

# Abschlussbericht

Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

Projektnummer: 2012-17

## Fahrrad-Energie-Station für Kino, Vorträge und andere Events



Solare Zukunft e.V.

Dipl.-Päd. Rolf Behringer

Wiesentalstr. 50

79115 Freiburg



[www.solarezukunft.org](http://www.solarezukunft.org)

## Vorhaben

### **Das FahrradKino (Fahrrad-Energie-Einheit)**

10 Fahrräder mit Rolltrainer und Generator werden von einer Gruppe betrieben, um einen Beamer und Soundanlage mit elektrischer Energie zu versorgen. Diese Gruppe kann aus ca. 20 Personen bestehen, weil sie sich abwechseln müssen, um für eine längere Zeit (z.B. 20 – 90 Min.) Körperenergie in elektrische Energie umzuwandeln. Die RadlerInnen sollten ca. 1,65 oder größer sein. Kinderfahrräder passen nicht auf die Rolltrainer. Die Fahrrad-Energie-Station wird in erster Linie als Fahrrad-Kino genutzt. Inzwischen wurde sie auch schon als Fahrrad-Disco eingesetzt.

### **Einsatzbereiche**

Das „Muskelenergie-System“ eignet sich für Einsätze in Schulen, Freizeiten und hier insbesondere bei Freizeiten ohne elektrischer Energieversorgung, Sportveranstaltungen und Beschallung von Veranstaltungen. Besonders Schulen, die sich der sinnvollen Energienutzung verpflichtet haben, werden bei unseren Aktionen im Fokus stehen.

### **Pädagogisches Ziel:**

#### **Bereitstellung der Energie schätzen lernen, Klimaschutz, Spaß**

Energie wird immer wertvoller. Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien müssen wir in der Gesellschaft das Bewusstsein für sinnvollen bzw. effizienten Energieeinsatz fördern. Hierbei ist der Bildungssektor auf allen Ebenen gefordert! Mit einem Fahrrad-Kino, das durch Muskelkraft betrieben wird, werden viele Sinne angesprochen. Indem die Energie nicht einfach aus der Steckdose kommt, sondern selbst erzeugt werden kann (muss), entsteht ein anderes Verhältnis zu der eingesetzten Energie. Weil sie aus eigener Muskelkraft stammt, bekommt sie einen höheren Wert.

In der Regel haben wir Menschen keinen Alltagsbezug zu der Einheit Watt und der Größe Energie. Wir können einen Schritt machen und wissen, dass es ungefähr ein Meter ist. Wenn wir einen Liter Milch in der Hand halten, wissen wir, dass es sich um ca. 1 kg handelt. Wenn wir 60, 100 oder 1000 Watt elektrische Leistung in Anspruch nehmen haben wir keinen fühlbaren Vergleich. Durch die Stromleitungen kommen sehr große Energiemengen, die wir als Menschen unmöglich erzeugen könnten. Ein sportlicher Mensch kann kurzfristig 400 Watt leisten. Mit einem Energiefahrrad, das über einen Generator Strom erzeugt, kann ein Mensch im Durchschnitt zwischen 30 und 60 Watt über einen längeren Zeitraum (bis zu 20 - 30 Min) erzeugen.

Für das Fahrradkino werden dauerhaft ca. 300-350 Watt benötigt. Dies kann nur ein Team bereitstellen. Ca. 20 Personen mit 8-10 Fahrradgeneratoren werden benötigt, für die Dauer eines Filmes Energie erzeugen. Somit wird mit dem FahrradKino auch der Teamgeist gestärkt.

Das vordergründige Ziel ist, über das Fahrradkino den "Wert" der Energie buchstäblich zu erfahren. Zusätzlich kann und soll das Thema der zukünftigen Energieverfügbarkeit thematisiert werden. Sowohl die Endlichkeit der fossilen Energien, als auch der Klimawandel lassen sich hervorragend behandeln.

Je nach Altersgruppe und Fächerschwerpunkt kann die technische Konstruktion des Fahrradkinos beschrieben und erklärt werden. Daraus lassen sich geeigneter Maßen auch Konzepte einer Nachhaltigen Energieversorgung ableiten. Es drängt sich die Frage auf: Wie können wir Menschen unseren globalen Energiebedarf nachhaltig bereitstellen?

