

# Energieeffizienz mit Gebäudeintegrierter Solartechnologie

## Wärme und Strom von Fassade und Dach

Dr. Adalbert Sauter, Baubiologe u. Energieberater

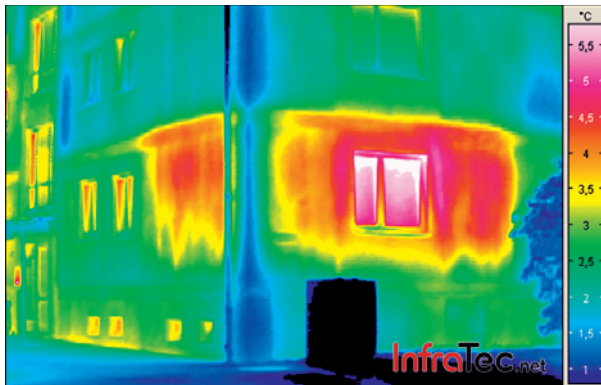


Abb. 1a: Wärmebrücken: alte Fenster, Fensteranschlüsse, feuchter Putz

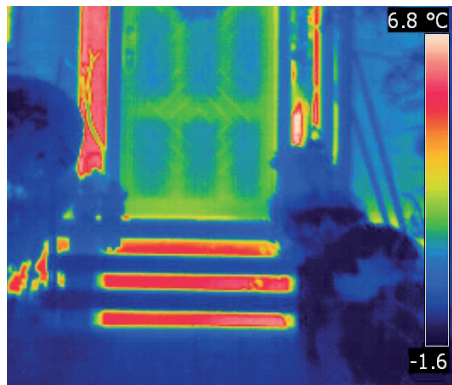


Abb. 1b: Hauseingangsbereich mit Wärmebrücken

Behagliche Wärme in Wohn- oder Bürogebäuden ohne Heizöl bzw. Erdgas ist ein Grundbedürfnis. Mit innovativen Entwicklungen und ansprechender Fassadengestaltung inkl. Denkmalschutz lässt sich dies unter Einsatz regenerativer Energietechnik umsetzen. Im Bereich der Heiztechnik bedarf es für den Gebäudeeigentümer keiner hohen Investitionen – Energie-Liefer-Contracting. Für die Gebäudehülle bietet die KfW und BAFA sehr interessante Unterstützung an.

Schwachstellen eines Gebäudes sind vom Energieberater schnell erfasst: alte Fenster, mangelnde Dämmung von Außenfassade und Kellerdecke sowie ein veraltetes Heizsystem mit Nachtspeicheröfen. Eine Infrarot-Kamera zeigt die Wärmebrücken am Wohnungsbau und an Gewerbebauten. Diese Untersuchung wird bei Wohnbauten öffentlich gefördert. Als Ergänzung zur Vor-Ort-Beratung (BAFA-Förderung) ist die Gebäudethermografie ein sehr wertvolles Instrument bei der Beurteilung der Gebäudesubstanz, Abb. 1a, b u. 2.

### BEDARFSORIENTIERTER ENERGIE-AUSWEIS – DER SCHLÜSSEL ZUR ENERGIEEFFIZIENZ

Beim Kauf oder der Anmietung eines Gebäudes sollten vorher die Details im Energieausweis genau gelesen sein. Nur die bedarfsorientierten Energieausweise geben den Energieverbrauch realistisch an. Nutzungsgewohnheiten machen sich am Energieverbrauch bemerkbar, jedoch sind die baulichen Besonderheiten und die Heiztechnik wesentlich stärker zu bewerten. Die obere Zahl beim bedarfsorientierten Energieausweis bezeichnet den Energieverbrauch, der durch bauliche Besonderheiten hervorgerufen wird. Die Zahl darunter berücksichtigt auch die Brennstoffe und Transportwege. Häuser, die in den letzten Jahrzehnten mit elektrischen Nachtspeicheröfen (Primärenergieverbrauch

> 400 kWh/m<sup>2</sup>\*Jahr) ausgestattet wurden, sind unverkäuflich oder nicht vermietbar, wenn der Interessent nach dem Energieausweis fragt.

