

# Solarenergie per Flugzeug

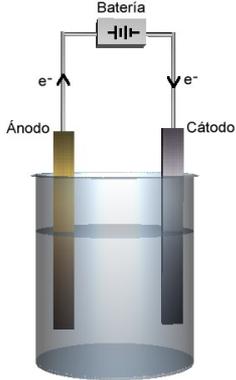
bezahlbar und wetterunabhängig



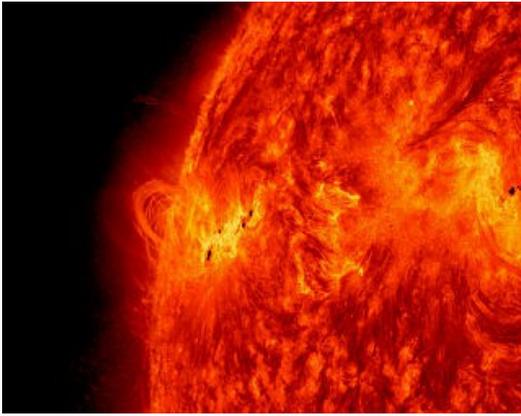
	Solarflugzeug [ct/kWh]	Konventionell [ct/kWh]
Gas	3	3
Strom	7	5+5(Umlage)

gruenluft@yahoo.de

# 1 Was braucht man dafür?

Was		Wofür
<b>Solarzellen</b>		Erzeugen Strom
<b>Flugzeug</b>		Über den Wolken scheint immer die Sonne. Auf den Flügeln werden die Solarzellen befestigt
<b>Elektrolyse</b>		Wandelt den Strom in Wasserstoff um.
<b>Gasspeicher</b>		Speichern den Wasserstoff.

## 2 Schnelldurchlauf



Die Sonne scheint



Das Licht trifft auf ein Solarflugzeug

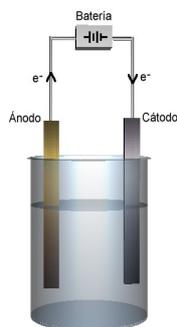
Das Flugzeug fliegt über den Wolken wo die Sonne scheint.

In großer Höhe ist es sehr kalt, was gut für den Wirkungsgrad der Solarzellen ist.

Nur 10% der Energie wird benötigt um das Flugzeug in der Luft zu halten.



Eine Solarzelle wandelt Licht in Strom.



Mit dem Strom wird durch die Elektrolyse von Wasserdampf Wasserstoff erzeugt.

Die Elektrolyse von Wasserdampf spart Energie.



Das Flugzeug landet abends.



Der Wasserstoff wird komprimiert  
Da kostet Energie, die man zurück bekommt s.u



In einen Solartransporter verladen.  
Das ist ein Transporter der mit Solarenergie angetrieben wird.



Fliegt nach Hause.

Mit Zwischenlandungen.

Am Äquator scheint auch im Winter die Sonne.



Der Wasserstoff wird dekomprimiert. Dabei wird Energie frei.



Wasserstoff wird ins Gasnetz eingespeist.  
Man kann auch direkt Methan erzeugen.

### 3 Wie funktioniert Solarenergie per Flugzeug?

Hier sind ganz knapp die wichtigsten Fakten.

#### 3.1 Über den Wolken im Süden

Am Äquator in 10-15 km Höhe:

- scheint die Sonne viel stärker. So beträgt die Strahlungsleistung 3,4kWh/Wp. Das ist 3,4 mal so viel wie in Deutschland am Boden.
- ist es richtig kalt (-30°C). Dadurch steigt der Wirkungsgrad von Solarzellen um bis zu 20%.
- scheint die Sonne auch im Winter und bei Regen.

**Eine Solarzelle am Äquator in 10-15 km Höhe liefert die vierfache Energiemenge einer deutschen Solarzelle und das auch im Winter oder bei Regen.**

#### 3.2 Solarzellen

Die Evolution von Solarzellen hat zahlreiche unterschiedliche Typen hervor gebracht. Sie sind preiswert, haben einen hohen Wirkungsgrad und sind biegsam. Sie können leicht auf einem Flügel befestigt werden.

- Dünnschicht Solarzellen gibt es ab 420€/kWp
- Der Wirkungsgrad von Solarzellen beträgt 14,6%
- Sie sind biegsam
- Dünnschicht Solarzellen sind sehr leicht

**Die moderne Solarzellentechnologie ist ideal für Solarflugzeuge und kostet nicht viel.**

#### 3.3 Wasserstoff durch Elektrolyse

Durch Elektrolyse wird Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff getrennt. Mit Wasserstoff kann man sowohl Strom als auch Wärme erzeugen. Wasserstoff kann man speichern. Er steht auch zur Verfügung wenn die Sonne nicht scheint.

Leider ist die Elektrolyse heute noch keine ausgereifte Technologie. Der jährliche Umsatz für Elektrolyseanlagen beträgt unter 100 Mio \$. Weltweit sind nicht einmal 1000 Menschen mit der Produktion von Anlagen beschäftigt. Eine Massenproduktion gibt es nicht. Die Elektrolysekosten liegen bei über 5ct/kWh. Der Wirkungsgrad beträgt ca. 80%. Das Gewicht heute am Markt erhältlicher Geräte beträgt wenigstens 40kg/kW die Investitionskosten liegen zwischen 1000-2000€/kW.

Durch Massenproduktion und neue Verfahren sollte es möglich sein den Wirkungsgrad zu erhöhen und die Kosten zu reduzieren. Besonders vielversprechend sind die PEM-Elektrolyse und die Hochtemperatur-Elektrolyse. Die Kosten könnten so auf 0,5ct/kWh sinken.

Gespeichert wird der Wasserstoff in Tanks aus Verbundwerkstoffen. Hier zeichnen sich Kosten von 3-5\$/kWh ab. Das Gewicht der Tanks sollte ca 100g/kWh betragen.

**Die Elektrolyse von Wasser ist noch keine ausgereifte Technologie. Sie wird in Zukunft noch viel besser und billiger werden.**

### 3.4 Das Flugzeug

Das Flugzeug ist wahrscheinlich ein unbemannter Nurflügler. Es wird zwei Arten von Solarflugzeugen geben. Einen Sammler um die Sonnenenergie zu sammeln und einen Transporter um sie nach Hause zu transportieren. Dies spart Gewicht und Kosten.



*Abbildung 1: Ernten und Transportieren*

117 Jahre nach dem Tod von Otto Lillienthal haben Flugzeuge ganz erstaunliche Fortschritte gemacht.

- Flügel
  - Gewicht < 1kg/m<sup>2</sup> ohne Tanks + Solarzellen
- Propeller
  - Wirkungsgrad 85%
- Motor
  - Gewicht: sehr gering (3-4kw/kg)
  - Wirkungsgrad: 93%
- Energieverbrauch
  - Nur 10% der Energie werden fürs Fliegen benötigt. 90% dienen der Wasserstoffproduktion.

## 4 Fazit

	Solarflugzeug [ct/kWh]	Konventionell [ct/kWh]
Gas	3	3
Strom	7	5+5(Umlage)

**Die Konsequenzen von so niedrigen Preisen für alternative Energie sind:**

- 1. Der Netzausbau ist überflüssig**
- 2. Gebäudesanierung macht keinen Sinn**
- 3. Die Energiepreise können auch mit der Energiewende langfristig deutlich sinken**

## 5 Sie wollen mehr erfahren?

Dies ist nur eine kurze Zusammenfassung.

Sie brauchen mehr Details?

Sie wollen eine detailliertere Ausarbeitung lesen?

Sie haben Fragen?

Ich freue mich über jede email und versuche sie möglichst schnell zu beantworten.

Daniel Grünluft

[gruenluft@yahoo.de](mailto:gruenluft@yahoo.de)

07.08.13 (Version 1.0)

<http://gruenluft.lima-city.de/pdf/solarflyer.pdf>

# 6 Anhang

-----BEGIN PGP PUBLIC KEY BLOCK-----  
Version: GnuPG v1.4.11 (GNU/Linux)

```
mQENBFijT1QBCAdeclLUNK/HGHGZcrtucdv2qy9s9kPS7QBOxknseEQ6+bBPNJm1
jJn1Ily+BBgb/6yQghnNG1ombLVYFyOSLCARrD2QdVpEhnaLVZMnoT+LrHsk5shuV
6gdXYFxe6LREh0VC5AQNOqQpOy/yMta8SaT+3a1RpL2XFxF2cvXWzybFiXV5XGO/
MO9+vp1zH6h/nlWHeJcC8G2NjMpZ9wq0oTickNode/qoACMqtW4TdnclU8Lap3Dg
5g6I/5aoyWuktDuj+DXwb/+aEHI9ZFXbDsFo3S9+LdUhpXyDWCYcnVty1lFykS
Ww21V71f/1hXAL/9Fds7oWqktXQSTAXsexLABEBAAG0JURhbm1lbCBHcnVlbmxi
ZnQgPGdydWVubHVmdEB5YWhvby5kZT6JATGTEwEwECACIFAl1jT1QCGwMGCwkIBWMC
BhUIAgkKCWQWAgMBAh4BAheAAoJERknyFUTWjiuMgTMH/3PKzCf0G99RHYS/dFmc
/4KGaBAVJmh4qoKQ+OzDYgcsjCo44yoYaaZSp1slgH1XeT6cBYRmlmSr1A1DSAVQ
TEAfHk0FodoZhkg4N7Sc9RVAMWtwCvEZGqg8gSfTWHLJnUrVTZaFtjH8v9BVH1Ve
TkxNMUbQs1e8eXXviRrWhjEjurQXaHLChVzhqoq/pzFvMRSLjuWrtFDBbgJ51pCg
zwh0Z+LrvMftZiHJYrHL9B+1p6IozFt4igdJ5Vug1cFVM+wXVyQoApJqCvPp+BY
BEk5kNobX9Nr/xxbjcczMTgC6TqcxqCEsj5qYyemYvj1C770MKFAfz+51nS51gMJ
eh65AQ0EUINPVAEIAJoFro/J3TJjMHxoZWTgZ/laIVuonNh7Y8jGeyGuKc8YoVq1
lYepQStPMTpTuc9Dohtr0ExIkNp9QHBTLXH015wcfdeBuGdnbVvr1KSP+7W38Xxs
alFo24oH4J1Jxq7EJcpT+dpUp3x0YadH/IVhZEFzsn1zOd/c8NPXe5ydekn1tp7
/H7eag6bXMqCkV8KbW6CcmXzECG07IEXbr1su7s3iSOUVDZ1q/5EWvQIvw+j5I
x89Yi4rS5PnFZVc1XVagX6+/rvCl/dkUko0F7AD7g2g9J/cZNmTm6cEnodhARHr0
NzaSdii/+EnyDghGUr0zkY1Xsv0LHBUTMQ+fxH8AEQEAAyKBHwQYAIACQUUCiNP
VA1bDAARCRCP8hVe1o4rjPd2B/wPi8oeT869ruGblLbKOSWymt180RXfjYf2bSv
Ic2iEopc/303BVGDSwFty110e7gmzWSwvsBTrnv0xXTYq15VMvt0+oZAIToBjtJt
5gbvgQ2FjK6dXyZ2TS38mR4Xk5Pw0DkUXm305s+zs9B34Ux2bWQCZpGF13nU1t
i3JmCSLDC1Sw+ro3LDTkazJhIYD/La7fsgpFDmlesVZJ4K1IvwWkX6fiujpHoso0
U3nmk6DFvuu9BScUj92KSLodF0wxcWgxnNMkbyQdFqID2y67j9QG3QfZbEw5Pxx
MotPDDeBsy3JKRBJGerg1N7KcnXC/1EFBKg3B0slw75bxVPP
=65NR
```

-----END PGP PUBLIC KEY BLOCK-----