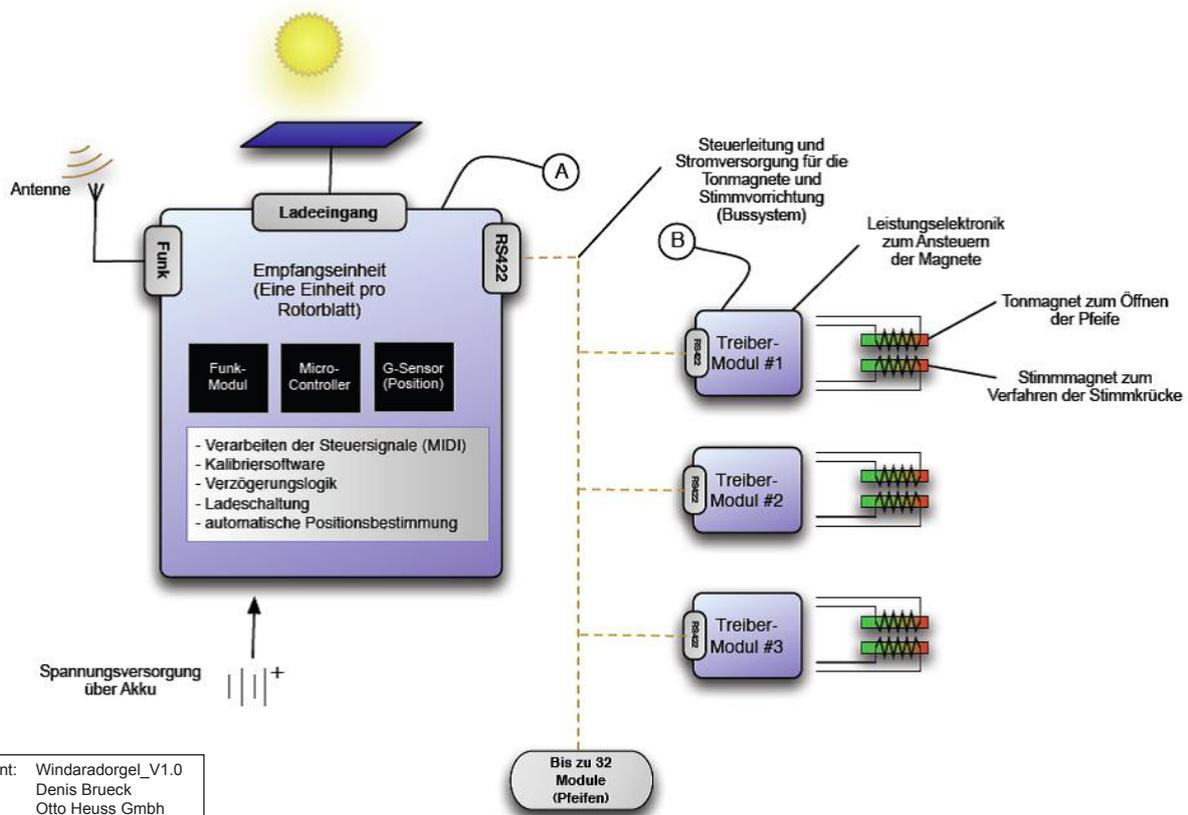
Bei traditionellen Pfeifenorgeln wird der Luftdruck, mit dem Pfeifen zum Tönen gebracht werden, mit der Windlade erzeugt. Üblich ist dabei ein Winddruck zwischen 600 bis 1000 Pascal. Bei der Windradorgel wird der Luftdruck durch die Drehgeschwindigkeit des Windrads erzeugt.

Bei der Standardgeschwindigkeit eines großen Windrads wird im Außenbereich der Rotorblätter eine Geschwindigkeit von bis zu 300 km/h erreicht. Im mittleren Bereich der Rotorblätter beträgt die Geschwindigkeit dabei zwischen 100 und 150 km/h.

