

Investitionen in Erneuerbare: Zerbröselnde Renditen!

geschrieben von G. Keil | 22. Juni 2013

Diverse Qualitätsprobleme mit Solaranlagen

Todd Woody berichtete am 28. Mai in der New York Times über die zunehmenden Probleme mit der Qualität der Solarmodule, die in den USA installiert wurden (1): Die Solarpaneele, die ein riesiges Warenhaus-Dach in der Region östlich von Los Angeles bedeckten, hatten erst zwei Jahre ihrer angeblich 25-jährigen Lebensdauer hinter sich, als sie versagten. Schutzschichten lösten sich auf, während weitere Defekte zwei Brände verursachten, die das System für zwei Jahre außer Betrieb setzten. Es kostete Hunderttausende Dollar an Einnahmeverlusten. Es war kein Einzelfall. Weltweit berichten Testlabore, Entwickler, Finanziers und Versicherer über ähnliche Probleme und sprechen davon, dass die 77-Milliarden-Dollar Solarindustrie eine Qualitätskrise hat. Ob dieses Problem durchgängig existiert, ist unklar, weil es aus der Industrie keine Zahlen über defekte Solarmodule gibt. Wenn Ausfälle entdeckt werden, verhindern Vertraulichkeitsabmachungen die Veröffentlichung der Namen der Produzenten.

Aber auf dem Spiel stehen Milliarden Dollar, mit denen Solarinstallationen finanziert wurden – von Kraftwerken in Wüstengebieten bis zu Vorstadtdächern – unter der Voraussetzung, dass sie sich ein Vierteljahrhundert lang rentieren, was wohl nicht mehr in allen Fällen zu erwarten ist.

Die Solar-Entwicklungsfirma Dissingo erlebte beträchtliche Ausfälle von Solarmoduln bei ihren Projekten, wie deren Direktor Dave Williams bestätigte. „Ich möchte nicht alarmistisch sein, aber die Qualität stellt eine Langzeitbedrohung dar“, erklärte er. „Die Qualität ist gefährdet, seit sich die Materialien in den Moduln täglich ändern und die Hersteller die Information darüber verweigern.“

Die meisten Sorgen über die Qualität konzentrieren sich auf China, die Heimat der größten Solarproduktionskapazität weltweit. Nachdem Chinas Solarunternehmen Milliarden Dollar Schulden machten, um ihre Produktion dermaßen hochzufahren, dass schließlich die Preise der Solarpaneele seit 2009 abstürzten, stehen sie nun unter extremem Druck, ihre Kosten zu senken.

Ein spektakulärer Fall: Chinesische Banken zwangen im März Suntech – bis 2012 der weltgrößte Solarproduzent – in die Insolvenz.

Führungskräfte von Unternehmen, die chinesische Fabriken im Auftrag von Entwicklern und Finanziers inspizieren, teilten mit, dass sie seit 18 Monaten festgestellt hätten, dass selbst die renommiertesten Unternehmen

billigeres, nicht getestetes Material anstelle des bisher verwendeten Materials einsetzen. Andere Markenhersteller hätten Fertigungslinien geschlossen und kleineren Unterauftragnehmern die Montage der Module übertragen.

„Wir haben Inspektoren in vielen Fabriken und es kommt nicht selten vor, dass die Produkte großer Markenhersteller in jenen kleinen Werkstätten gefertigt werden, wo es keine Qualitätskontrollen gibt“, sagte Thibaud Lemoine, der General Manager von SRS Certified, einer französischen Testfirma. Als STS 215.000 Module in ihrem Shanghaier Labor 2011 und 2012 untersuchte, sprang die Anzahl der Defekte von 7,8 auf 13 Prozent. In einem Falle, sagte Mr. Lemoine, sei eine komplette Modul-Lieferung eines an der New Yorker Börse notierten Markenherstellers defekt gewesen; er durfte dessen Namen nicht nennen.

„Nach unseren Untersuchungen wechseln einige Hersteller absolut zu billigen chinesischen Materialien, um Geld zu sparen“, erklärte Jenya Meydbray von der kalifornischen Testfirma PV Evolution Labs.

Solar Buyer, ein Unternehmen aus Marlborough, Mass., entdeckte Fehlerraten zwischen 5,5 und 22 Prozent bei der Prüfung von 50 chinesischen Fabriken in den letzten 18 Monaten, teilte Marketing Direktor Ian Gregory mit.

Die photovoltaische Zelle, die einen sehr kleinen Teil des Sonnenlichtes in Strom umwandelt, ist das wichtigste Element eines Moduls. Aber dessen kritischste Komponenten sind ein dünner Film, der die Zelle vor Feuchtigkeit schützt, und eine Vergussmasse, die die Zelle zwischen Glasschichten versiegelt. Dieses System ist großen Temperaturschwankungen ausgesetzt; aggressive Luftschadstoffe greifen es an; die harte Ultraviolettstrahlung der Sonne verursacht molekulare Brüche in den Kunststoffen – Versprödung und Rißbildung drohen. Wenn dann Nässe eindringt, ist das Ende der Lebensdauer erreicht.

Mr. Gregory bestätigte, dass wiederholte Inspektionen herausgefunden hätten, dass einige Hersteller systematisch auf billigere Materialien umgestellt hätten, einschließlich solcher, deren Anwendungszeitraum schon abgelaufen war. *„Wenn die Materialien nicht gut oder nicht gründlich getestet sind, haften sie nicht zusammen und das Solarmodul fällt dann vielleicht im Feld auseinander“*, sagte er. Genau das geschah 2011 bei einem erst ein Jahr alten Solarkraftwerk in Australien, wie Mr. Meydbray sagte. Tests bestätigten die Verwendung minderwertiger Schutzschicht-Materialien.

In den Niederlanden bestätigte René Moerman vom Versicherer Solar Insurance and Finance, dass die Ansprüche aus Schadensfällen jüngst um 15% angestiegen seien. Die Inspektion eines britischen Solarkraftwerks hätte ergeben, dass 12% der gerade installierten chinesischen Module versagt hatten. Wiederum verboten ihm Vertraulichkeits-Vereinbarungen die Nennung des Herstellers.

Auch nicht-chinesische Hersteller haben Qualitätsprobleme. First Solar, einer der größten U.S.-Hersteller, hat zur Deckung der Kosten für den Ersatz von 2008 und 2009 produzierten defekten Modulen 271 Millionen Dollar zurückgelegt. Auch die schadhafte Paneele auf dem Warenhaus bei L.A. (s.o.) stammten von einem amerikanischen Hersteller.

Die Nennung des Namens dieses Produzenten wurde dem Reporter verweigert...

Das ist offenbar in der Photovoltaikbranche die gängige Methode – und nicht unbedingt ein Anlass für Vertrauen.

Da der enorme Kostendruck anhält, wird sich vermutlich an dieser Situation nur eine Sache ändern: Die Versicherer, die noch im Solargeschäft bleiben, werden wohl ihre Prämien anpassen. Das knabbert an der Rendite.

Mit den Problemen der Hersteller sind die Probleme der Photovoltaik-Anwender aber noch nicht vorbei. Eine sehr ärgerliche Begleiterscheinung ist die Brandgefahr. Schon kleinste Schäden wie Montagepfusch, Marderbisse, Leitungsaufschabungen oder wetterbedingte Abnutzung können unter Umständen einen Brand auslösen. Die hohe Gleichspannung der in Serie geschalteten Module, die bis zu 1000 Volt gehen kann, führt bei einer Leitungsunterbrechung zu einem rund 5000 Grad heißen Lichtbogen, der über Stunden brennen kann (2). Die Feuerwehr ist angesichts der Gefahr durch die Hochspannung sehr zurückhaltend beim Löschen.

Der Solaranlagenbauer Günter Franke, Elektromeister und Sachverständiger für Photovoltaik meint, die Probleme fingen bereits bei der Montage an. „Nach der momentanen Rechtslage darf jeder diese PV-Anlagen montieren, ohne die Regeln genau zu kennen. Es wird nicht geprüft, ob derjenige, der es baut, auch weiß, was er da tut“. Franke schätzt, dass circa 80 Prozent der heute (Anm.:Febr.2012) montierten PV-Anlagen nicht den Vorschriften entsprechen. So seien mit der Zeit auftretende Defekte und damit auch mögliche Brandgefahren programmiert. Regelmäßige Überprüfungen der Anlagen durch Fachleute könnten das Problem minimieren. Doch lediglich eine berufsgenossenschaftliche Vorschrift verpflichtet theoretisch den Monteur zur Prüfung. *„In der Praxis wird darauf sehr gerne und häufig verzichtet, einfach aus Profitgier oder um Euros zu sparen und natürlich auch aus Unwissenheit, weil der Installateur dem Kunden die Notwendigkeit der regelmäßigen Prüfungen nicht mitgeteilt hat“.*

Solche Überprüfungen würden viel Geld kosten und die Rendite der subventionierten Anlagen meist zunichte machen. Zudem würden Regelverstöße in der Praxis weder verfolgt noch geahndet, so Günter Franke (2).

Auch diese Zustände dürften für die Versicherungen von Interesse sein.

Aber auch seriöse Hersteller sehen sich technologischen Problemen gegenüber, die im Prinzip seit 1987 bekannt sind, die aber erst mit der zunehmenden Anzahl von zusammen geschalteten Modulen ein ärgerliches Ausmaß erreichten: Es ist der sogenannte Hochspannungs-Stress, auch als PID (Potential-Induced Deduction – Spannungs-verursachter Schwund) bekannt, der die Leistung einer Solaranlage unerwartet absacken lässt (3).

PID äußert sich in Leckströmen auf Zell-, Modul- und Anlagenebene und tritt besonders stark auf, wenn Feuchtigkeit im Spiel ist. Der Effekt beginnt bereits bei Spannungen von einigen hundert Volt und verstärkt sich mit der Gesamtspannung einer Modulreihe. Leistungsverluste von 20 bis 30 % sind bei längeren Modulreihen durchaus möglich.

Arbeiten des Solarmodulherstellers Solon ergaben, dass bei PID insbesondere die oberste antireflexive Schicht der Zelle aus Siliziumnitrid eine wichtige Rolle spielt. Solon plädiert für dickere Schichten. Einige Hersteller haben mit entsprechenden Änderungen im Produktionsprozess der Zellen begonnen. Der zweite Ansatzpunkt für PID ist das Einbettungsmaterial, das verhindern soll, dass keine Feuchtigkeit in das Modul gelangt. Auch daran wird gearbeitet.

Vermutlich wird das PID-Problem gelöst; für die Besitzer der in den Jahren zuvor installierten Solaranlagen ist das allerdings kein Trost. Ärger steht den Photovoltaik-Besitzern auch durch die Betreiber des Niederspannungsnetzes ins Haus, wenn die immer weiter wachsende Anzahl der Solarstromspeiser das dafür nicht ausgelegte Netz überfordert. Denn dadurch kann die Netzspannung über ihren Grenzwert steigen, was zur Zerstörung von Elektrogeräten führen kann, wie das „Handelsblatt“ unter Berufung auf Experten berichtete (4).

Als Beispiel nannte das Blatt die Stadt Fröndenberg in Westfalen, wo in einigen Stadtteilen keine neuen Photovoltaikanlagen mehr ans Netz gehen dürften. Die Aufnahmegrenze sei erreicht, sagte Bernd Heitmann, Chef der örtlichen Stadtwerke der Zeitung. Grund für das Problem sei die ländliche Struktur: Ein weitmaschiges Netz mit dünnen Leitungen verbinde relativ wenige Verbraucher, aber viele Produzenten. Der Knackpunkt seien die Spannungshübe. Vor allem bei Solaranlagen, die bei Sonne schnell besonders viel und bei Bewölkung sofort weniger Strom produzierten, sei dies ein Problem.

Selbst innerhalb der erlaubten Variation der Voltzahl im Netz, die bei +/- 10 Prozent liegt, dürften die Spannungshübe nicht mehr als 2 bis 3 Prozent ausmachen. Werde dieser Wert der Schwankungen überschritten, drohten Schäden, für die der Netzbetreiber verantwortlich gemacht werden könne.

98 Prozent aller Solaranlagen seien an das Niederspannungsnetz angeschlossen. Das führe bei 77 Prozent der Betreiber von Verteilnetzen zu Problemen bei der Integration des Solarstroms, schreibt das „Handelsblatt“. Diese historisch gewachsenen Netze seien nur so dimensioniert, dass sie allein die Last, die der Verbrauch verursacht, tragen könnten, nicht aber die plötzlich auftretende Stromspeisung von neuen Erzeugern.

Um die Größenordnung des Problems zu veranschaulichen: Das stets in den Medien genannte Übertragungsnetz, das insbesondere von Nord- nach Süddeutschland ausgebaut werden soll, ist ein Höchstspannungsnetz von bisher 35.000 km Länge. Aber bereits das regionale Hochspannungsnetz (60-100 kV) ist mit 77.000 km mehr als doppelt so lang. Das Mittelspannungsnetz (3 bis 30 kV) hat jedoch eine Länge von 500.000 km und das Niederspannungsnetz, von dem hier die Rede ist (400 oder 230 Volt Spannung), hat über 1 Million Kilometer. An diesem hängen die

Solaranlagen und hier werden die teuren regionalen Probleme verursacht, deren jahrelang andauernde Behebung sich sehr deutlich in den künftigen Stromrechnungen niederschlagen wird (5).

Der vor allem durch die riesige Zahl der im sonnenarmen Deutschland mit Milliardensubventionen errichteten – zumeist chinesischen – Photovoltaikanlagen erzeugte, vom Gesetzgeber per EEG abgesicherte Druck auf die regionalen Verteilnetzbetreiber löst eine ebenso riesige Kostenlawine aus, die vorerst kein Ende hat.

Es ist jedoch absehbar, weil völlig unvermeidlich, dass die nächste Regierung, gleich welcher Farbkombination, ihre überfälligen energiepolitischen Reformmaßnahmen vor allem zu Lasten der Photovoltaik vornehmen wird. Dabei dürften auch Netzausbaukosten und Nachrüstungen für Regeleinrichtungen der PV-Anlagen auf die bestehenden Altanlagen umgelegt werden, weil die noch stärkere Belastung der Verbraucher an ihre Grenze stößt. Das würde dann die nächste Rendite-Diät sein.

Die beschriebenen Probleme, die selbst die durch eine Zwangssubvention erzeugte künstliche Rentabilität der Solarstromanlagen bedrohen, stellen keine Überraschung dar. Das politisch durchgesetzte

Stromerzeugungssystem, das auf die Errichtung von Millionen von Photovoltaikanlagen abzielt, ist wirtschaftlich eine Katastrophe – wie inzwischen weitgehend anerkannt – aber auch technisch unseriös.

Jede einzelne dieser Anlagen erzeugt abhängig vom Durchzug einer Wolke und vom dann wieder einfallenden Sonnenlicht eine vollkommen

unberechenbare Folge von Leistungsspitzen und –Löchern. Laienhafte Betrachter glauben nun daran, dass sich diese Schwankungen gegenseitig ausgleichen würden. Das Gegenteil ist der Fall. Wie auch bei den

Windkraftanlagen erhöht sich mit steigender Zahl der Maschinen oder Module auch die Höhe der Schwankungen – einfach, weil sich nicht nur Leistungsspitzen einer Anlage mit einem zufälligen Leistungsloch einer anderen Anlage gegenseitig ausgleichen, sondern weil sich

selbstverständlich auch viele gleichzeitig auftretende Leistungsspitzen aufeinander setzen. Das einzige Gegenmittel wären Stromspeicher, die es aber zu bezahlbaren Kosten nicht gibt.

Eine unzuverlässigere, die Versorgung durch das Netz störendere Methode der Stromerzeugung ist gar nicht vorstellbar. Dass sie auch noch die mit Abstand teuerste ist, macht es nur schlimmer.

Die riesige Zahl der Einzelanlagen führt zwangsläufig auch zu den anderen beschriebenen Problemen:

- Die Vielzahl der Hersteller führt einerseits zu einer großen Vielzahl von Produkten, die offensichtlich sehr unterschiedliche Qualitäten aufweisen und bei denen von einer langfristig gesicherten, gleichbleibenden und damit berechenbaren Qualität anscheinend bei keinem einzigen Hersteller gesprochen werden kann. Für die Kunden ist die Auswirkung technischer und organisatorischer Änderungen im Herstellungsprozeß völlig undurchschaubar.
- Daran schließt sich das offensichtliche Chaos bei der Montage der Module an. Die Spannweite von fachkundiger, solider Arbeit bis hin zu unprofessionellem Pfusch scheint groß zu sein und die Neigung

sowohl bei den Montagefirmen wie auch bei den Kunden zur Einsparung von Kosten hat Folgen.

- Die nötigen regelmäßigen Überprüfungen werden weitgehend eingespart – ein Lotteriespiel.
- Das Vertrauen in die Produkte wird durch die von den Herstellern bisher erfolgreich durchgesetzte Anonymität bei spektakulären Ausfällen unterminiert.
- Für die Versicherer ist angesichts der Vielfalt der Anlagen und der durch unsachgemäße Montage verursachten Probleme das Einzelrisiko kaum abschätzbar.
- Für die Finanziere gilt das Gleiche.

Vergleicht man dieses System mit einem Großkraftwerk, dann bietet letzteres nicht nur eine absolut zuverlässige Leistung – das auch noch zu niedrigen Kosten und auf einer minimalen Fläche – es besteht auch ausnahmslos aus penibel geprüften Aggregaten und Bauteilen, ist solide konstruiert und errichtet und wird regelmäßig überprüft. So etwas nennt man seriöse Technik. Verglichen damit ist die Massenversammlung von Photovoltaikanlagen in Deutschland ein chaotisch entstandenes und betriebenes System, das durch keine noch so teuren Maßnahmen eine auch nur annähernd gleiche Versorgungsqualität wie die bisher durch Großkraftwerke gewährleistete erreichen kann.

Wir befinden uns im energiepolitischen Schildd.

Nicht erreichbare Renditehoffnungen bei Windkraftanlagen

Windkraftanlagen litten weniger unter Produktionsfehlern als Photovoltaikanlagen. Eine Zeitlang beunruhigte die sogenannte Graufleckenkrankheit die Branche – ein Getriebeschaden, der durch abrupte Belastungsänderungen auftrat. Getriebelose Generatoren umgehen diese Gefahr, sind aber teurer. Bränden in den Maschinenhäusern mußte die Feuerwehr tatenlos zuschauen, weil sie unerreichbar waren. Was jedoch die Renditen der Windpark-Betreiber deutlich schmälerte und teilweise zunichte machte, waren unrealistische Angaben der Emissionshäuser in ihren Prospekten über die erreichbaren Erträge. Ein kürzlich veröffentlichter Bericht des Bundesverbands Windenergie e.V. (BWE) zeichnet ein deprimierendes Bild von Versprechungen und Wirklichkeit. Es folgen Zitierungen (6):

„In den Kapitalanlage-Prospekten der Jahre 2000 – 2005 betrug die Summe der geplanten Ausschüttungen über den Zeitraum von 20 Jahren zwischen 200 – 300 % des ursprünglichen Eigenkapitals. Anleger konnten somit über die Rückzahlung ihrer Einlage hinaus mit einem Gesamtgewinn von 100 –

200 % ihrer Einlage rechnen. Die geplante Rendite sollte demnach zwischen 5 und 10% jährlich liegen.“

„Die Emissionshäuser hatten noch bis 2004 regelmäßig Leistungsbilanzen veröffentlicht. Zur Unterstützung ihrer Verkaufsaktivitäten. Seitdem sind die kumulierten Ergebnisse der meisten Windparks so schlecht geworden, dass sie von den meisten Initiatoren nicht mehr dargestellt werden. Besonders schlimm traf es die Cuxhavener Firma UmaAG AG, deren Anleger in 2007 und 2008 von ihren 30 Windparks (320 MWp) 13 Windparks mit 142 MWp verkaufen mußten.“

Wegen des Verschwindens der Leistungsbilanzen beschloß der Vorstand des BWE-Anlegerbeirats, systematisch Jahresabschlüsse von Windparks zu sammeln und auszuwerten.

„Für den 10-Jahreszeitraum 2002-2011 ist festzustellen, dass die Windstromerlöse im Durchschnitt nur 86% der prospektierten Umsätze erreichten. In 82% der geprüften Jahresabschlüsse lagen die Umsatzerlöse unter dem Prospektansatz.“

„Hier liegt der Grund für die Misere der kommerziellen Windparks in Deutschland.“

„Die Ursache für die systematische Überschätzung des Windertrags-Potenzials wird von den Planern bei den Windgutachtern gesehen, die ihrerseits auf die überschätzten Index-Werte der Betreiber-Datenbasis BDB (IWET-Index) verweisen. Dieser BDB-Index wurde im Verlauf vieler Jahre mehrmals nach unten korrigiert, zuletzt im Dezember 2011.“

„In den Kapitalanlageprospekten wurden insbesondere nicht die Unsicherheitsbereiche der Prognosen von +/- 10% für den ermittelten Windertrag dargestellt.“ Erst Jahre später erzwangen Prospekthaftungsurteile solche Hintergrundinformationen.

„Die bei den bisher untersuchten Windparks im Schnitt fehlenden Umsatzerlöse von Jährlich 15% gegenüber der Planung haben folgende Probleme erzeugt:

⇒ 37% der Jahresabschlüsse zeigten einen negativen cash flow, d.h. die Darlehenstilgungen waren höher als die vom Windpark erwirtschafteten Mittel;

⇒ nur in 35% der Jahresabschlüsse wurden Ausschüttungen von 2% und mehr ausgewiesen.

⇒ Nach den Index-Korrekturen müssen die Ertragswerte der meisten deutschen Inlandswindparks deutlich nach unten berichtigt werden.“

Zu den Betriebskosten: Über das Prüfungsergebnis der Jahresabschlüsse von über 70 Windpark-Gesellschaften, die zusammenhängend über 8 und mehr Jahre vorliegen, wird mitgeteilt:

⇒ „Wie zu erwarten war, liegen die echten Betriebskosten oft viel höher als prospektiert, besonders bei Versicherungen und Reparaturen. Die Summe der Betriebskosten ohne Abschreibung und Zinsen betrug 27,5 % der Erlöse.“

Die Schlußfolgerung von Werner Daldorf :

1. „Rund die Hälfte aller kommerziellen onshore-Windparks laufen so schlecht, dass die Anleger froh sein können, wenn sie nach 20 Jahren ihr Kommanditkapital zurück bekommen haben.

2. *Bürgerwindparks haben dieselben Probleme. Da sie in der Regel günstigere Herstellungskosten und weniger Bankschulden hatten, sind die Chancen ihrer Anleger auf eine geringe Rendite etwas besser.“*

Eine verdienstvolle Untersuchung, die nur leider für etliche getäuschte Anleger recht spät kommt. Im Grunde bewahrheitet sich die alte Regel, dass hohe Renditeversprechen meist unseriös sind – und da machen auch grüne Projekte keine Ausnahme.

Die Risiken der Inland-Windparks sind jedoch nichts im Vergleich zu denen der Offshore-Anlagen. Schade, dass es dazu noch keine Bewertung durch den BWE gibt.

Jenseits aller Abschätzung der zahlreichen und handfesten Risiken auf See aber zittern alle vor dem GAU:

Wenn ein großer Öltanker mit ausgefallener Ruderanlage eine Schneise durch einen Offshore-Windpark pflügt. Und die umstürzenden Windkraft-Riesen das Schiff in Stücke schlagen. Die Ölpest, die dann Europas Küsten trifft, dürfte nicht nur Seevögel, sondern vermutlich eine ganze Branche als Opfer fordern.

Lit.:

(1): Todd Woody: „Solar Industry Anxious Over Defective Panels“, The New York Times, 28. Mai 2013,

<http://www.nytimes.com/2013/05/29/business/energy-environment/solar-powers-dark-side.html>

(2): Reinhard Weber: „Photovoltaik: Brandgefahr“, WDR Fernsehen, Markt, Sendung vom 6.2.2012,

www.wdr.de/tv/markt/sendungsbeitraege/2012/0206/03_photovoltaik.jsp

(3): Ariane Rüdiger: „Stromlecks knabbern an Solarrendite“, vdi-nachrichten , 26.8.2011

(4): T-Online: „Solarstrom: Überforderte Stromnetze können Elektrogeräte zerstören“, 18.02.2011,

www.t-online.de/wirtschaft/energie/versorgerwechsel/id-44460600/solarstrom-ueberforderte-stromnetze-knnen-elektrogeraete-zerstoeren.html

(5): Günter Keil: „Die Energiewende ist schon gescheitert“, TvR-Medienverlag, Jena 2012, ISBN 978-3-940431-32-5, Seite 79

(6): Werner Daldorf (Autor) für den Bundesverband Windenergie e.V.: „Praxiserfahrungen mit der Wirtschaftlichkeit von Bürgerwindparks in Deutschland“, 02-2013, www.wind-energie.de

Dr. Günter Keil Sankt Augustin, im Juni 2013