

Horizontale Photovoltaik



WERK
STATT **N** PROJEKT
2016
Ausgezeichnet durch den NACHHALTIGKEITSRAT

start
green



1. Was ist „Horizontale Photovoltaik“?

Konventionelle Photovoltaik leistet bereits einen wichtigen Beitrag zur Stromversorgung. Das Potenzial der Photovoltaik (PV) hängt allerdings besonders von der Größe und Verfügbarkeit von geeigneten Flächen ab.

Solmove verfolgt das Ziel die Stromerzeugung durch Photovoltaik auch auf horizontale Flächen, wie Straßen zu ermöglichen.

Mit horizontalen Photovoltaik-Modulen lassen sich bessere Straßen bauen, die große Mengen an sauberer Energie produzieren, um die Energiewende zu beschleunigen und die elektrische Fahrzeugrevolution voranzutreiben.

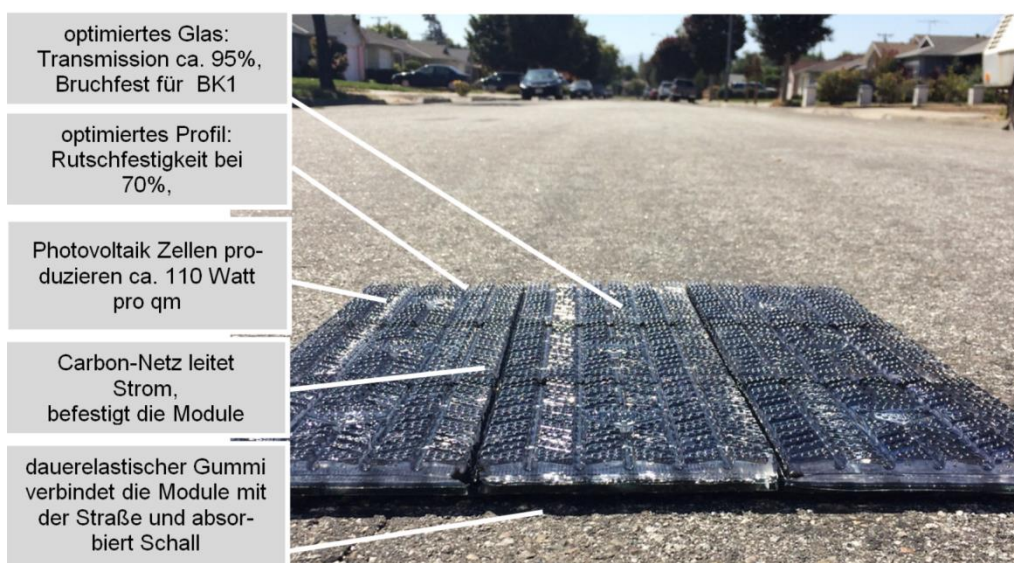
Horizontale Photovoltaik eignet sich nicht für belastete Verkehrswege und macht nur dort sind, wo wenig Verschattung auftritt. Trotz dieser Einschränkungen gibt es viele potentielle Flächen. Dazu gehören Fuß – und Radwege, Plätze, wenig befahrene Straßen und Flachdächer. Die Doppelnutzung (verkehrlich und energetisch) vorhandener versiegelter Flächen stellt ein größeres Potential dar, als die Nutzung von Dächern. Befahrbare Solar-Module zu entwickeln und die Wirtschaftlichkeit zu belegen, ist das Ziel der SOLMOVE.

In Deutschland gibt es rund 1400.000.000 Quadratmeter horizontale Flächen, die für die Installation von liegenden Photovoltaik-Modulen in Frage kommen (Quelle: Fraunhofer ISE 2012). Wären diese Flächen genutzt, dann könnten damit z.B.20.000.000 Autos mit Strom fahren und die Klimaziele erreicht werden.

2. Die Technik

Das Kernprodukt ist ein Solar-Modul, das auf horizontalen Flächen verlegt wird. Die Module haben eine Glasoberfläche, die rutschfest ist und das Licht in optimierter Weise auf die Unterseite der Glasfläche lenkt. Das Profil ist dabei so gestaltet, dass Regenwasser gut abfließen kann und dadurch die Selbstreinigung begünstigt.

Darunter liegt eine PV-Schicht, die Strom erzeugt und gegen mechanische Belastungen und Erschütterungen geschützt ist. Eine Unterbauplatte stellt eine kraftschlüssige Verbindung zur vorhandenen Fläche stellt. Ein Fasernetz hält alle Bauteile mechanisch und elektrisch verbindet, sowie Scherkräfte aufnimmt und die „Fliesen“ im Verbund hält.



Die Module

- sind robust und langlebig (> 25 Jahre),
- durch ein „Stecksystem“ schnell und einfach anzuschließen.
- erfüllen die gesetzlichen Anforderungen an Sicherheit, RSTO 2012¹
- werden zunächst für den nicht öffentlichen Raum zugelassen wie z.B. private oder gewerbliche Flächen,
- später für den öffentlichen Raum wie z.B. Radwege, Plätze, Straßen,
- werden in mehreren Belastungsklassen angeboten,
 - leicht – z.B. für Flachdächer,
 - mittel – z.B. für Fuß- und Radwege, sowie Bahngleise,
 - schwer – z.B. für Straßen, Bk10 nach RStO 12
- ähneln optisch einem matten Glas.
- Die Glasoberfläche baut durch einen photokatalytischen Effekt Stickoxide ab.
- Die Form der Oberflächenstruktur unterstützt die Selbstreinigung.

Zunächst steht die Stromerzeugung im Vordergrund. Die weitere Entwicklung der Module folgt nach und nach und hängt von den Kundenanforderungen ab. Spätere optionale Moduleigenschaften:

- Beleuchtung mit LED zur Verbesserung der Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern. (2 Jahre)
- Reduzierung der Eisanhaftung durch hydrophobe Glaseigenschaften und Heizungsmodule. Dadurch wird ein alternativer Winterdienst möglich, der erheblich Kosten einsparen kann. (2 Jahre)
- Verkehrs Sensorik und induktives „Stromtanken“ von E-Mobilen (3-5 Jahre).

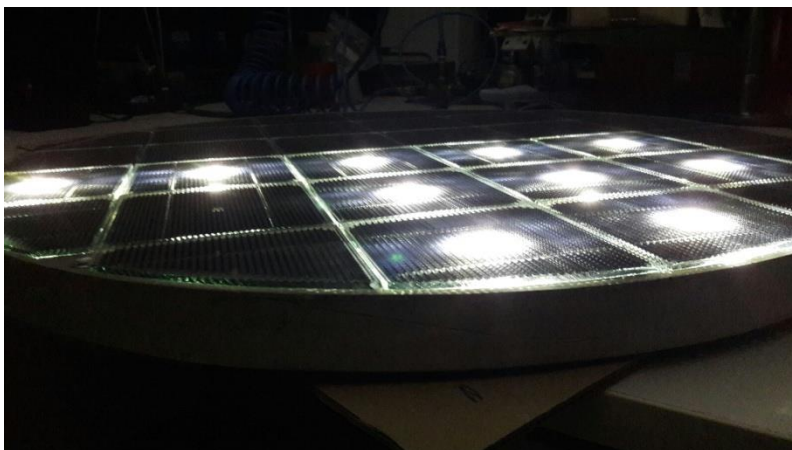


Bild: Beleuchteter Prototyp

¹Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

Technische Vorteile

Solmove Module erzeugen Strom regenerativ, bauen Stickoxide und Ruß ab und entlasten damit die Umwelt. Die Module können auf Flächen verlegt werden, die es bereits gibt. Es entsteht kein zusätzlicher Flächenverbrauch. Vorhandene Flächen wie z.B. Parkplätze oder Radwege, können „doppelt“ (verkehrlich und energetisch) genutzt werden.

Dadurch beeinflussen sie nicht das Landschaftsbild, sondern wirken „hell und leicht“ und werden besser akzeptiert als z.B. Windkraftanlagen (5 km Solarstraße = 1 Windrad). Außerdem ist die Montage schnell und einfach. Ein industriell vorgefertigter „Solarteppich“ wird wie ein Rollrasen, auf vorhandene Flächen ausgerollt. Dieser Solarteppich besteht aus kleinteiligen Solarfliesen, die mit einem Gewebe verbunden sind. Die Verbindung zum Untergrund erfolgt über eine Zwischenschicht aus „Gummi-asphalt“.

Ziele Bis Mitte 2017 wird ein Bodenmodul zur Verfügung stehen mit:

- optimierter PV-Wirkungsgrad in horizontaler Lage, 100 kWh p.a.,
- mechanische Belastbarkeit in Stufen bis zu 11,5 T Achslast,
- verbesserte Griffigkeit und Polierresistenz gegenüber Asphalt,
- Selbstreinigung durch Photokatalyse und konstruktiver Wasserabführung,
- verbesserter CO2 Bilanz und Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu herkömmlichen Fahrbahn Belägen,
- den erforderlichen Zulassungen für den öffentlichen Raum.

Pilotprojekt

Das erste Pilotprojekt wird in Deutschland im Jahr 2017 gebaut. Die Gemeinde Erfstadt bei Köln plant, SOLMOVE-Module auf einem 250m² großen Radweg (Bild unten) zu installieren, um erneuerbaren Strom zu erzeugen.



Bild: Radweg der Gemeinde Erfstadt der zu dem ersten Solarradweg umgebaut wird

3. Anwendbarkeit für Kommunen

Städte und Gemeinden sind Flächenbesitzer und verantwortlich für den Erhalt und weiteren Ausbau. Horizontale Photovoltaik eignet sich nicht für belastete Verkehrswege und macht nur dort Sinn, wo wenig Verschattung auftritt. Trotz dieser Einschränkungen gibt es viele potentielle Flächen. Dazu gehören Fuß – und Radwege, Plätze, wenig befahrene Straßen und Flachdächer.

Vorteile

Eine herkömmliche Straße kostet Geld, eine Solarstraße verdient Geld. Im Lebenszyklus von rund 25 Jahren macht das ein Plus von rund 200 € pro Quadratmeter. Der damit produzierte Strom kann lokal genutzt werden. Verluste durch Stromtransport und (teilweise) Netzentgeltentfallen.

Gemeinden können damit einen Beitrag zur Energiewende leisten und die örtlichen Stadtwerke sowie Energiegenossenschaften stärken. Die Wirtschaft vor Ort kann durch Mitarbeit am Bau und Wartung der Solarflächen beteiligt werden. Im Unterschied zu Dachinstallationen lassen sich mit Solarwegen und Straßen großflächige Kraftwerke errichten. Der gesamte Überzeugungs-, Finanzierungs – und Planungsaufwand muss nur einmal erfolgen und nicht für jeden (meist privaten) Dachbesitzer einzeln.

Perspektivisch wird aus dem Solarstraßennetz ein Stromnetz und auch ein Datennetz, das vorhandene Netze unterstützen kann. Weitere politische Vorteile sind im Anhang aufgelistet.

Finanzierung

Solarstraßen sind aus geschäftlicher Perspektive Kraftwerke wie andere Solaranlagen auch. Ein Quadratmeter wird bei Serienproduktion voraussichtlich rund 250 € - 350 € kosten, später weniger. Die Kosten amortisieren sich nach 12 – 16 Jahren.

Förderungen

Eine spezielle Förderung gibt es bisher nicht. Es ist jedoch anzunehmen, dass es in der Markteinführungsphase einige Förderungen durch Bund und Länder geben wird.

Das Programm "Kommunale Klimaschutz Projekte" finanziert bis zu 80% der Kosten.

Der Förderaufruf ist hier zu finden:

http://www.klimaschutz.de/sites/default/files/160322_nki_foerderaufforderung_modellprojekte_fin_bf_cps.pdf

Solmove will eine EEG Förderung für Horizontale PV politisch initiieren und sucht dafür Unterstützer.

PPP

Für die Finanzierung und den Betrieb kommen Partnerschaften aus öffentlichen und privaten Institutionen in Frage. Partner können sein: Kommunen, Energieversorger, Netzbetreiber, Stadtwerke, Genossenschaften, Beteiligungsgesellschaften, unterstützt durch Landes – Bundes – oder EU Förderungen, KfW und Öko-Banken.

Investoren

Auch klassische Venture Capital (VC) kommen in Frage, sowie konstitutionelle Anleger, wie z.B. Versicherungen.

Crowdfunding

Nach Aussage von Crowdfunding-Plattformen haben „Grüne“ Technologie Projekte mit Bürgerbezug (Bekanntheit, Lokalität, Nutzen) gute Chancen auf Finanzierung.

4. Markt

Potential

- Der Bedarf an Strom wächst kontinuierlich und wird durch zwei Trends noch verstärkt.
- Die Energiewende schafft mit dem Verzicht auf Atomkraft einen großen Bedarf alternativer Stromquellen (16,1%, ca. 100 TWh, Quelle Statistisches Bundesamt 2012).
- Der Trend zur Elektromobilität steigert den Bedarf langfristig um zusätzliche 15% Strom / 92 TWh. (Quelle: Agentur erneuerbare Energien 2010)
- Die potentielle Fläche für die horizontale PV-Nutzung wird vom Fraunhofer ISE (Studie 2012) auf rund 1400 km² geschätzt. Die potentielle Dachfläche auf 1200 qkm. In 2012 waren rund 8% der bebaubaren Dachflächen mit PV Anlagen bebaut. Bis 2020 soll sich das Stromvolumen aus PV von 25 TWh in 2012 auf 78 TWh quasi verdreifachen (Ziele des Bundes). Bei diesen Prognosen kann davon ausgegangen werden, dass in 6 Jahren (2020) die besten Lagen (1A) bebaut sein werden und nur noch eingeschränkt attraktive Dächer (1B und 1C Lagen) zur Verfügung stehen. Der jährliche Zubau von PV Modulen von rund 50 Mio. qm wird zunehmend auch horizontale Flächen betreffen.
- Die ersten Anfragen bei Gemeinden zeigen, daß es eine hohe Bereitschaft gibt, wenig genutzte Flächen für die Stromerzeugung zu nutzen. Dazu zählen Parkplätze an Sportstätten, Rad- und Fußwege, sowie Anliegerstraßen. Kommunen erkennen in der Solarstraße eine Chance, die Kosten für den Straßenbau zu refinanzieren und gleichzeitig sauberen Strom für die Bürger zu produzieren.

5. Forschungspartner

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert das Vorhaben durch die Beauftragung einer Studie, die die Technologie abschätzen und Wirtschaftlichkeit belegen soll.

Diese Bewertung erfolgt durch das Institut für Straßenwesen (ISAC) der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit den Partnern des Solmove Verbundes.

Partner	Geschäftsmodell	Aufgabe im Verbund
Fraunhofer Gesellschaft für Silikatforschung ISC	Forschungseinrichtung für innovative Werkstoffe	Glasentwicklung: Veredelung für Härte und optochemische Eigenschaften
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE	Forschungseinrichtung für Solare Energiesysteme	Entwicklung PV Technik und Produktion Kleinserie
FZ Jülich / Peter Grünberg Institut	Forschung für Kontakthaftung Reifen / Straße	Beratung für Rutschfestigkeit
RWTH Aachen / Institut für Straßenwesen (ISAC)	Forschung und Entwicklung im Bereich Straßenwesen	Alle Aspekte des aktuellen und zukünftigen Straßenbaus ein zu bringen.
JSJ Jodeit GmbH / KMU	Planung und Bau von Glasschmelzanlagen und Glashärtungsanlagen	Beratung, Musterherstellung und Produktionsplanung
Solmove GmbH / KMU (Initiator)	Entwicklung, Produktion, Vermarktung von horizontalen Photovoltaik-Modulen.	Koordination, Rechteverwertung, Produktion, Projektierung und Vertrieb

6. Projektübersicht

Zeit- und Kostenschätzung am Beispiel eines Fahrradweges von ca. 1000 qm Fläche.

Vorbereitung	Inhalt	Zeit / Tage	Kosten
Beratung	Workshop zu allen Aspekten	3	2000 €
Flächenanalyse	Prüfung der potentiellen Flächen auf Eignung	5	2500 €
Nutzungsplan	Ermittlung der Kapazitäten, Abnehmer und Netzbelange	10	5000 €
Geschäfts- und Partnermodell	Klärung der Interessen potentieller Partner, deren In – und Output, Vertragswerk über Zusammenarbeit.	10	5000 €
Projektskizze	Zeit- und Kostenplan, Todos, Beteiligte, Vereinbarungen	10	5000 €
Wirtschaftsplan	Finanzierungskosten, Ertrag, laufende Kosten,	10	5000 €
Finanzierung	Identifikation des geeigneten Mixes Prüfung der Wahrscheinlichkeiten	10	5000 €
Vertragsentwurf	Ausarbeitung der Verträge zwischen den Beteiligten	5	10000 €
Entscheidung	Zustimmung der Gremien und Partner zum Vertrag	3	
Planung	Verkehr, Tiefbau, Stromnetz	20	10000 €
Baubegleitung	Verkehrsumleitung, Vorbereitungen, Dokumentation	10	5000 €
Summe			54500 €

Bau		p.a.	Kosten für Betreiber
Baukosten	Installation, Anschluss, Abnahmen und Übergabe,		230.000 €
Betrieb	Monitoring, Abrechnung	3	1000 €
Wartung	Kontrolle und Reinigung, Reparaturen	3	1000 €

Ergebnis			
	Stromertrag p.a. in KWh		100000
	Umsatz p.a. (angenommen Strompreis 0,15 €)		15000 €
	Kosten p.a.		2000 €
	Gewinn vor Steuern kumuliert nach 25 Jahren		210000 €
	Kapitalrendite		3 %

7. Liste guter Gründe

Kurzfristige politische Ziele

- Die Entwicklung und Produktion von SOLMOVE Modulen erfolgt mit deutschen Forschern und Produktionen und kann der Solar-Industrie neue Impulse geben.
- Das Konzept fördert die DE-Zentralität in der Energieversorgung, damit die Vielfalt, den Wettbewerb und die Effizienz der Stromverteilung zum Wohle des Verbrauchers.
- Städte und Gemeinden können mit SOLMOVE-Anlagen einen Beitrag zur eigenen Energieversorgung und zur politischen Energiewende leisten, indem sie wenig genutzte Flächen, wie Parkplätze, Radwege etc. nutzbar machen.
- Die deutsche Bahn könnte perspektivisch rund 25% ihres eigenen Strombedarfs erzeugen, wenn sie den Platz zwischen den Gleisen mit Solmove-Modulen belegen würde.
- Deutschland könnte auch in diesem Segment ein Leitmarkt werden, obwohl in den USA und Holland bereits ähnliche Konzepte verfolgt werden.

Langfristige politische Ziele

- SOLMOVE verfolgt das Ziel, dass auch die Flächen von Plätzen und Straßen für Solarmodule genutzt werden können. Perspektivisch kann das Straßennetz zum Strom- und Datennetz werden.
- Der Strom, der heute noch mit Atomkraftwerken produziert wird, muss zukünftig aus anderen Quellen kommen. In Deutschland gibt es rund 500.000.000 Quadratmeter horizontale Fläche, die für die Installation von liegenden PV-Modulen in Frage kommen (Quelle: Fraunhofer ISE 2012). Wäre diese Fläche genutzt, dann könnten damit 20.000.000 Autos mit Strom fahren und die Klimaziele erreicht werden.
- Durch Kooperationen mit Energieversorgern können umfangreiche Investitionen angeregt werden, die zu mehr Arbeitsplätzen führen.
- Deutschland kann mit einem flächenweiten Ausbau der PV von ausländischen Energielieferanten unabhängig werden. Volkswirtschaftlich betrachtet können so z.B. jedes Jahr rund 60 Mrd. € im Land bleiben, die derzeit für Erdöl-Käufe ins Ausland überwiesen werden. (Rohöl-Verbrauch in D 2012 ca. 100 Mio. Tonnen, durchschn. Preis 120\$/ Barrel. Quelle IHK Bericht 2012)
- Der Staat, Länder und Städte/Gemeinden könnten ihre Flächen (wie Wege und Straßen) an Energieversorger verpachten und damit Einnahmen erwirtschaften oder die Ausgaben für Straßenbau reduzieren.
- Der Energiepreis wäre stabiler, da der Strompreis dann kaum noch vom Weltgeschehen beeinflusst würde.

- Die Stromerzeugung auf horizontalen Flächen unterstützt die E-Mobilität. Autos die elektrisch fahren, benötigen zusätzlichen Strom, der mit Solmove-Anlagen erzeugt werden könnte. Perspektivisch ist es denkbar, dass der Strom aus der Straße direkt von den E-Autos „getankt“ werden kann, während sie fahren (mit induktiver Energieübertragung).
- Damit hätten E-Fahrzeuge keine Beschränkung in der Reichweite und würden mit weniger Batterien auskommen. Das spart zusätzlich Platz, Gewicht und Kosten.
- Elektromobilität ist ökologisch nur sinnvoll, wenn der benötigte Strom regenerativ und möglichst vor Ort erzeugt wird. Strom mit konventionellen Kraftwerken zu erzeugen, anschließend zum Verbraucher zu transportieren, damit Elektrofahrzeuge aufzuladen und so Elektromobilität zu realisieren ist mit vielen Umwandlungsprozessen verbunden und im Wirkungsgrad gering.
- Die OECD schätzt, dass der volkswirtschaftliche Schaden aufgrund von Luftverschmutzung vorzeitig verursachten Todesfällen bzw. Gesundheitsschäden im Jahr 2010 in Deutschland 150 Milliarden Euro betrug. Etwa die Hälfte der Luftschadstoffe in OECD-Ländern wird vom Straßenverkehr emittiert, davon stammen 90 % der Schadstoffe aus Dieselmotoren. (Quelle: OECD (2014), The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264210448-en)