Hier kann mit einem Staudruck von 1800 Pascal gerechnet werden, d.h. sehr viel lauterem Tönen der Pfeifen als bei einer Kirchenorgel.

Die quer zum Rotorblatt montierten Pfeifen werden mit einem elektromagnetischen Mechanismus an- und ausgeschaltet. Dieser Mechanismus wird per Funk und mit Hilfe eines MIDI-Steuermoduls ferngesteuert. Dadurch können die Pfeifen von einem externen Manual (Keyboard) wie eine Orgel oder ein Klavier gespielt werden (siehe nicht maßstabgerechte Grafik).

Konzept zum Aufbau einer Steuerung für Windradorgeln



Dokument: Windradorgel_V1.0
Autor: Denis Brueck
Firma: Otto Heuss GmbH

Machbarkeit

Dr. Judit Angster, Leiterin des Bereichs musikalische Akustik des Fraunhoferinstituts für Bauphysik, Stuttgart (IBP), hat in Zusammenarbeit mit dem Orgelbauer Karl-Martin Haap, Werkstätte für Orgelbau Mühleisen GmbH, dem Spezialisten für Windradtechnik, Dipl. Ing. Jan Liersch, Keywind GmbH und den Spezialisten für elektronische Steuerungstechnik von Orgeln, Denis Brück und Stefan O. Heuss, Otto Heuss GmbH, die Machbarkeit der Windradorgel nachgewiesen.

Das Bundesumweltministerium finanzierte die Studie. Durch Tests im Windkanal wurden Pfeifen identifiziert, die notwendige Kriterien erfüllen: die Stabilität der Tonfrequenz bei wechselndem Luftdruck, große Schallleistung für das Open Air Musizieren und Tonqualität auch bei Leichtbauweise mit Glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK). Leichte Pfeifen sind aufgrund der hohen Zentrifugalkräfte an den Rotorblättern erforderlich.

Der geringe Energiebedarf der Windradorgel ermöglicht eine „autonome“ Energieversorgung mit kleinen solarbetriebenen Akkus und damit eine minimale Beeinträchtigung der Energieleistung des Windrads. Um den Energieertrag im Normalbetrieb eines Windrads nicht zu schmälern, wird die Windradorgel so konstruiert, dass sie kurzfristig auf die Rotorblätter montiert und nach einem Konzert wieder rasch abgebaut werden kann. Dementsprechend

kann eine Windradorgel je nach Bedarf vielfach in unterschiedlichen Windparks für Konzerte eingesetzt werden.

Ein Risiko für Konzerte ist die Windstille. Das Problem kann dadurch gelöst werden, dass in der Generatorgondel ein kleiner Elektromotor eingebaut wird, der über ein Band das Windrad bis zu der Geschwindigkeit dreht, die fürs Musizieren notwendig ist. Das bedeutet: Open Air Konzerte können unabhängig von den jeweils aktuellen Windverhältnissen durchgeführt werden, also auch in der warmen aber windarmen Sommerjahreszeit der Open Air Konzerte.

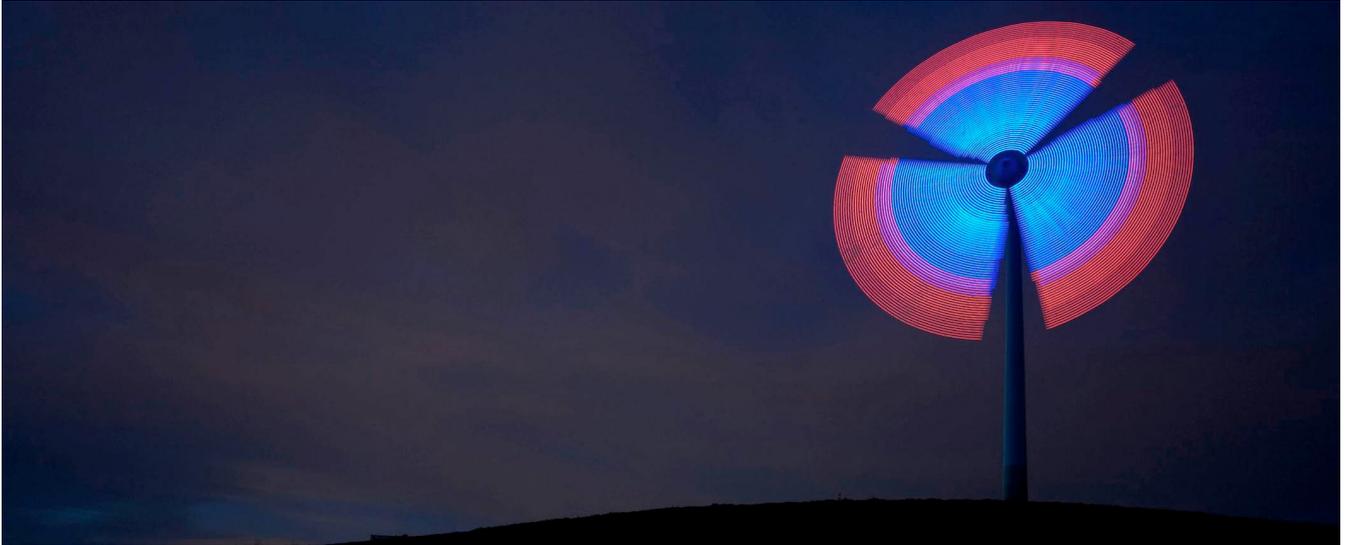
Erweiterung des Tonumfangs : Aus Gewichtsgründen ist die Zahl der Pfeifen, die auf die Rotorblätter montiert werden können, zu beschränken. Durch das Repetitionsverfahren kann die Zahl der Oktaven vermehrt werden, so dass die Windradorgel vom Tonumfang wie ein Klavier gespielt werden kann.

In den Pfeifen können Mikrophone installiert und mit einer PA-Anlage verbunden werden. Dadurch kann die Lautstärke der Töne variiert und vor allem für große Zuhörerräume gegebenenfalls erhöht werden. Akustische Probleme wie die Doppler Effekte oder das Zeitdifferenzproblem, wann Töne aus verschiedenen Positionen der Rotorblätter bei den Zuhörern ankommen, können mit einer PA optimiert werden.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

Musik und Lichteffekte



Die Windradorgel kann wie die Orgel oder das Klavier als Solo-Instrument und als Begleitinstrument für das Zusammenspiel mit zahlreichen anderen Instrumenten und Orchestern eingesetzt werden.

Mit einer PA-Anlage verbunden, wird sich die Windradorgel dafür eignen, existierende Musikstile von klassischer Musik bis zu Jazz und Pop zu interpretieren. Die neuartigen Klänge der Windradorgel u.a. aufgrund der Doppler-Effekte werden aber auch zu neuen Musikstilen anregen.

Windradorgelmusik kann mit Lichteffekten in LED-Technik, wie sie von Windmove und Siemes AG entwickelt wurden, zu einem „Lichtecho“ der Musik an Windrädern eines Windparks

kombiniert werden.

Sehr reizvoll kann das Zusammenspiel mit traditionellen Instrumenten vieler Kulturkreise werden, soweit diese mit PA's verstärkt werden können, z.B. die westafrikanische Harfe Kora oder asiatische Saiteninstrumente, das „Fingerklavier“ Mbira oder die Marimba. Dort kann auf diese Weise die Windkraft rasch popularisiert werden.

Die ersten Windmühlen wurden in Persien und China entwickelt. Sie drehten sich nicht um eine horizontale, sondern vertikale Achse. Diese Technik könnte bei Minaretten und Kirchtürmen verwandt werden, um Windradorgelmusik und Kirchen und Moscheen erklingen zu lassen.

Projekt ökologische Moschee in Norderstedt



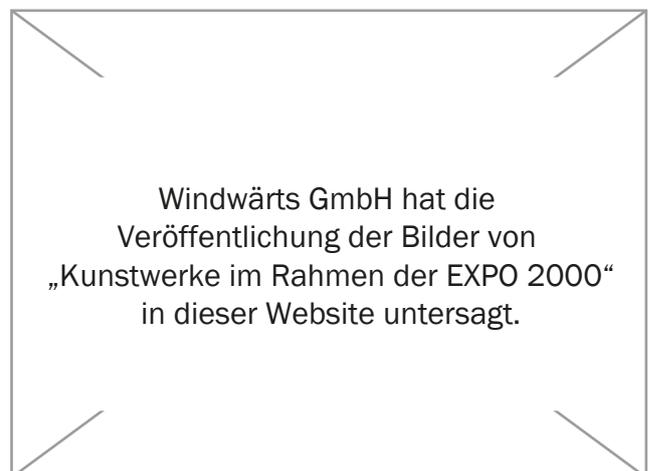
Windparks für Open Air Konzerte und als Kunstparks

Viele Windparks eignen sich für Open Air Konzerte. Bei einigen können sich regelmäßige Festivals mit der Windradorgel etablieren. Einige Windparks befinden sich, oder sind geplant in spektakulärer Landschaft wie der Windpark auf dem Sattelberg am Brennerpass in den Alpen auf 2.100 m Höhe mit dem Panorama der Zillertaler und Stubai Gletscherberge. Windparks in touristischen Zentren schrecken Touristen nicht ab, sondern können sie sogar anziehen, wenn sie zusätzlich zur Erzeugung sauberer Energie für Windradorgelkonzerte und als Kunstparks genutzt werden.

Für Kunstparkkonzepte lieferte ein Künstler-Wettbewerb der Expo 2000 in Hannover erste Anregungen (www.windwaerts.de/index.php?id=36). Parkplätze von Sportarenen können dreifach genutzt werden: als Parkplätze, als Windparks für die Gewinnung von Windenergie und für Windradorgelmusik zu Konzerten in den Arenen.

Auch vom Windrad auf dem Deponie-Berg Fröttmaning von München kann in die nahe gelegene „Allianz Arena“ (das Fußballstadion von Bayern sowie 1860 München) Windradorgelmusik gespielt werden. Mit dem Windrad hat die Siemens AG anlässlich des Weltklimagipfels in Kopenhagen im Dezember 2009 schon das Lichtspiel „Stern des Südens“ inszeniert, das als Echo von Windradorgelmusik neu aufgeführt werden könnte. Innerhalb von Städten können Parks oder Freiflächen wie der ehemalige Flughafen Tempelhof in Berlin zu Windparks weiterentwickelt werden mit Windradorgelmusik und Kunst.

Kunstwerke im Rahmen der EXPO 2000



Klimaschutz und Energiewende als Erlebnis



Freizeitparks in aller Welt erfreuen sich großer Beliebtheit bei jährlich Hunderten Millionen Besuchern. Sie sollten die Klimarisiken und die Energiewende zugunsten sauberer, erneuerbarer Energien zum Erlebnis machen, als Beitrag zur breiten Bildung für den Klimaschutz und Nachhaltigkeit mit der Windradorgel als besonderem Highlight. „Geisterbahnen“ können den Horror von Klima- und Umweltkatastrophen zeigen.

Äolisten haben vielfältiges Wind-Spielzeug entwickelt, das nicht nur Kinder begeistert, darunter Windharfen und Drachen mit Äolsflöten. Bei Drachenfestivals zeigen Spezialisten artistische Drachenkunst. Nächtlichen Aufführungen verwenden dramatische und poetische Lichteffekte und Musik, die in Zukunft mit der Windradorgel gespielt werden kann. Das Erlebnisprogramm sollte durch ein Bildungsprogramm zum Klimaschutz und der Erneuerbaren Energie vertieft werden.



Kambodschanischer Flugdrachen „Kleng Ek“ (Musik Drachen)

Ideengeber: Herons Orgel, Singende Windmühlen, Taubenpfeifen, Salvador Dalis tramontane Orgel und Meeresorgel

Ktebesios aus Alexandria hat vermutlich im 3. Jahrhundert v. Chr. die erste Orgel erfunden. Sie wurde von einem Windrad betrieben und konnte wie eine Orgel gespielt werden. Der griechische Erfinder Heron (1. Jahrhundert n. Chr.) hat sie beschrieben, weshalb sie *Hérons Orgel* genannt wird. Sie war in römischer Zeit ein beliebtes Instrument für die Hausmusik reicher Römer und zur Untermalung bei Gladiatorenkämpfen.

Windpfeifen wurden in vielen Kulturen entwickelt und genutzt. Allesamt konnten sie aber nicht mit Hilfe eines Manuals an- und abgeschaltet, also wie ein Klavier oder eine Orgel gespielt werden. Einige Beispiele:

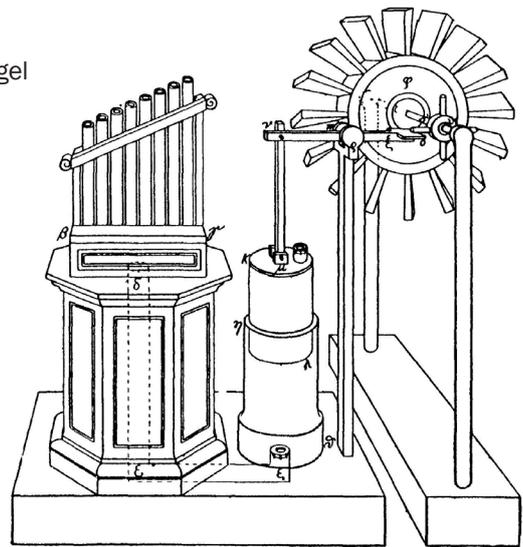
Die *Singenden Windmühlen* haben eine alte Tradition in Portugal. Dort wurden sie vor Jahrhunderten entwickelt, um die Müller vor dem Sturm, der ihre Windmühlen zerstören kann, zu warnen. Die Mühlen verwenden mit Segeltuch bespannte Windflügel, die wie Schiffssegel funktionieren. Ist der Wind zu stark müssen die Segel abgetakelt werden.

Den Gefahrenpunkt der Windstärke machen Ton- oder Kürbispfeifen hörbar, indem sie ab einer bestimmten Windgeschwindigkeit und damit einem bestimmten Winddruck einen Ton sprung machen und eine Oktave höher klingen.

Taubenpfeife



Hérons Orgel



Singende Windmühle in Portugal

Eine ähnliche Funktion haben *Taubenpfeifen* aus federleichten Kalebassen, die in China und Indonesien entwickelt wurden. Sie werden an Brieftauben geheftet, damit diese durch die erzeugten Töne Greifvögel und Füchse vertreiben.

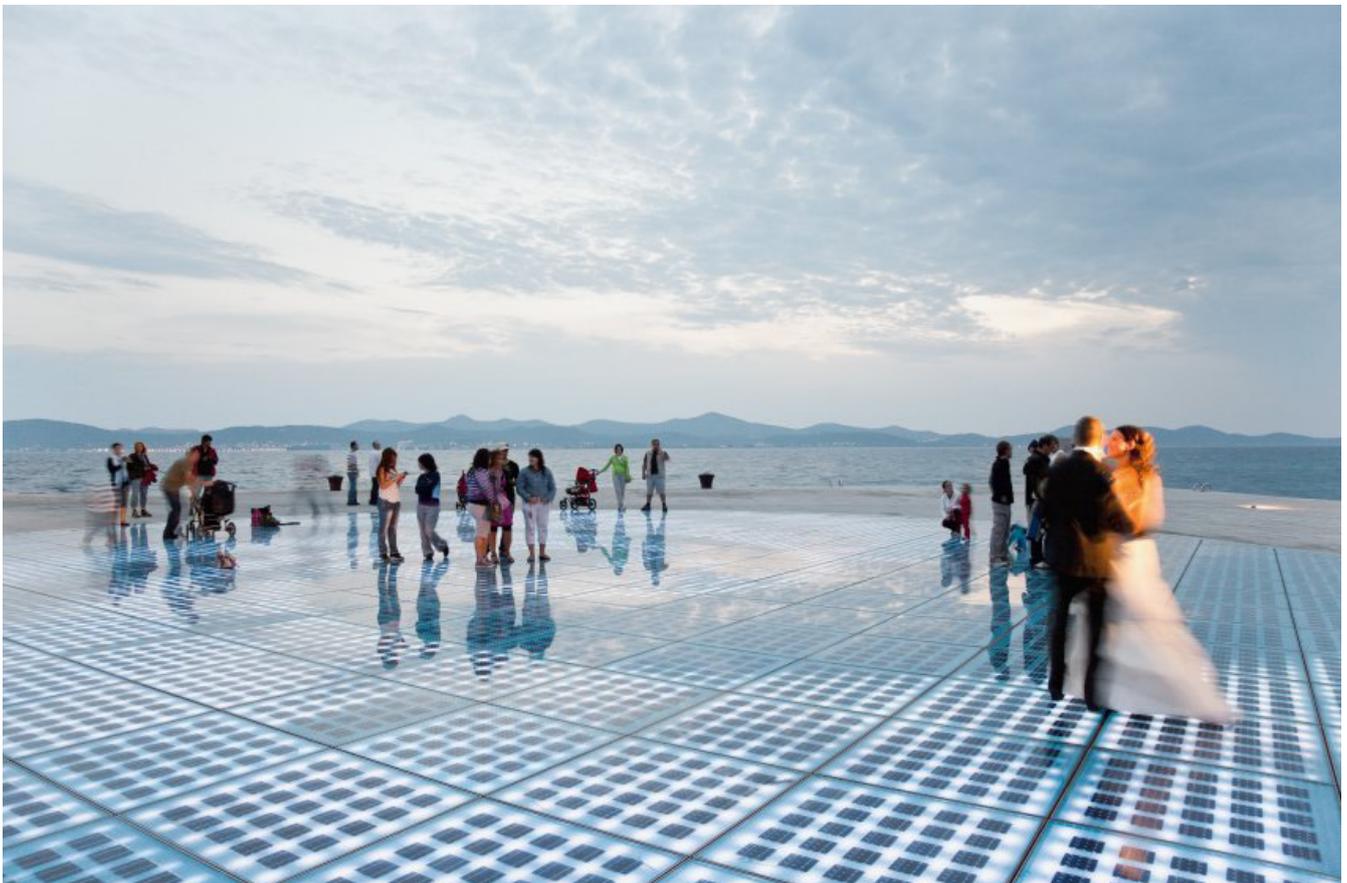
So können Bauern ihre Hühner, Enten und Gänse gefahrlos frei herumlaufen lassen. „Bambus Wind-Organen“ wurden in Südostasien entwickelt und für religiöse Zeremonien sowie zur Markierung von Dschungelpfaden genutzt.

Salvador Dalí hatte die Idee einer *tramontanen Windorgel*. Sie sollte den starken Wind nutzen, der von den Alpen und Pyrenäen nach Süden weht. Der surrealistische Künstler wollte in den 60er Jahren das sagenumwobene Castell de Quermanco an der Costa Brava kaufen und dort eine Windorgel installieren. Das Projekt scheiterte am Kaufpreis der Burg. 2003/4 versuchten Physiker der Universität von Barcelona und der Orgelbauer Albert Blancafort Dalis Idee mit Stabpfeifen zu realisieren, scheiterten aber am Widerstand der Bevölkerung gegen eine Dauerbeschallung durch die Pfeifen. Der Künstler Oriol Ruis ließ sich von Dalis Idee ebenfalls inspirieren und schuf 1993 die Skulptur „Orgel für den Tramontan“.



Ideengeber: Tramontanorgel von Oriol Ruis nach einer Idee von Salvador Dalí

Der Architekt Nicola Bašić hat 2005 eine *Meeresorgel* in Zadar (Kroatien) gebaut. Sie besteht aus 35 Röhren, die eine Länge von ca 70 Meter besitzen und in der stufenförmig betonierten Uferpromenade eingebaut sind. Durch das ein- und ausfließende Wasser werden in diesen Röhren Töne erzeugt, welche die Wellen des Meeres in Tönen wiedergeben. Alle Töne in unterschiedlichsten Tonlagen entweichen sowohl über kleine Öffnungen nach oben in den Fußweg, als auch aus seitlichen Öffnungen in den Stufen zum Wasser. So wird ein einmaliges raumgreifendes Klangbild erzeugt, welches Tag und Nacht zu hören ist. Die Töne wirken stark beruhigend und erfreuen sich bei zahlreichen Besuchern großer Beliebtheit. Ähnliche Konstruktionen gibt es in San Francisco, Kalifornien (wave organ) und in Blackpool, UK (Blackpool High Tide Organ).



ZADAR - Meeresorgel

Entwicklung des Prototyps

Die Forschungsgruppe Musikalische Akustik am Fraunhoferinstitut für Bauphysik (IBP) hat langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Musikinstrumentenforschung, insbesondere Orgelforschung (<http://www.ibp.fraunhofer.de/Kompetenzen/akustik/musikalische-akustik/>).

Es besteht die Möglichkeit, Experimente an der Ende 2011 im IBP installierten „Forschungsorgel für die Orgelforschung“ durchzuführen (<http://idw-online.de/pages/de/news456951>).

Das IBP und die weiteren beteiligten Spezialunternehmen haben die Machbarkeitsstudie durchgeführt und verfügen über das Know How und die Kapazitäten zur Entwicklung und Konstruktion eines Prototyps der Windradorgel. Sie veranschlagen dafür Kosten in Höhe von 350.000 € und einen Zeitraum von zwei Jahren. Der Träger des Projekts ist der gemeinnützige Verein zur Förderung von Bildung und Publizistik zu Umwelt und Entwicklung e.V. „Solidarisch Leben Lernen“.



Forschungsorgel des Fraunhoferinstituts für Bauphysik (IBP)

Messung der Zungengeschwindigkeit einer Zungenpfeife mit Hilfe eines Vibrometers.





Siemens AG, München - Das Windrad von Fröttmaning wurde 2009 zum weltgrößten Weihnachtsstern.

Entwickler:

DR. JUDIT ANGSTER, ABTEILUNG AKUSTIK
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUSPHYSIK,
STUTT GART

KARL-MARTIN HAAP , WERKSTÄTTE FÜR ORGELBAU
MÜHLEISEN GMBH, LEONBERG

DIPL. ING. JAN LIERSCH, KEY WIND ENERGY GMBH, BERLIN

DENIS BRUCK und STEFAN O. HEUSS, OTTO HEUSS GMBH, LICH

Projekträger:

VEREIN ZUR FÖRDERUNG VON BILDUNG UND
PUBLIZISTIK ZU UMWELT UND ENTWICKLUNG E.V., BERLIN

Kontakt:

DR. KONRAD MELCHERS
MANTEUFFELSTR. 57; 10999 BERLIN
T.: +49-30-61073877
F.: +49-30-61073970
M: +49-1703403509
E-Mail: KMelchers@t-online.de

© Alle Rechte vorbehalten: Die Idee der Windradorgel ist urheberrechtlich geschützt. Die Rechte für den Inhalt und die Gestaltung stehen dem Verein zur Förderung von Bildung und Publizistik zu Umwelt und Entwicklung e.V. und dem Fraunhofer IBP zu. Die Rechte für die drahtlose Steuerung der Windradorgel liegen bei der Otto Heuss GmbH. Das vollständige oder teilweise Reproduzieren, Verbreiten oder Übermitteln (elektronisch oder auf andere Weise) dieser Information bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung.