

# **INFORMATIONSV ERANSTALTUNG**

## **SOLARTECHNOLOGIEN**

Lösungen für den Klimawandel in der Schweiz

Erzeugung elektrischer Energie aus der Kraft der Sonne

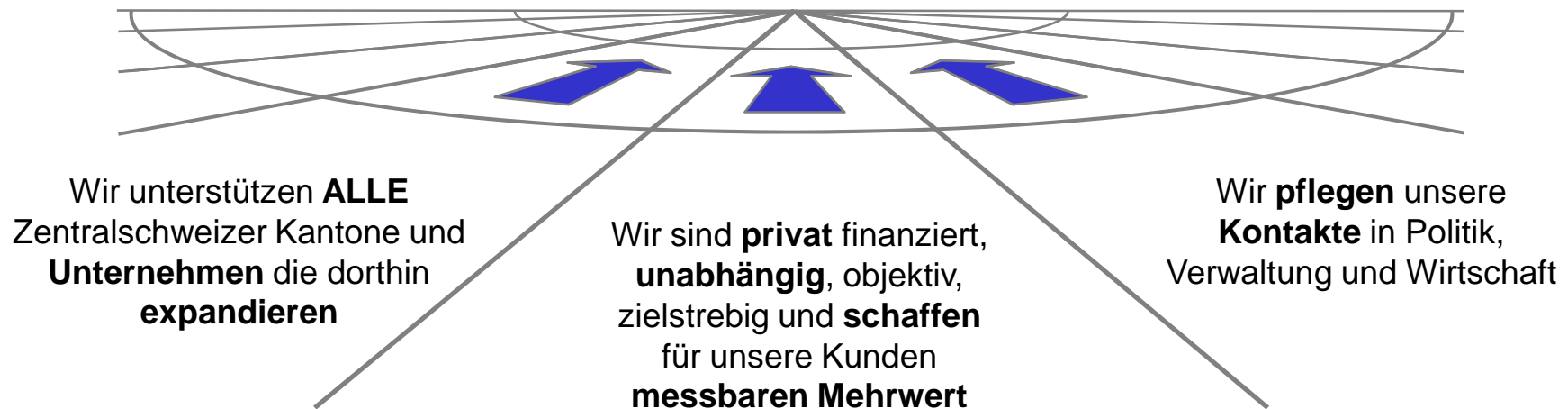
Oskar G. Loewe und Harald F. Hartmann

Grafenort, 19. März 2009

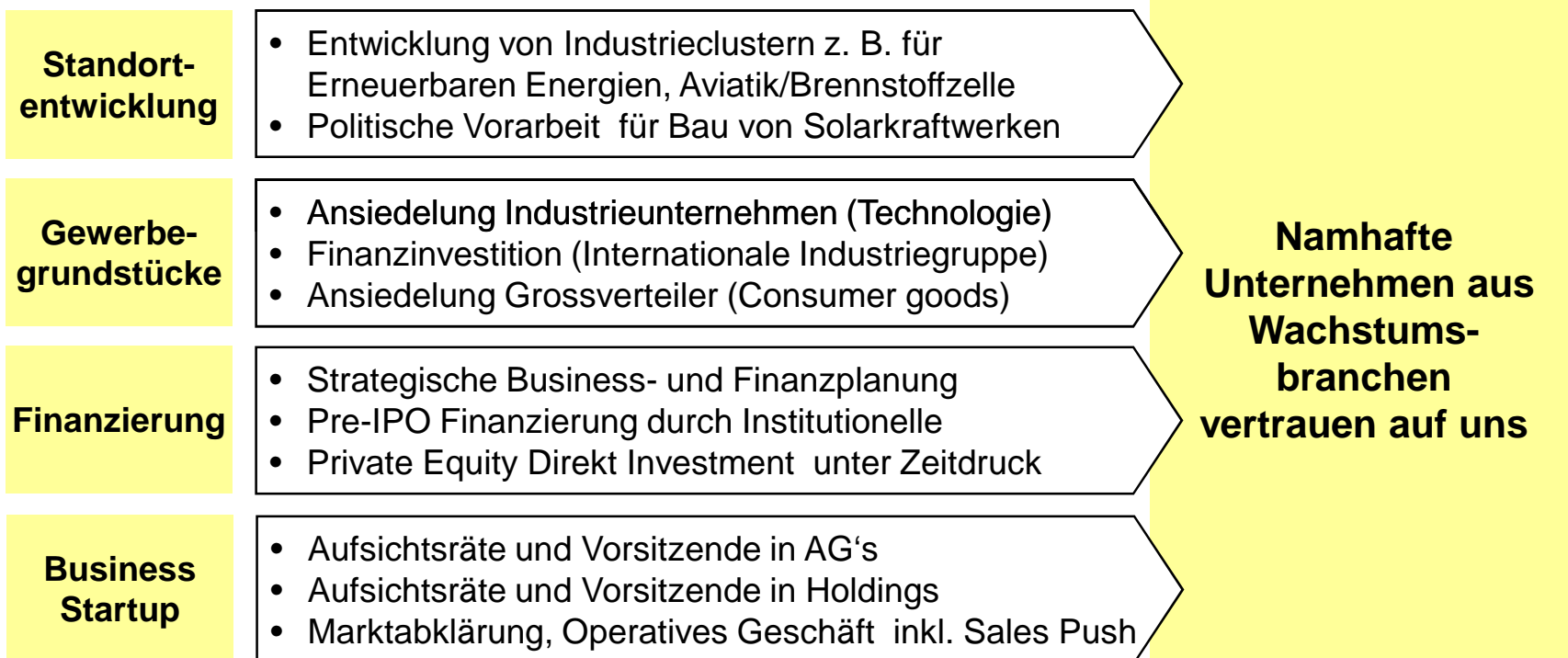
## Wir sind ein führender Standortentwickler in der Zentralschweiz und funktionieren als unabhängiges Unternehmen

### Mission:

Wir unterstützen die nachhaltige Wirtschaftsentwicklung der Region Zentralschweiz



## Einige ausgewählte Projekte aus dem Dienstleistungsportfolio



## Beispiel: Industriecenter Solartechnologie im Kanton Uri/Schweiz Abdeckung der gesamten Wertschöpfungskette

### Zulieferer in den Branchen:

- Elektro-Grosshandel
- Dachbaustoffe-Grosshandel
- Sanitär-Grosshandel
- Energieversorger

### Ausbildungsstätte für:

- Solarteure
- Projektleiter Kraftwerksbau
- Bauhandwerker Kraftwerksbau

### Weltweites Projektmanagement:

- Forschungszusammenarbeit
- Handelsgesellschaften
- Solarkraftwerksbau



### Produktion:

- Solarmodule (Div. Technologien)
- Montagegestelle (Landschaft/Dach)
- Anschlusssysteme und Wechselrichter

### F & E in Zusammenarbeit mit Hochschulen:

- Typologie
- Formale Gestaltung
- Elektrische/Elektronische Bauteile

### Kompetenzcenter:

- Für berufliche Qualifizierung
- Für neue Solare Technologien
- Für den Bau von Solarkraftwerken

## Ausgangssituation

Seit mehr als 100 Jahren steigt der weltweite Energieverbrauch exponentiell an.

Das heißt konkret, dass ein Anstieg um 5% eine Verdopplung des Verbrauchs alle 14 Jahre bewirkt!

Gefragt sind Systeme, mit denen schnell und einfach effektive Beiträge zur Problemlösung erfolgen können.

Zur Neige gehende Ölvorräte das Verbrennen von Nahrung oder Betrieb von Luxusautos gehören definitiv nicht zu den zukunftsfähigen Varianten.

## Gründe für Steigerung Energieverbrauch

Zwei Gründe sprechen dafür, dass der Energieverbrauch auch in Zukunft stark steigen wird.

- Ø Einerseits nimmt die Industrialisierung weltweit stetig zu (z. B. China, Indien).
- Ø Andererseits wächst die Weltbevölkerung exponentiell, das heisst, sie verdoppelt sich in immer kürzeren Abständen.

## Verbrauchsanstieg kontra Energiesparprogramme

Selbst wenn heute ein Energiesparprogramm startet, welches zu einer Verbrauchsminderung von 50% führt

.....würde dieser Effekt durch das exponentielle Wachstum des Verbrauchs innerhalb von 20 Jahren aufgehoben.

## **Energie direkt von der Sonne**

Die Sonne ist eine dauerhafte und sichere Energiequelle mit einem Potential, welches den weltweiten Energiebedarf gewaltig übersteigt.

Energie aus der Sonne ist kostenlos und im Grunde unerschöpflich.

Dazu ist Sie geräuschlos, geruchlos, ungiftig und erzeugt keine Abgase oder andere tödliche Gefahren.

## **Potential der Solarnutzung im Alpenraum**

Das Potential für den Einsatz von Solartechnologien im Alpenraum ist überragend.

Für die Schweiz gilt, dass an einem einzigen wolkenlosen Tag von der Sonne die Energiemenge auf die Fläche der Schweiz gestrahlt wird, die das ganze Land innerhalb eines Jahres verbraucht.

## Sonnenergie in Zahlen

Die durchschnittliche jährliche Einstrahlung auf die horizontale Fläche in der Schweiz beträgt 1300 kWh/m<sup>2</sup>.

In Spanien und Nordafrika etwa 1700-1900 kWh/m<sup>2</sup>.

Die höchste Sonneneinstrahlung wird mit über 2000 kWh/m<sup>2</sup> in Teilen Australiens, Süd- und Zentralafrikas aber auch im Hochalpinen Raum erreicht (z. B. Gütsch ob Andermatt).

## Zusätzliche positive Effekte der Sonnenenergie-Nutzung

- Ø Hohe gesellschaftliche Akzeptanz (besonders im Vergleich zu Systemen mit fossilen oder nuklearen Energieträgern)
- Ø Dezentrale Erzeugung mit hoher Versorgungssicherheit
- Ø Nutzung eines Energieträgers mit regionaler Wertschöpfung
- Ø Verminderung der wirtschaftlichen Abhängigkeit von Energieimporten und Weltmarktpreisen
- Ø Unterstützung des Umbaues der Wirtschaft und der Beschäftigung im Sinne der Nachhaltigkeit

## Teil 2, Harald F. Hartmann

### Grundlagen

Der photovoltaische Effekt wurde bereits 1839 vom Franzosen E. A. Becquerel entdeckt.

Dabei werden in einem mit Fremdatomen versehenen Halbleitermaterial (Grundmaterial Silizium) durch die auftreffenden Photonen des Sonnenlichtes Energiezustände im Halbleitermaterial geschaffen, die eine elektrische Spannung hervorrufen.

Werden die beiden Enden der Metallkontaktierungen auf der dünnen Halbleiterscheibe geschlossen, so fließt Strom.

## Erste Anwendungen

Der Durchbruch in der Entwicklung der Solarzellen wurde Mitte der Fünfzigerjahre geschafft, als es galt, die Energieversorgung der Raumfahrt zu gewährleisten.

Für diesen Anwendungszweck war neben dem geringen Gewicht die hohe Zuverlässigkeit von solarer Stromversorgung entscheidend.

## **Solarstrahlung (Globalstrahlung)**

Ein wichtiger Begriff, wenn man von Solarstrahlung spricht, ist die Globalstrahlung.

Damit wird die Summe aus direkter Sonnenstrahlung (Strahlung aus der Richtung der Sonnenscheibe) und der diffusen Strahlungsanteile bezeichnet, die durch Reflexion und Streuung in der Atmosphäre auftreten.

Bei dicht bedecktem Himmel ergibt sich eine starke Leistungsreduktion bis hinunter auf ca. 10% des Maximalwertes.

## Solartechnologien

### Ø Solarthermie

Glasröhren oder flache Blechbehälter mit Flüssigkeitsfüllung

### Ø Photovoltaik

1. Mono- und Polykristalline Zellen (Erste Generation)
2. Amorphe Zellen (Zweite Generation)
3. Konzentratorzellen (Dritte Generation)

## Solarthermie

Als Sonnenkollektoren werden thermische Energiewandler bezeichnet, die die einfallende Sonnenstrahlung in Wärme umwandeln und diese an ein Trägermedium (meist Wasser-Frostschutzgemisch) weiterleiten.

Sonnenkollektoren werden zur Brauchwassererwärmung und zur Raumheizung genutzt.

Diese Form der Solartechnologie wird nur deshalb erwähnt, weil sie immer wieder mit der Photovoltaik verwechselt wird.

## Monokristalline Zellen

Der Herstellungsvorgang des äußerst reinen monokristallinen Siliziums für diese Zellen ist extrem aufwendig: Silizium-Einkristalle werden aus einer gereinigten Siliziumschmelze gezogen, wobei für den geordneten Kristallaufbau eine Ziehgeschwindigkeit von maximal 30 cm pro Stunde möglich ist. Als Folge davon ist das Endprodukt nicht billig.

Mit monokristallinem Silizium wird der beste Wirkungsgrad aller Silizium-Solarzellen erzielt (bis ca.18%).

## Polykristalline Zellen

Man erkennt Sie an einer Gitterstruktur oder spiegelnden Bruchstücken des Siliziums (Fremdatome). Die Herstellung ist entsprechend einfacher, was sich in einem geringeren Zeitaufwand und damit natürlich auch in geringeren Kosten niederschlägt.

Die gereinigte Siliziumschmelze wird in Blöcke gegossen und anschließend wie auch die monokristalline mit einer Säge in Scheiben von 0,25 bis 0,4 mm Dicke zersägt.

Der erreichte Wirkungsgrad von polykristallinen Zellen beträgt etwa 15%.

## Amorphe Zellen (Dünnschichtzellen)

Sie weisen keine regelmäßige Kristallstruktur auf; Eine Schicht aus amorphem Silizium (amorph=gestaltlos) wird auf eine Trägerplatte (Glas, Kunststoff) aufgebracht.

Zur Erreichung des photovoltaischen Effektes sind nur sehr dünne Schichten notwendig (ca.0,01 mm).

Amorphe Zellen sind die kostengünstigsten Zellen. Vor allem in der Herstellung ist wesentlich weniger Energie notwendig und die Amortisationszeit daher entsprechend kürzer.

Der Wirkungsgrad liegt unter 10%

## Andere Solarzellentypen (Konzentrator)

Neuerdings gibt es die Möglichkeit mit Linsen die Leistung einer Solarzelle zu erhöhen.

Konzentratormodule müssen der Einstrahlungsrichtung der Sonne nachgeführt werden. Das Problem dabei ist jedoch, dass man nur die direkte Sonnenstrahlung konzentrieren kann, was in sonnenreichen Gegenden einfach möglich ist.

Mit Konzentratoren werden im Labor bereits Wirkungsgrade von bis zu 35% erzielt.

In größerem Maßstab findet jedoch noch keine Produktion statt.

## Wirkungsweise von Solarzellen

Die Rückseite der Solarzelle besteht aus einem ganzflächigen metallischen Kontakt, während sich auf der der Sonnenstrahlung zugewandte Seite die lichtempfindlichen Elemente mit einem metallischen fingerförmigen Kontaktsystem befinden.

Zur Vermeidung von Reflexionen an der Oberfläche wird eine Antireflexionsschicht aufgebracht, wodurch es zum bläulichen Glanz der Solarzelle kommt. Ein spezielles Hartglas und ein stabiler Rahmen sorgen für die mechanische Festigkeit.

## Umweltbilanz ist hervorragend

Dies gilt besonders im Vergleich zum Ressourcenverbrauch und zur Emissionsbilanz anderer Energietechnologien, wenn alle relevanten Zahlen in eine Vergleichsrechnung eingehen.

Dazu gehören z. B. auch die exorbitanten Kosten für Unterhalt, Sicherheit, Verwaltung und Überwachung durch Behörden, Endlagerung (Kernkraft), die in der Regel verschleiert werden.

Heute sind die mit der Photovoltaik verbundenen Emissionen (Beginnend mit deren Herstellung) bis zu Faktor 3 geringer als bei anderen Technologien der Energieerzeugung.

## Energetische Amortisationszeit

Der Zeitraum für die Rücklieferung der Erzeugungs-Energiemenge ("pay back-time") liegt etwa bei 6 Jahren.

Bei einer höheren Einstrahlung in besonders sonnigen Gebieten in den Schweizer Bergen, reduziert sich diese Zeit auf 3-4 Jahre.

Für amorphe Silizium-Zellen, für deren Herstellung entsprechend weniger Energie notwendig ist, liegen die Vergleichswerte bei 2 Jahren.

## Alterung der Solarzelle

Die Lebensdauer von Solarzellen in einem hochwertigen Gehäuse beträgt mindestens 25 Jahre. Die Zellen der ersten Anlagen, die in den 60er Jahren realisiert wurden, haben zum grössten Teil bis heute die volle Leistung.

Für handelsübliche mono- oder polykristalline Silizium-Solarzellen ist das Problem der Alterung sekundär.

Bei amorphem Silizium spielt die Alterung hingegen eine grössere Rolle.

## Photovoltaik-Anlagen

Beim Betrieb einer Photovoltaikanlage unterscheidet man zwei Arten: den Inselbetrieb, wenn keine Kopplung des Stromkreises mit dem öffentlichen Netz vorliegt

Netzgekoppelte Anlagen, wenn die Anlage direkt in das öffentliche Netz einspeisen soll.

Der erzeugte Gleichstrom muss in Wechselstrom umgeformt werden, was mittels einem Wechselrichter erfolgt.

## Nachführung der Photovoltaik-Module

Die Solarmodule geben ihre maximale Leistung dann ab, wenn die Sonne möglichst direkt auf sie trifft. Deshalb erhöht eine nachgeführte Anlage die Energieausbeute.

Auch steht im Winter die Sonne tiefer als im Sommer, was zusätzlich eine saisonale Nachführung überlegenswert macht. Aus diesen beiden Gründen gibt es ein- und zweiachsig nachgeführte Photovoltaik-Anlagen.

Der Energiegewinn aus nachgeführten Anlagen ist vom Standort abhängig, und kann bei zweiachsiger Nachführung in unseren Regionen bis zu 25%

## Leistungsausbeute einer Photovoltaikanlage

Wenn an einem klaren Tag in unseren Breitengraden etwa 1100 Watt pro Quadratmeter auf die Solarzellen gestrahlt werden, entspricht dies mit einem Systemwirkungsgrad von 10% einer elektrischen Leistung von 110 Watt pro Quadratmeter Solarzellenfläche.

Da in den Leitungen, beim Wechselrichter/Laderegler Verluste auftreten, kann als grober Richtwert 100 Watt (0,1 kW) pro Quadratmeter installierter Zellenfläche angenommen werden.

## **Kosten einer Photovoltaik-Anlage**

Ein kWp installierter Leistung kostet zwischen 5'000.– und 7'000 EUR.

Preisunterschiede in Abhängigkeit von der Unterkonstruktion, die besonders in schneereichen Gebieten aufwendiger sein kann.

## PV-Förderung in der Schweiz

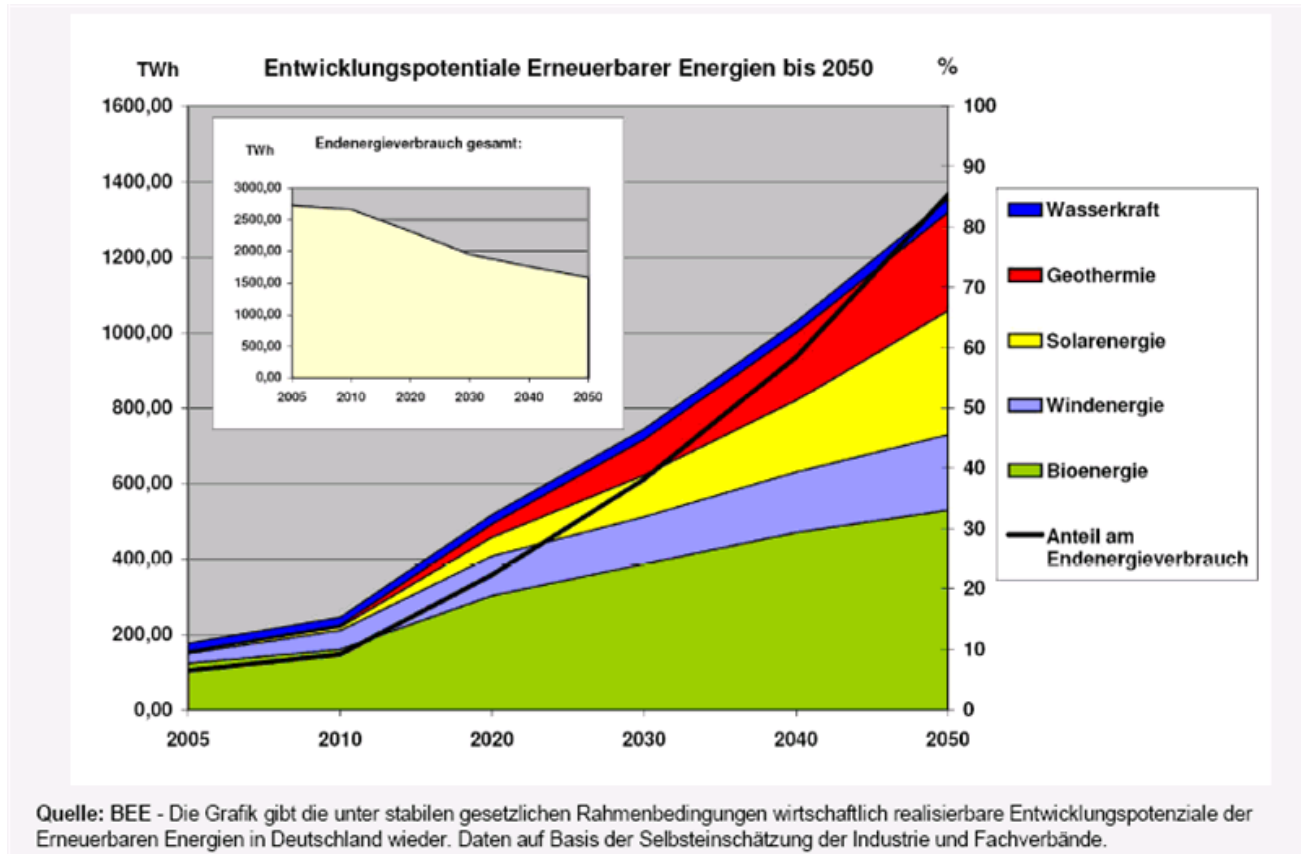
Seit Inkrafttreten des KEV in der Schweiz mit 1. Mai 2008 gelten einheitliche Fördertarife, die der private Anlagenbetreiber erhält.

Derzeit ist in der Schweiz der Maximalbetrag noch gedeckelt, doch ist mit einem Wegfall des Deckels in max. einem Jahr zu rechnen. Auch arbeiten einige Kantone an zusätzlicher Förderung, für Anlagen, für die derzeit im KEV kein Kontingent mehr zur Verfügung steht.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die Anlage gem. „Nature-Made“ zertifizieren zu lassen. Die Energieversorger kaufen dann den Strom zu gleichen Bedingungen ein, wie das KEV sie bezuschusst.

Alle Förderungen beziehen sich auf eine Vertragslaufzeit von 25 Jahren.

## Ausblick (TWh für die Schweiz x 0.1)



## **Fragen**

Nach dem Mittagessen begrüßen wir Sie in der Produktausstellung und beantworten gerne Ihre Fragen.

## Focus Switzerland und seine Partner sagen vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Ansiedlung Technologieunternehmen

Acquire für Industriecluster

New Business-Development

Marktgang und Sales-Push Schweiz

Marktgang und Sales-Push Deutschland

Veranstaltungen und Messen