Das Fahrradkino wird eher im Sinne eines Events eingesetzt oder in Kombination mit einem pädagogischen Programm, das entsprechend den Zielgruppen angepasst sein muss.

Die NutzerInnen der Fahrrad-Energie-Station erfahren, wie viel Energie von jedem Fahrrad und von dem gesamten Team bereit gestellt wird und wie viel Energie von den elektrischen Verbrauchern genutzt wird. Das Team muss mindestens so viel Energie erzeugen, wie auf der anderen Seite verbraucht wird. Dieses Verhältnis wird auf der Leinwand visuell dargestellt. Obwohl zehn Personen Körperenergie in elektrische Energie umwandeln, entstehen maximal „nur“ 500 Watt. D.h. nach zwei Stunden erzeugen 10 Personen eine Kilowattstunden (kWh). Diese kostet aktuell (12.2014) ca. 0,27 €.

Wer dies erfahren und verstanden hat, wird Energie zukünftig reflektierter und sinnvoller einsetzen ... und damit einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

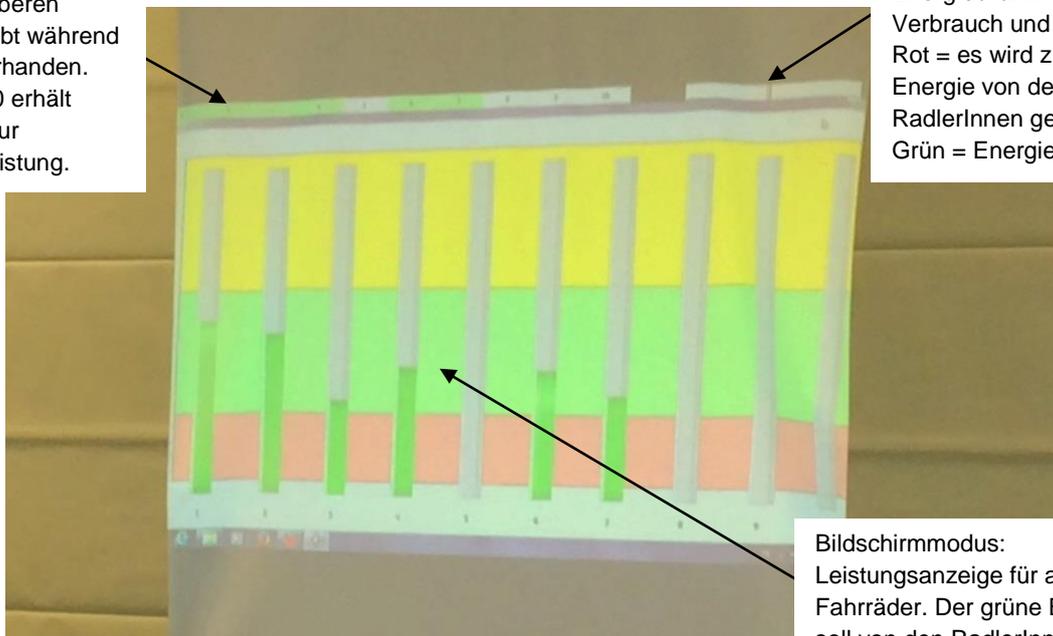
Nicht zu unterschätzen ist der Spaßfaktor. Erkenntnisse, die in Kombination mit Spaß gewonnen werden, bleiben länger haften!

### Energiemanagement

Damit kontinuierlich Energie erzeugt werden kann, müssen die „StramplerInnen“ auf ihren eigenen Energiehaushalt achten. Sie dürfen sich nicht auspowern und die RadlerInnen müssen regelmäßig ausgewechselt werden.

Jeder Fahrer und jede Fahrerin hat in der oberen Leiste des Bildschirms ein kleines Feld mit Nummer, zwecks Zuordnung des Fahrrades. Dieses Feld wechselt die Farben von rot zu grün und gelb. Grün ist die zu erzielende Farbe, die aufscheint wenn genügend elektrische Energie pro Rad geliefert wird und die Person nicht zu schnell körperlich ermüdet. Rot bedeutet zu wenig Energie und bei gelb wird der Radler oder die Radlerin sehr schnell ermüden.

Anzeige im oberen Bildrand. Bleibt während des Films vorhanden. Fahrrad 1 -10 erhält Information zur erzeugten Leistung.



Energiebilanz von Verbrauch und Erzeugung. Rot = es wird zu wenig Energie von den RadlerInnen geliefert. Grün = Energieüberschuss

Bildschirmmodus: Leistungsanzeige für alle Fahrräder. Der grüne Bereich soll von den RadlerInnen gehalten werden

Abb.1: Leistungsanzeige

# Ergebnisbericht

Die Projektentwicklung gliederte sich in 4 Bereiche:

1. **Generatorentwicklung** (Generatorauswahl, Ankopplung und Betriebsverhalten/ Anwenderkomfort)
2. **Energiesystem** (Systemspannung, elektrischer Pufferspeicher, Zusammenschluss der Einzel-Generatoren, so wie das Energiemanagement und Akkumanagement)
3. **Präsentations-Technik** (Datenquelle vom Laptop, 24 Volt Soundsystem und ein Computer-Projektor) und Software zur Anzeiger der Energiesituation
4. **Bildungsauftrag** (Erfassung und Präsentation der erbrachten Leistung, Überleitung zu Energiebewusstsein)

Zu Projektbeginn standen die ersten beiden Bereiche, Generatorentwicklung und Energiesystem, im Vordergrund. Hier konnten wir wichtige Erkenntnisgewinne erzielen und Optimierungen durchführen. Entscheidend war der Wechsel von einem 12 Volt- zu einem 24 Voltsystem. Dadurch erreichten wir geringere Drehzahlen und eine deutliche Reduzierung der Laufgeräusche.

## Erster Test mit Generator, Akku und Soundanlage



Abb. 2: Teststand

Die Präsentationstechnik besteht aus der Hardware Laptop, Beamer und Soundsystem. Diese Komponenten wurden auf Grund der erforderlichen Kriterien recherchiert und ausgewählt.

Deutlich aufwändiger war die Entwicklung der Schnittstellen. Hier werden die Leistungsdaten erfasst, interpretiert und visualisiert. Ein Mikroprozessor, eine Stromschnittstelle, (potentialfrei, mittels Hall-Sensor), eine entsprechende Spannungsschnittstelle (incl. Überspannungsschutz und HF-Filter) und die Entwicklung der Software zur Leistungsanzeige haben, wie so oft, mehr Zeit in Anspruch genommen als geplant. Mit dieser Technik wird der Energiefluss geregelt und Daten aufbereitet, sodass diese über die Projektionsfläche mit Hilfe des Beamers anschaulich dargestellt werden können.

## Erstes Blockbild des Fahrrad-Kinos

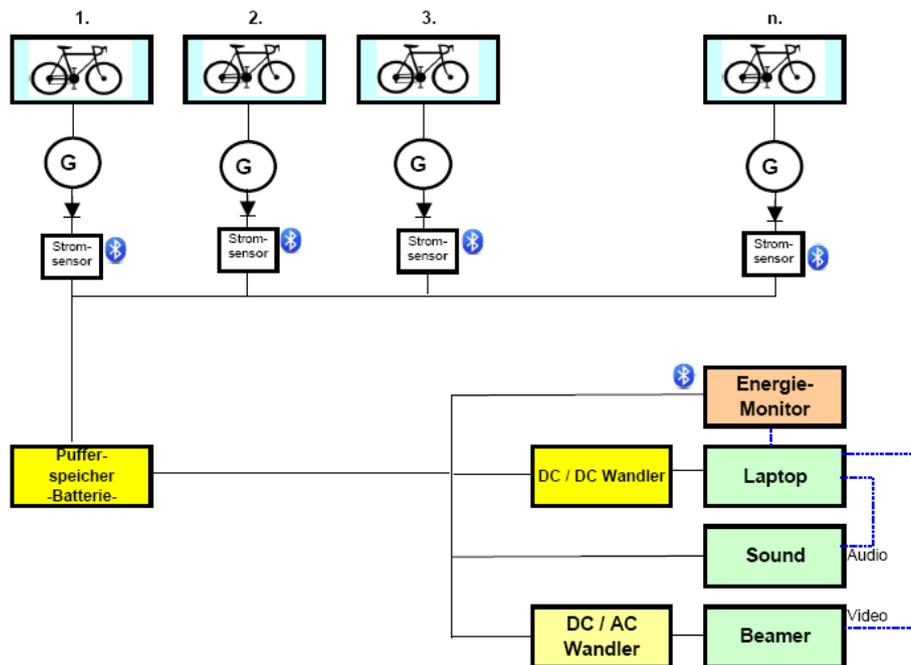


Abb. 3: Blockbild Fahrrad-Kino System

Das Fahrrad-Kino besteht mit Abschluss des Projekts aus folgenden Komponenten:

- 10 Rollentrainer mit Generator (24 V) plus 1 Ersatzrollentrainer mit Power Pole Verbindungskabel (5 – 10 m).
- Zentrale Einheit mit Akkus (2 x 12 Volt je 90 Ah), Wechselrichter mit 600 Watt Dauerleistung (24 V zu 230 AC), 24 Volt Verstärker für das Audiosystem, Funkmikrofoneinheit, Minimischpult mit Buchsen für Klinenstecker (3,5 mm und 6,35 mm) und XLR Anschluss. Das Kernstück ist der Einschub mit der Steuer- und Erfassungselektronik.
- Stereolautsprecher und Subwoofer mit Kabel (SPK/SPK).
- Computerprojektor (Beamer) mit 340 Watt für helle Räume geeignet.



Abb. 4: Fahrräder mit Generator, Zentraleinheit und Projektionsfläche (Bonn, September 2014)

## **Bisherige Einsätze:**

Alle bisherigen Einsätze waren Bewährungsproben für das System und den organisatorischen Ablauf. Neben der technischen Funktionalität, mussten die SchülerInnen angeleitet und pädagogisch betreut werden. Die meisten Einsätze fanden in Schulen oder Hochschulen (5) statt oder als besondere Aktion bei Kongressen, wie z.B. in Bonn bei der Abschlussveranstaltung der UNESCO Dekade für nachhaltige Bildung oder bei den Science Days im Europapark.

Es hat sich gezeigt, dass das FahrradKino ein Blickfang ist. Wenn 10 Personen auf Fahrrädern in Bewegung sind und ein Film mit überzeugendem Sound auf großer Leinwand gezeigt wird, dann bleiben die meisten Passanten stehen. Sowohl den Energielieferanten als auch den ZuschauerInnen hat es offensichtlich Spaß gemacht und Eindruck hinterlassen.

### **13.09.2013 Prototyp-Test und Vorführung in Riegel**

In einer Energie-Spar-Schule in Riegel am Kaiserstuhl wurde der Prototyp zum ersten Mal mit SchülerInnen getestet und einer Delegation der badenova vorgeführt. Zu diesem Zeitpunkt war die Steuereinheit noch nicht fertig entwickelt, aber die Grundfunktionen konnten schon gezeigt werden. Einige Schüler des Projekts erklärten sich bereit die erste funktionsfähige Anordnung des FahrradKinos in Ihrer Schule zu testen und in die Pedale zu treten.

### **27.02.2014 Nullenergietag im Gymnasium Durlach [\(siehe Video\)](#)**

Der erste offizielle Einsatz mit dem FahrradKino war eine Bewährungsprobe, denn die Aktion stand im Zentrum des Null-Energietales eines Gymnasiums mit über 1000 SchülerInnen. Zwei Schulklassen sorgten für die Muskelenergie, während in drei Intervallen jeweils über 300 SchülerInnen Filme zum Thema „Energie sparen“ anschauten, die von den Schülern selbst gedreht und geschnitten worden waren. Das FahrradKino wurde in der Turnhalle aufgebaut. Die Veranstaltung war ein Riesenerfolg.



Abb.5: Videobild vom Nullenergietag in Durlach

## 11. Juli 2014 Nachhaltigkeitstage, Staudinger Gesamtschule in Kooperation mit badenova und SC Freiburg

Das FahrradKino eignet sich auch sehr gut für Kooperationen. Bei den Nachhaltigkeitstagen wurde allen 6. Klassen der Staudinger Gesamtschule ein Fußball-Parcours und der Besuch beim FahrradKino angeboten. Für die Kooperationspartner (FC Freiburg, badenova und Solare Zukunft e.V.) war dieser Tag ein voller Erfolg. Die SchülerInnen und LehrerInnen waren begeistert. Allerdings machten wir bei dieser Aktion eine wichtige Erfahrung: die Reifen der Mountainbikes, mit ihrem groben Profil, erzeugen laute Nebengeräusche und haben Reibungsverluste. Seit diesem Einsatz verwenden wir immer Tourenräder oder Citybikes mit Straßenprofil.

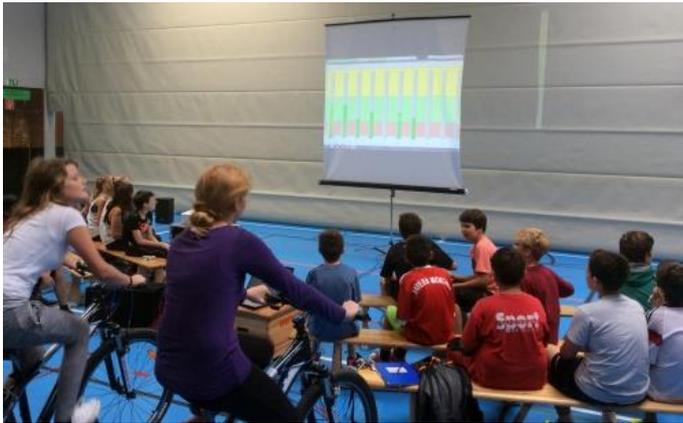


Abb.6: Anzeige der Leistung je Fahrrad im Balkenformat

## 13. Juli 2014 Fußball WM Endspiel, Open Air im Vauban Weidenpalast

Die Besucher des Fußballendspiels 2014 im Vauban, hatten doppelte Freude. Nicht nur weil Deutschland Weltmeister wurde, sondern auch, weil das ganze Endspiel mit samt den nachfolgenden Reportagen über das FahrradKino mit Energie versorgt wurde. Im Weidenpalast, wo das Endspiel gezeigt wurde, gibt es keinen Stromanschluss. Dadurch wurde ein besonders reizvoller Einsatz des FahrradKinos deutlich. Abgelegene Orte, die keinen Stromanschluss haben, aber ein gutes Ambiente für ein Open Air-Kino, eignen sich besonders gut für ein FahrradKinoerlebnis.



Abb.7: WM Endspiel

## 26.08.2014 Robert Bosch College Freiburg

Im August 2014 kamen die ersten SchülerInnen für das neu eröffnete Robert Bosch College nach Freiburg. 100 SchülerInnen aus 74 Ländern hatten eine Einführungswoche. Das FahrradKino ergänzte das Wochenprogramm um eine weitere „Kennenlern-Komponente“. An diesem Abend wurde ein ganzer Kinofilm erstrampelt. Die jungen Erwachsenen waren hochmotiviert und hatten eine Menge Spaß. Dabei wurde deutlich, dass ein ganzer Kinofilm eine gute Teamarbeit voraussetzt. Ein einziger und sehr ehrgeiziger Schüler radelte über die gesamte Länge des Filmes. Alle anderen SchülerInnen lösten sich gegenseitig ab, um zu große Ermüdung bzw. zu starke Gerüche zu vermeiden ...

Im Anschluss wurde in der Fahrrad-Disco bis in die Nacht abgetanzt.



Abb.8: Robert Bosch College Freiburg

## 20.09.2014 Tage der erneuerbaren Energien (als Fahrrad-Disco)

An diesem Wochenende fanden in Baden-Württemberg die Tage der erneuerbaren Energien statt. In Kooperation mit dem **fesa** und **solargeno** fand in der Werkstatt der Schreinerei Wittich die erste offizielle Fahrrad-Disco statt. Mit drei Fahrradgeneratoren wurde der Strom für Sound und DJ bereitgestellt. Ein Musik- und Tanzerlebnis der besonderen Art. Sogar die Disco-Beleuchtung konnte von dem Muskel-Strom versorgt werden, weil diese aus LEDs besteht und somit sehr wenig Energie benötigt.



Abb.9: Fahrrad-Disco beim Tag der erneuerbaren Energien (Ba-Wü)

## **29. und 30.09.2014 UNESCO BNE Dekade Abschlusskonferenz in Bonn**

Die UNESCO Dekade, 10 Jahre Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), ging 2014 zu Ende. Im ehemaligen Bundestag in Bonn fand die Abschlusskonferenz statt. Dafür gab es einige wenige ausgewählte Aktionen als Ergänzung zum Vortragsprogramm. Unser FahrradKino war eine davon. Vor allem in den Pausen kamen die KonferenzteilnehmerInnen und testeten das FahrradKino. Es entstanden viele interessante Gespräche aus denen sich möglicherweise neue Kooperationen ergeben werden.



Abb. 20: Zentrale Einheit des FahrradKinos

## **16.10.2014 Science Days, Europapark Rust**

Wir hatten gedacht, das FahrradKino würde bei den Science Days die große Attraktion sein. Die Kinder und Jugendlichen waren in der Tat auch sehr interessiert und lieferten freiwillig Strom. Aber die Nebengeräusche in der Halle übertönten die Tonspur der Filme. Daher tauschten wir nach dem Vormittag des ersten Tages das FahrradKino gegen zwei Energiefahrräder aus. Ein Energiefahrrad versorgte unterschiedliche Leuchtmittel (LED, E-Spar, Glühbirne) und einen CD-Player mit elektrischer Energie und das andere Energiefahrrad trieb eine große Eisenbahn an. In diesem unruhigen Umfeld war dieser Aufbau der Passendere.

## **21.11.2014 Pädagogische Hochschule Freiburg**

Nach 2009 fand 2014 das zweite Bildungsforum für erneuerbare Energien in Freiburg statt. In der Pädagogischen Hochschule gab es an zwei Tagen Vorträge, Ausstellungen und Workshops zum Thema „Energiewende in der Schule“. Am Ende des ersten Tages wurde mit dem FahrradKino ein Film gezeigt. 20 SchülerInnen aus dem Robert Bosch College „spendeten“ ihre Energie für die ZuschauerInnen. Somit konnte das FahrradKino einem breiten Publikum vorgestellt werden, da die Teilnehmenden aus dem ganzen Bundesgebiet kamen.

## Fazit

Die Vorstellung hat sich bestätigt, dass ein Fahrrad-Kino auf großes Interesse stößt und sowohl die „Energielieferanten“ als auch die Zuschauer sehr begeistert sind. Es gibt verschiedene Einsatzmöglichkeiten, wie z.B. Kino, Disco, Beschallung von Veranstaltungen oder als Energiequelle bei Jugendfreizeiten.

An diesem Projekt waren in erster Linie 2 Personen beteiligt. Da wir die Elektronik grundständig neu entwickeln haben und bei dem Prozess neue Aufgabenstellungen entstanden, hat die Fertigstellung aller Komponenten länger gedauert als geplant. Als Ergebnis haben wir eine komplexe Steuerungs- und Auswertungs-elektronik und eine Software, die uns wichtige Daten auf den Bildschirm überträgt. Dadurch bekommen die Radler und die Zuschauer den aktuellen Energiezustand visualisiert. Dies ist sehr wichtig für unsere pädagogische Absicht, den Wert einer Kilowattstunde erfahrbar zu machen. Gleichzeitig macht diese Aktion den Beteiligten sehr viel Spaß und hinterlässt so (hoffentlich) einen passenden Eindruck.

Trotz ausgefeilter Technik hatten wir schon einen größeren Schaden bei Hardware und Elektronik. D.h. wir werden auch nach dem Projektabschluss den Einsatz optimieren und Fehlerquellen ausschalten.

Für den Aufbau und die Durchführung des FahrradKinos sind zwei geschulte Personen erforderlich. Aufbau und Probelauf dauern ca. 2 Stunden. Abbau ca. eine Stunde. Die Fahrräder können entweder vor Ort, zum Beispiel von der Schule besorgt werden, oder sie können mitgebracht werden. Wichtig ist die Qualität der Räder, d.h. die Schaltung muss gut funktionieren, es sollte kein Achter bzw. Höhengschlag in den Rädern sein und kein Mountain-Bike Profil aufgezogen sein, da sonst viel Energie durch Reibung verloren geht und die Laufgeräusche zu laut werden. Es ist darauf zu achten, dass ein geeigneter Boden vorhanden ist. Zum einen brauchen die Rollentrainer einen rutschfesten Kontakt und zum andern sollte der Boden nicht zu empfindlich sein. Ggf. sind rutschfeste Unterlagen erforderlich.

Insgesamt haben bisher ca. 3000 Menschen das FahrradKino gesehen. An die 300 Personen haben mit Ihrer Muskelkraft aus Bewegungsenergie elektrische Energie bereitgestellt.

Auf Grund der bisherigen Einsätze und der Dokumentation auf unserer Webseite haben wir schon einige Anfragen für das Jahr 2015 erhalten.