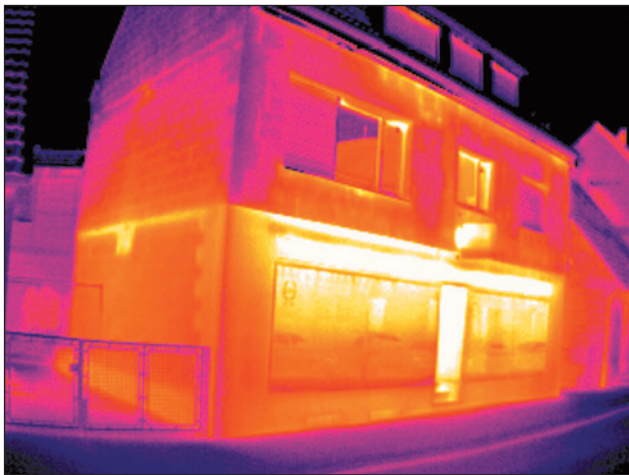
Eine Heizanlage, die Holz als regenerative Energiequelle nutzt, wird besonders gefördert (Energieausweis, BAFA, KfW). Holz hat einen vorgegebenen Primärenergiefaktor von 0,2, Erdgas und Heizöl je 1,1 und Strom den Faktor 2,7.

### TRICKKISTE - ENERGIEAUSWEIS

Ein gut gebautes Haus nach der ersten Wärmeschutzverordnung mit Gasbetonsteinen Anfang der 80er Jahre hat akzeptable Energieverluste durch die Hauswand. Durch elektrische Nachtspeicheröfen wird das solide Haus zur unverkäuflichen „Energieschleuder“ mit Werten über 400 kWh/m<sup>2</sup>\*Jahr. Werden diese entfernt und durch einfache Holzöfen aus dem Bau-

markt (Restposten) ersetzt, dann ist das gleiche Gebäude fast ein KfW-55-Haus geworden ohne Fenstererneuerung oder Fassaden-/Dachsanierung. Häuser werden mit dem Primärenergieverbrauch angeboten.

Ein schön gerechnetes Haus mit Primärenergiefaktor 0,2 soll nicht über massive Baumängel (Wärmebrücken an Fenster und Dach, mit Farbe kaschierte Schimmelschäden) hinweg täuschen. Eine kalte Hauswand (innenseitig), Zugluft und ein rasches Auskühlen der Räume, nachdem der Ofen ausgeschaltet wurde, stellt nicht nur eine geringe Behaglichkeit im Haus dar, sondern lässt erahnen, dass 60.000€ und mehr pro Wohneinheit für die Sanierung der Immobilie anstehen. Beim Kauf einer Immobilie ist es deshalb unerlässlich, sich vor dem Kaufvertrag eine fachkundige



Nach DIN 18599 (Energieausweis Gewerbebau ab 7/2009) wird der Energiebedarf des Gebäudes auch mit Kühllasten für Gewerbebauten berücksichtigt. Eine energetisch optimierte Hauswand wirkt Kosten senkend beim Stromverbrauch der Klimaanlage. Das Raumklima wird durch die Sanierung der Fassade verbessert. Im Rahmen der Sanierung bietet es sich an, Vollwärmeschutz mit regenerativen Energiesystemen (Solarthermie) in einem WDVS ästhetisch zu kombinieren. Positiver Nebeneffekt ist die Steigerung des Immobilienwerts mit innovativen Lösungen

Abb.2: Ladengeschäft mit hohem Energieverbrauch

Foto: FLIR

Meinung durch einen BAFA-zugelassenen Energieberater einzuholen. (Förderung: Wohngebäude vor 1995). Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 tritt am 01.10.2009 in Kraft. Das folgende praktische Beispiel unterstreicht die Thematik:

Freistehendes Einfamilienhaus, Bj. 1940 mit Primärenergieverbrauch 337 kWh/m<sup>2</sup>\*a, mehrere Öfen wird vor Okt./2009 nach EnEV 2007 saniert.

- ▶ Mit neuen Fenstern U = 1,1, 14 cm Fassadendämmung und 16 cm Dachdämmung sowie
- ▶ neuen Dachziegeln (Kosten ca. 40.000 €.) Resultat: Verbrauch sinkt auf 204 kWh/m<sup>2</sup>\*a.
- ▶ Mit weiteren ca. 21.000 € für Holz-zentralheizung und 5 qm Solar-Warmwasser verbraucht das Haus 65 kWh/m<sup>2</sup>\*a.
- ▶ Durch zusätzliche ca. 7000 € für Mehrkosten der Fassadendämmung auf 20 cm und 10 cm und
- ▶ Dämmung der Kellerdecke-Unterseite sind es 52 kWh/m<sup>2</sup>\*a.

**ENERGIEEFFIZIENZ BEI KLEINEN UND MITTLEREN UNTERNEHMEN**

Kleinen und mittleren Unternehmen (KMU, bis 250 Mitarbeiter) wird die Finanzierung einer fachkundigen, unabhängigen Energieberatung im Rahmen des „Sonderfonds Energieeffizienz in KMU“ angeboten, die in konkrete Vorschläge für wirtschaftlich sinnvolle Energieeffizienz-Maßnahmen münden. Energetische Schwachstellen im

Unternehmen werden analysiert und Möglichkeiten für energie- und kosteneinsparende Verbesserungen aufgezeigt. Für die Energieeffizienz-Beratung erhalten kleine und mittlere Unternehmen von der KfW Zuschüsse von bis zu 80 % der Beratungskosten.

Bei Unternehmen zählen Amortisationszeiten bis fünf Jahre. In dieser Zeit lassen sich nur gering investive Maßnahmen oder die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung zu Gebäudesubstanz verbessernde Maßnahmen sind mit Amortisationszeiten über zehn Jahre anzusetzen. Gebäudesubstanz und Anlagentechnik zusammen verbessern nicht nur den nachhaltigen Immo-

bilienwert, sondern tragen erst in der Kombination zum Raumklima bei, mit den daraus resultierenden verminderten Verbrauchskosten, z.B. Klimaanlage, ggf. Kombination mit zweiachsig nachgeführter Solarthermie auf dem Grundstück.

**SONNENSCHUTZ UND ENTLASTUNG DER KLIMAAANLAGE AN BESTANDSBAUTEN**

Ziel ist die energetische Optimierung von Bestandsbauten an Gewerbebauten und im Wohnungsbau mit Photovoltaik. Durch innovative Produkte wird eine umweltbewusste und nachhaltige Erscheinung der Fassade dargestellt. Die Bandbreite reicht



Abb.3: Bewegliche schwebende Solarmodule zum Sonnenschutz

von modern - funktionell - ästhetisch erscheinendem Gebäude bis zu extravagant, um sich von Nachbargebäuden abzuheben. Photovoltaikmodule sind gleichermaßen integraler Bestandteil von Fassade und übernehmen klassische Aufgaben eines Baumaterials. Über die Funktion der Stromgewinnung hinaus werden sie zum Multitalent mit Aufgaben wie

- ▶ Witterungsschutz
- ▶ Sonnenschutz - Blendschutz an großen Glasfronten, besonders Süd- und Westseite
- ▶ Schallschutz
- ▶ Wärmedämmung
- ▶ Sichtschutz und
- ▶ elektromagnetische Abschirmung
- ▶ und tragen gleichzeitig zur Senkung des Primärenergieverbrauchs bei.



Abb.4: Schwenkbar montierte Solarmodule

Beim Sonnenschutz wird zwischen dem passiven Sonnenschutz (Sonnenschutzverglasung) und aktivem Sonnenschutz (bewegliche Elemente) unterschieden. In Bestandsgebäuden sind teilweise Sonnenschutzverglasungen vorhanden, die ohne zusätzliche Kühlung / Klimatisierung keinen ausreichenden Sonnenschutz bieten, d.h. Büroräume heizen sich tagsüber stark auf. Je größer der Glasflächenanteil an Süd- und

Westfassaden ist, umso ausgeprägter ist die Raumerwärmung.

Es gibt in der Praxis Photovoltaik mit drei Varianten von schwenkbar montierten Solarmodulen:

- ▶ in der Fassade integrierte schwenkbare Solarmodule, Abb.4.
- ▶ das schwenkbar montierte Solarmodul, das sich gleichzeitig vor das Fenster / Balkontür schieben lässt
- ▶ über Fenster / Balkontüren an der Fassade schwebende Solarmodule.

### SCHWENKBARES SOLARMODUL IN FASSADE INTEGRIERT

Ein schwenkbar montiertes Solarmodul (CIS oder Dünnschicht) wird mit seinem Rahmen aus der Fassade nach vorne heraus geklappt. Je nach Platzverhältnissen und Design bietet sich die Montage des Moduls im Hoch- oder Querformat an. Durch die elektrische Steuerung richtet sich das Modul in einem Neigungswinkel auf, so dass sich der Verlust durch die senkrechte Fassadenposition deutlich verringern wird, auf ca. 5% bei Südausrichtung. Senkrecht an der Wand montierte Solarmodule liefern ca. 30% weniger Ertrag als auf dem Dach installierte. Die Hinterlüftung des Solarmoduls bietet durch den Kühleffekt eine weitere Leistungssteigerung im Vergleich zur senkrechten Festmontage in der Fassade. Die beweglichen Fassaden-Solarmodul-Konstruktionen passen sich dem Sonnenstand (tagsüber, jahreszeitlichen Verlauf) an. Durch die einachsige Nachführung erhöht sich der Stromertrag.

### SCHWENKBARE KOMPONENTE ZUM SONNENSCHUTZ

Die Solarmodule werden als Schiebeläden mit einer Metallhalterkonstruktion an die Fassade montiert und können bei Bedarf senkrecht hängen, aber auch nach vorne geschwenkt werden. Mehrere CIS-/

Dünnschichtmodule lassen sich auf einem gemeinsamen Schlitten hin- und herbewegen. Limitierender Faktor ist der Platz neben dem Fenster. Mehr als drei CIS-Module werden gewöhnlich nicht auf denselben Schlitten montiert. Die Kabelführung ist in der Rahmenkonstruktion integriert. Das erste CIS-Modul hat auf der Rückseite eine Kabelaufwicklung. Die daneben hängenden Solarmodule sind wie bei jeder Solaranlage miteinander verbunden.

Ob eine Verschattung gewünscht wird, entscheidet der Nutzer/Kunde. Direkt vor dem Fenster/Balkontür bietet der schwenkbare Solarladen noch genügend Lichteinfall von der Seite (Streulicht). Wenn der Sonnenschutz keine Bedeutung (Winter) hat, bleibt der Solarladen neben dem Fenster/Balkontür. Der höchste Stromertrag entsteht im geschwenkten Zustand an Süd-, Ost- und Westfassade. Die Solarläden erwirtschaften Geld, während alle anderen Systeme (Markisen, Lamellen) eine Investition ohne Stromertrag sind. An der Fassade ist die Verschattungsproblematik ausgeprägter als auf dem Dach. Aus diesem Grund werden die Module bevorzugt in Parallelverschaltung an den Wechselrichter angeschlossen.

### ÜBER FENSTER SCHWEBENDE SOLARMODULE

Überwiegend an Gewerbebauten werden Solarmodule mit Abstandshaltern an die Fassade montiert. Nach Ermittlung des Einstrahlwinkels im Sommer und Winter wird die Montagehöhe und Neigungswinkel festgelegt.

Bei festmontierten unbeweglichen Konstruktionen wird ein Kompromiss gesucht, um die Blendwirkung der Sonne weitestgehend zu verringern. In der Variante einachsiger nachgeführter Systeme kann der Einstrahlwinkel im Tagesverlauf berücksichtigt werden. Im Winter unterstützt der geringe Einstrahlwinkel des Sonnenstands die Heizung der Räume bei beiden Varianten. Der Stromertrag ist in der beweglichen Variante höher. Die Aufheizung der Räume im Sommer wird reduziert. Die Klimaanlage benötigen eine geringere Kühlleistung, der Stromverbrauch reduziert sich deutlich.



### Ob Neubau oder Bestandsbau

Die Kollektoren werden individuell geplant und zwischen die Fenster horizontal oder vertikal integriert. In der Fassade bündig eingesetzte Solar-Kollektoren liefern im Winter durch den flacheren Einstrahlwinkel der Sonne einen höheren Warmwasserertrag als auf dem Dach. Um die Solarkollektoren wird die Fassade mit Holz verkleidet, verputzt oder verklinkert und passt sich dadurch ästhetisch an umliegende Gebäude an.

Durch die Einspeisevergütung nach EEG und die ersparten Stromkosten der Klimaanlagen amortisiert sich diese PV-Anlage in < 10 Jahre (ohne WDVS-Wärmedämmverbundsystem).

### 3. WÄRMEDÄMMVERBUNDSYSTEM

**Montage:** Auf den alten Putz einer bestehenden Hauswand wird ein WDVS mit der üblichen Wärmeleitgruppe (WLG) 035 geklebt. Mit einem Dämmstoff, der deutlich bessere Wärmedämmeigenschaften hat (WLG 022, Brandklasse B 1), wird die bisherige Dicke nicht benötigt. Die Platzersparnis bietet die Möglichkeit, ein Solar-Modul mit Halteschienen durch die Däm-

der verputzten Wand abschließt. Die anderen vorgestellten PV-Systeme werden analog wärmebrückenfrei montiert. Dieselbe Befestigungstechnik zeigt sich bei der Solarthermie im Wärmedämmverbundsystem.

### 4. VOLLWÄRMESCHUTZ MIT ÄSTHETIK: IHRE UNABHÄNGIGKEIT VON HEIZÖL UND ERDGAS

Wärmeschutz ist ein ganzjähriges Thema. Egal, ob es im Winter draußen kalt oder im Sommer draußen heiß ist.

Bisher war der winterliche Wärmeschutz im Blickpunkt. Der sommerliche Wärmeschutz gewinnt durch die Klimaveränderung zunehmend an Bedeutung. Eine starke Sonneneinstrahlung auf eine Fassade heizt die Hauswand zunehmend auf, vergleichbar dem Effekt eines Specksteinofens. Trotz Regenwetters über eine Woche strahlt die Hauswand nach innen die gespeicherte Wärme weiter ab. Arbeitsplätze, die nach der Arbeitsstättenverordnung nicht über 26°C liegen sollten, sind durch

nicht gedämmte Wandkonstruktionen (sog. Sandwich-Bauweise) stark betroffen. Im Rahmen der EnEV 2009 (Energie-Einsparverordnung) und das Erneuerbare Wärmegesetz fordern zunehmend größere Anstrengungen seitens der Eigentümer und Planer bei der Renovierung von Bestandsbauten.

Die Drei-Scheiben-Verglasungen und Phase-Change-Materialien (PCM) sind auf dem Markt und bieten nur Teillösungen zum Wärmeschutz. Im Fassadenbereich

bietet sich Vollwärmeschutz mit Solartechnologie an. Sonnenschutz und zusätzliche solare Kühlung lässt sich an Gewerbe- und Wohngebäuden realisieren. Die größte Primär-Energieeinsparung besteht in der Reduktion des Gebäudewärmeverlustes durch effiziente Verbesserung der thermischen Gebäudehülle in Kombination mit regenerativen Energietechniken. Im Bestandsbau entscheidet sich die Energiewende, da ca. 95 % der Gebäude in Deutschland älter sind als die nach der Wärmeschutzverordnung 1995 errichteten Bauten. Mit der zunehmenden energetischen Optimierung von Bestandsgebäuden reduziert sich die wirtschaftliche und politische Abhängigkeit von Heizöl/Erddgas.

Ziel ist:

- ▶ die Lebens- und Raumqualität (Behaglichkeit) im Gebäude zu verbessern,
- ▶ Vermeidung von Schimmelbildung an den Wänden,
- ▶ einen verminderten Energieverbrauch der Gebäude durch innovative Techniken,
- ▶ Einsatz neuer Technologien: (Energiegewinnung aus der Hauswand mit Solarkollektoren) Wärmepumpe (Kupferfassadenelemente)
- ▶ die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Ausstoss,
- ▶ zeitgleich hohe Energieeffizienz erreichen mit Errichtung von Nahwärmenetzen. (Gewerbebau produziert Wärme, speist Überschuss-Wärme in eine Wohnanlage)
- ▶ langfristige Planungssicherheit über 10 Jahre durch Energie-Liefer-Contracting mit Nutzung regenerativer Energien.



**Fischer Thermax**  
Für die völlige thermische Trennung zur Vermeidung von Wärmebrücken gibt es dieses Verankerungssystem. Der Konus (schwarz) trennt das Ankergewinde von der Befestigungsschraube an der Fassade. Die Punkt-Wärmebrücke wird vermieden. Unterschiedliche Dämmstärken oder Vor-/Rücksprünge in der Fassade lassen sich überbrücken. Eine geneigte Montage von Solarkollektoren ist möglich.

mung hindurch in der Mauerwerks- oder Betonwand zu verankern. Spezielle Verankerungssysteme für Abstandsmontage werden wärmebrückenfrei eingesetzt. Eine lange zentrale Gewindeschraube verankert sich in der bestehenden Hauswand. Die Mineralfaserdämmung mit WLG 035 bietet den Brandschutz im Randbereich des Solarmoduls. Der mineralische Außenputz kommt außerhalb des Solarmoduls auf das herkömmliche Wärmedämm-Verbundsystem, so dass das Solar-Modul bündig mit



Bei diesem Dach würde eine herkömmliche PV- oder Solarthermieanlage kaum zu installieren sein. Dafür gibt es innovative Lösungen

## WÄRME: SOLAR-DACHPFANNEN MIT SOLAR-WÄRMEPUMPE

Die Dachpfannen sind mit aufmontierten Wärmetauscher ausgestattet. Ab 22 qm Solardachpfannen reichen für ein Einfamilienhaus. Das restliche Dach kann mit gewöhnlichen Ziegeln gedeckt werden. Das System arbeitet „zweigleisig“. Der Umgebungsluft wird Wärme entzogen und in das Heizsystem eingespeist. Bei höheren Außentemperaturen reicht allein der Dachpfannen-Kollektor, bei kühler Witterung entnimmt die Wasser-/Sole-Wärmepumpe die Energie. Durch diese Technik ist gewährleistet, dass zu jeder Jahreszeit stets eine ausreichende Menge an Wärmeenergie für Brauchwasser und Heizung zur Verfügung steht. Ein Vorteil liegt darin, dass das System unabhängig von Sonneneinstrahlung ist und daher rund ums Jahr funktioniert. Ergebnis: eine Energieersparnis von ca. 60 bis 70%

*Dr. Adalbert Sauter*  
**SOL-Century, Landsberg/Lech**  
[www.sol-century.eu](http://www.sol-century.eu)

Solare Kühlung mit Solarkollektoren an der Fassade ist möglich. Die Fassade liefert die Wärme im Sommer an die Adsorptionskältemaschine.

Im Winter heizt die Solarkollektorfassade durch den flachen Einstrahlwinkel der Sonne das Gebäude. Der Vollwärmeschutz trägt dazu bei, dass eine Wärmespeicherung wie bei Ziegelmauerwerk oder Betonwand kaum möglich ist. Die Räume bleiben im Sommer kühl.

Im Winter liegt der Taupunkt in der Dämmschicht und erreicht nicht die bisherige Wandkonstruktion. Die Oberflächentemperatur an der Wandinnenseite ist messbar höher als vor der Sanierung mit höherer Behaglichkeit in den Räumen. Insgesamt kommt es zu einem Win-Win-Effekt durch den Einsatz eines Vollwärmeschutzes der Fassade mit integrierten Solarkollektoren. Durch die Einbindung in ein energetisches Optimierungskonzept gewinnt das Gebäude zusätzlich eine neue Erscheinung.

In jede Hauswand, bestehend aus Hochlochziegeln, Vollklinker, Betonwand oder Gasbausteinen kann die Solarthermieanlage mit dem Verankerungssystem montiert werden. Eine Entfernung des alten Putzes oder Klinker ist nicht nötig.

## 5. HEIZEN SIE MIT IHREN DACHZIEGELN ODER MÖCHTEN SIE STROM?

Ihr Dach schützt Sie nicht nur, sondern die Dachziegel selber gewinnen Energie, ohne dass man die üblichen Solaranlagen darauf montiert hat. An jedem Dachziegel steckt eine Absorberfläche für eine Wärmepumpe oder ein kleines PV-Modul. Die Wärmegewinnung funktioniert auch nachts oder bei Regenwetter. Gerade dort, wo auf dem Dach für eine klassische Solaranlage kein Platz ist (Dachflächenfenster, Entlüftungsröhre, Schornstein, etc.), oder der Denkmalschutz es nicht erlaubt, dass klassische Solaranlagen montiert werden, gibt es eine sehr gute Lösung:



Mit der Sonne wärmen und kühlen – und das 365 Tage im Jahr – ohne Einsatz von Öl und Gas. Der Umwelt zuliebe!

*Sehen Sie auf dem Dach die Solar-Dachpfannen-Kollektoren?*

# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

Fach.**Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne