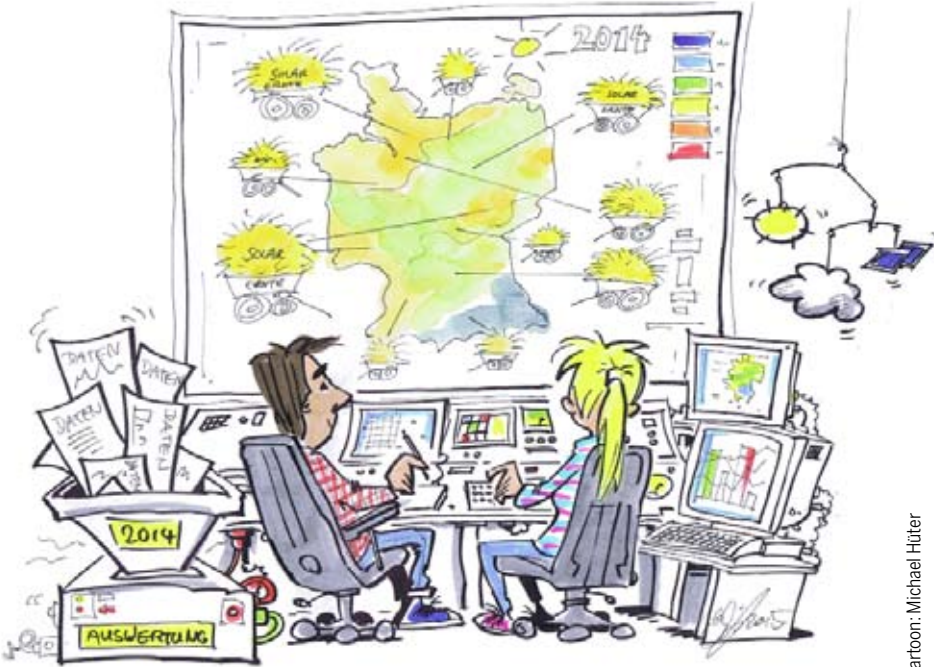


# Im Norden gut, nach Süden nur Durchschnitt



Cartoon: Michael Hüter

**2014 war das wärmste Jahr seit Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen 1881. Dabei lagen fast alle Monatsmittelwerte über dem Durchschnitt. Trotz teils heftiger Regenschauer blieb die Niederschlagsmenge etwas unter dem Soll. Für Anlagenbetreiber in Süddeutschland war 2014 aber nur ein durchschnittliches Jahr. Im Norden konnten dagegen hohe Einstrahlungswerte gemessen werden.**

**E**in extrem milder Winter, ein zu trockenes und überdurchschnittlich warmes Frühjahr, ein verregneter und von starken Gewittern geprägter Sommer, schließlich ein ebenfalls zu warmer und trockener Herbst: So lässt sich das Wetter 2014 mit wenigen Worten zusammenfassen.

Zum besseren Verständnis des PV-Anlagenverhaltens lohnt auch dieses Jahr eine differenzierte Aufgliederung des Wettergeschehens [1]. Laut Aufzeichnungen des DWD begann das Jahr ungewöhnlich mild und setzte somit den Wettertrend aus dem Dezember 2013 fort. Der Winter war bis auf das letzte Januartriertel in ganz Deutschland überdurchschnittlich mild. Deutliche Temperaturunterschiede zeigten sich im letzten Januartriertel zwischen dem milden Südwesten und dem kalten Nordosten. Die Durchschnittstemperaturen für den Januar

lagen um 2,8 °C über dem langjährigen Mittel, für den Februar um 3,9 °C. Trotz häufiger Niederschläge, die allerdings nur geringe Mengen einbrachten, lag die Niederschlagsmenge für den Winter um 33 % unter dem Durchschnitt. Im Gegensatz zum Winter 2012/2013, der ungewöhnlich trüb war, konnten diesmal durchschnittlich 190 Sonnenstunden gemessen werden, das bedeutet einen Wert 23 % über dem Soll. Besonders der Alpenvorland war mit außergewöhnlich viel Sonnenschein gesegnet.

Auch im Frühjahr setzte sich die bestehende milde Wetterlage fort und bescherte Deutschland durch häufigen Hochdruckeinfluss viel Sonnenschein und wenig Niederschlag. Erst der Mai sorgte dann für mehr Wolken und Niederschlag. Mit einer Durchschnittstemperatur von 10,1 °C lagen die Temperaturen wie schon in den vorangegan-

genen Monaten mit 2,4 °C deutlich über dem Wert der internationalen Referenzperiode. Auf die zu trockenen Monate März und April folgte aufgrund heftiger Gewitter ein nasser Mai. Insgesamt fehlten dem Frühjahr zu seinem Soll an Niederschlag allerdings 23 %. Auch die Fülle an Sonnenstunden setzte sich im Frühjahr fort. Besonders im Nordosten schien die Sonne sehr häufig. Dem Juni-anfang mit einigen kalten Nächten, in denen die Temperaturen teilweise bis zum Gefrierpunkt sanken, folgte ab der zweiten Juniwoche eine Hitzewelle.

Am Pfingstmontag wurde fast überall in Deutschland die höchste Temperatur des Sommers erreicht. Ab Juli verlagerte sich der Hochsommer in den Nordosten Deutschlands. Der August war ein wenig zu kühl und damit der einzige Monat, der unter den Durchschnittstemperaturen der Referenzperiode blieb. Häufige Gewitter mit starken Regenfällen waren im Juli und August zu beobachten. Am Alpenrand zeigte sich die Sonne im Sommer nicht so häufig, im Gegensatz zur Ostseeküste, die die sonnenscheinreichste Region war. Der September war zwar recht warm und trocken, allerdings blieb auch die Sonnenscheindauer unter ihrem Durchschnitt. Dabei schien sie im Nordosten am meisten und in der Mitte Deutschlands am wenigsten.

Auch der Oktober war außergewöhnlich warm. Erst der ehemalige Hurrikan „Gonzalo“ sorgte für ein Abkühlen der Temperaturen, anhaltende Regenfälle im Süden sowie erste Schneefälle in höheren Lagen. Viel Sonne zeigte sich am Alpenrand. Insgesamt blieb der Sonnenschein aber 7 % unter dem Soll. Der November war ebenfalls zu mild. Niederschlag war in weiten Teilen Deutschlands Mangelware. Am 6. November bildete sich in Oberbayern in Lagen über 500 m örtlich eine dünne Schneedecke. Die Sonnenscheindauer lag mit 62 Stunden leicht über dem Durchschnitt. Besonders im Bayrischen Wald und Teilen Sachsens zeigte sich die Sonne häufiger. Der Dezember begann anfangs mild mit viel Nebel und Hochnebel, Frost sowie Schnee gab es erst nach Weihnachten. Im Schnitt erreichte der Dezember eine Sonnenscheindauer von 23 Stunden, das entspricht nur 60 % des Solls. Die Oberpfalz erreichte gar nur 10 Sonnenstunden.

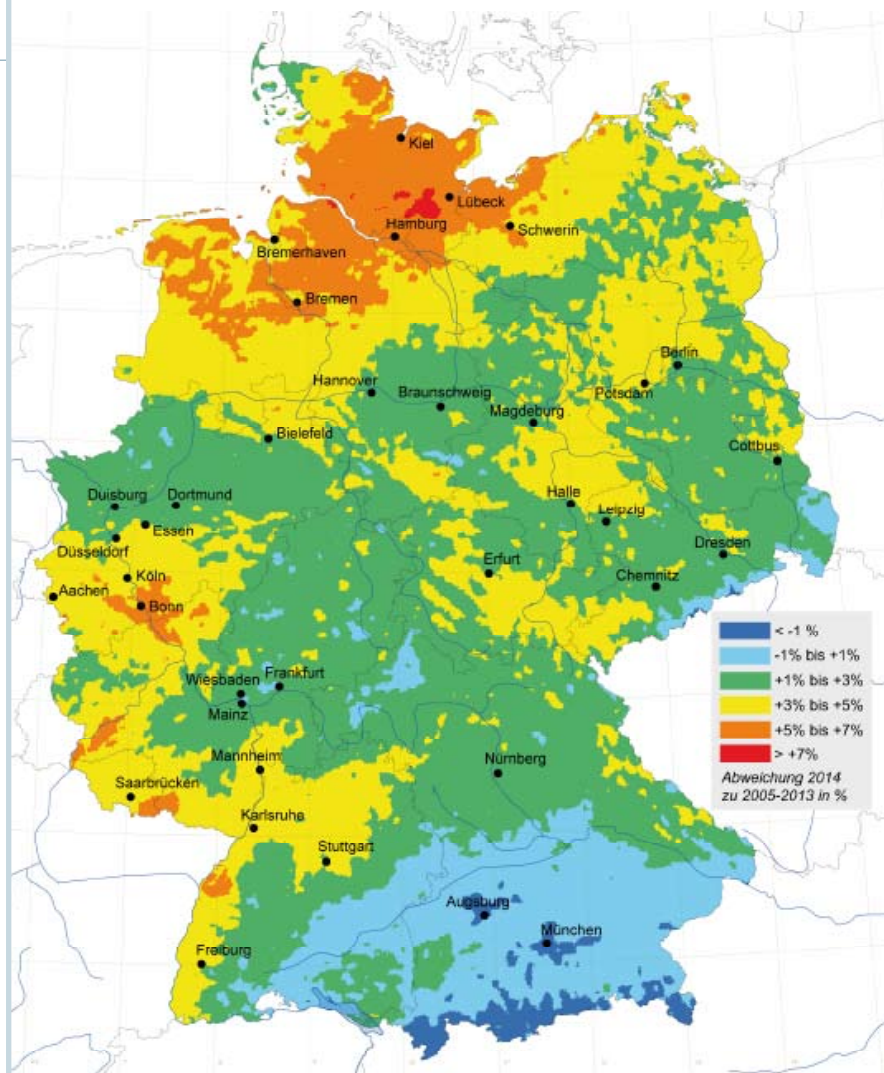
Weitere Analysen des Meteorologischen Instituts der LMU für den Standort München

verdeutlichen ebenfalls, wie warm das Jahr wirklich verlaufen ist. So wurden im gesamten Jahresverlauf nur 25 Tage mit Frost gezählt. Darüber hinaus stiegen die Temperaturen bereits im März ungewöhnlich oft über die 20 °C Marke [2].

## Energiemeteorologische Auswertungen 2014

Bei der Analyse der Globalstrahlungswerte lässt sich dieses Jahr, im Gegensatz zu den letzten Jahren, keine eindeutige Grenze ausmachen. Zur Visualisierung wurden hierbei Daten des MSG-Satelliten (Meteosat Second Generation) aus der EnMetSOL-Datenbank aufbereitet [3]. Abbildung 1 zeigt die prozentuale Abweichung der Jahreswerte der Globalstrahlung in Horizontalebene gegenüber dem langjährigen Mittel (2005 bis 2013). Für fast ganz Deutschland ist dabei ein Zuwachs in der Strahlungsleistung zu erkennen. Ausnahmen hiervon sind der Alpenrand, das Gebiet um Augsburg sowie der Großraum München. Allerdings bewegt sich der Minderertrag hier auch nur im Bereich von etwa 1 %. Die Donau markiert die Grenze zwischen dem ertragsschwachen Süden und dem ertragsstarken Norden. Besonders hohe Zuwächse konnten Schleswig-Holstein und Niedersachsen verzeichnen, besonders im Bereich zwischen Hamburg und Lübeck. Hier sind Zuwächse von über 7 % des Mittelwerts zu beobachten. Ebenfalls gute Einstrahlungswerte sind im Ruhrgebiet, an der französischen Grenze und im Bereich um Berlin und Potsdam abzulesen. Mehrerträge von 3 bis 5 % sind hier zu erkennen. Der übrige Teil Deutschlands kann auf ein relativ durchschnittliches Jahr zurückblicken mit geringen Ertragssteigerungen bis zu 3 %.

Im Folgenden werden zwei exemplarische Standorte genauer betrachtet. Dabei handelt es sich zum einen um einen Ort in der Nähe von Augsburg, der im Gebiet mit unterdurchschnittlichen Globalstrahlungswerten liegt, sowie um Lübeck, das sich im Bereich der höchsten Einstrahlungswerte befindet. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Monatssummen der Globalstrahlung gegenüber den Mittelwerten aus den Jahren 2005 bis 2013 für die beiden Standorte. In den beiden Grafiken findet sich der geschilderte Wetter-



**Abb. 1:** Die Deutschlandkarte der Globalstrahlungswerte in Horizontalebene für das Jahr 2014 zeigt die Abweichungen der Jahreswerte vom langjährigen Mittel (2005 bis 2013). Für diese Auswertung von der Uni Oldenburg und Meteocontrol wurden Daten des MSG-Satelliten (Meteosat Second Generation) in der EnMetSOL-Datenbank ausgewertet.

Grafiken (5): Uni Oldenburg, Meteocontrol

verlauf deutlich wieder. Die Monate Februar und April zeichnen sich an beiden Standorten durch hohe Einstrahlungswerte aus. Besonders in Lübeck war der Februar außergewöhnlich. Hier wurde der Durchschnittswert um 40 % übertroffen. Während Augsburg im Juni noch hohe Globalstrahlungswerte verzeichnen konnte, folgten darauf bis zum Jahresende nur noch unterdurchschnittliche Monatswerte. Die hohen Abweichungen im Dezember lassen sich auf den häufigen Nebel in Süddeutschland zurückführen. Auf das ganze Jahr gerechnet ergibt sich damit für Augsburg ein Wert, der um 2 % unter dem langjährigen Mittel liegt. Im Gegensatz dazu verzeichnete Lübeck ab Juni in allen Monaten, außer dem Oktober, höhere Ein-

strahlungswerte als zu erwarten war. Insgesamt lag der Wert der Globalstrahlung damit für Lübeck 6 % über dem Durchschnitt.

## Anlagenverhalten anhand konkreter Beispiele

Nach den Ertragseinbußen im Jahr 2013 lassen die Globalstrahlungswerte für 2014 auf ein im Norden und Westen gutes, im Süden immerhin auf ein durchschnittliches Jahr für Anlagenbetreiber schließen. Exemplarisch werden fünf Referenzanlagen herausgegriffen und genauer analysiert. Hierzu dienen, wie schon im letzten Jahr, der Bürgersolarpark Grevesmühlen in Ostseennähe, mit einer installierten Leistung von 1,65 MW, der

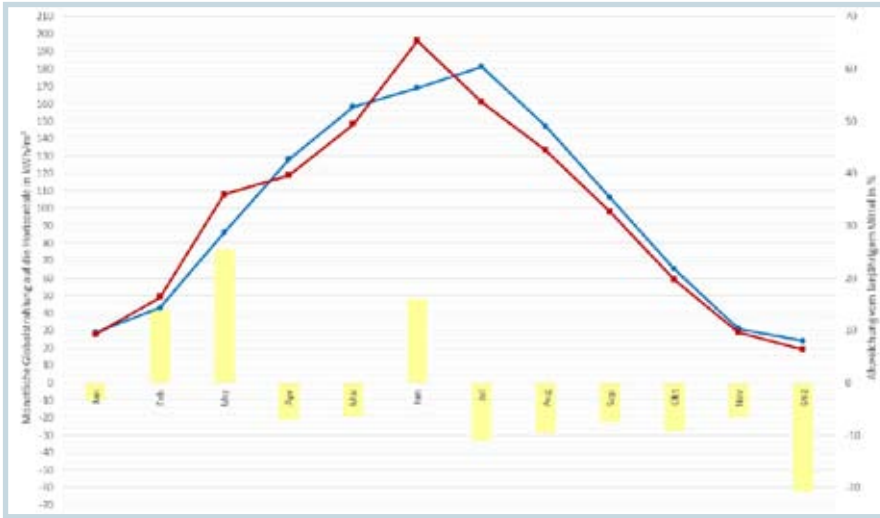


Abb. 2: Monatssummen der Globalstrahlung für Augsburg 2014 gegenüber den Mittelwerten aus den Jahren 2005 bis 2013, Abweichung der einzelnen Monate in Prozent.



Abb. 3: Monatssummen der Globalstrahlung für Lübeck in 2014 gegenüber den Mittelwerten aus den Jahren 2005 bis 2013, Abweichung der einzelnen Monate in Prozent.

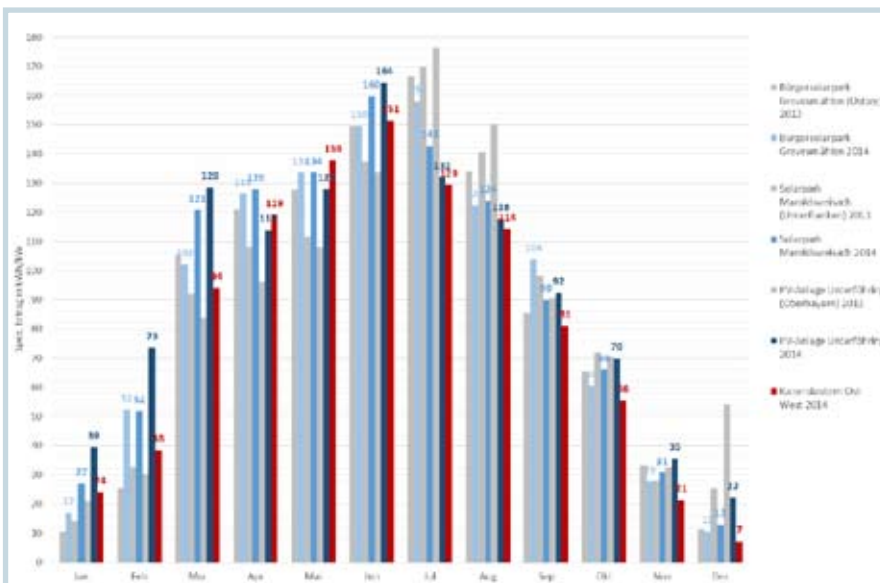


Abb. 4: Monatliche spezifische Erträge des Bürgersolarparks Grevesmühlen (Ostseenähe), des Solarparks Maroldsweisach (Unterfranken), einer Anlage in Unterfröhring in Oberbayern sowie einer Ost-West-ausgerichteten Freiflächenanlage in Kaiserslautern.

Solarpark Maroldsweisach in Unterfranken mit 1,7 MW und eine Freiflächenanlage in Unterfröhring, Oberbayern, mit ebenfalls 1,7 MW installierter Leistung. Diese drei Anlagen sind allesamt mit einer Neigung von 30° nach Süden ausgerichtet. Neu hinzu kommt eine Ost-West ausgerichtete Anlage mit Standort Kaiserslautern und einer installierten Leistung von 4,9 MW. Die Anlagendaten wurden erneut von der IBC Solar AG aus Bad Staffelstein zur Verfügung gestellt [4].

IBC Solar hat sich bereits vor über zehn Jahren auf die technische Betriebsführung spezialisiert und betreut derzeit eine Anlagenleistung von 205 MW in über 90 Solarparks. Das Unternehmen bietet das volle Servicespektrum vom täglichen Monitoring über vorbeugende Wartungen und eine schnelle Instandsetzung bis zum Reporting. Bei der fünften Anlage handelt es sich, wie in den letzten Jahren, um die Aufdachanlage der Neuen Messe München mit einer installierten Leistung von 1 MW [5].

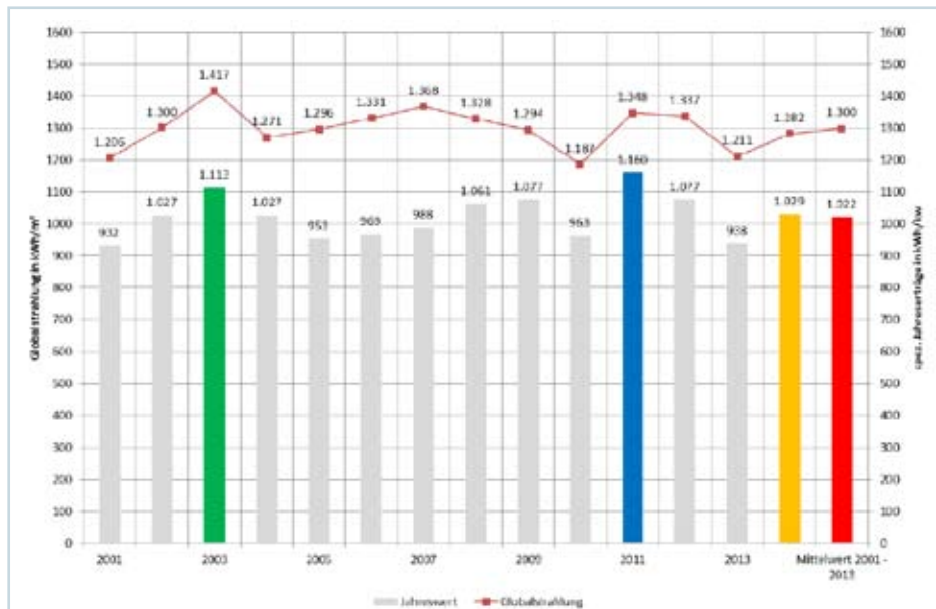
Abbildung 4 zeigt die spezifischen Monatserträge der drei nach Süden ausgerichteten IBC-Anlagen. Zum Vergleich sind links neben den farbigen Balken die jeweiligen Vorjahreswerte aufgetragen. Sofort erkennbar sind die fast ausschließlich höheren Erträge im Jahr 2014 gegenüber dem enttäuschenden vorletzten Jahr. Ausgenommen sind hierbei die Monate Juli, August und Dezember, die 2013 überdurchschnittlich hohe Erträge einbrachten. Interessant ist, dass der spezifische Ertrag der Anlage in Ostseennähe trotz der Standortvorteile der südlicheren Anlagen im Juli deutlich über denen der beiden anderen Systeme lag. Das lässt sich auf den verregneten Juli im Süden des Landes zurückführen. In den Monaten April, Mai und August erzielten alle drei Anlagen ähnliche Erträge. In den restlichen Monaten ergab sich das erwartete Bild, mit den beiden südlichen Anlagen an der Spitze. Insgesamt erreichte die Anlage in Unterfröhring mit 1.117 kWh/kW den höchsten spezifischen Ertrag, gefolgt von Maroldsweisach mit 1.087 kWh/kW. Grevesmühlen kam auf immer noch beachtliche 1.063 kWh/kW. Im Vergleich dazu sind in Rot die Monatswerte einer Freiflächenanlage in Kaiserslautern abgebildet, die nach Ost-West ausgerichtet ist. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Werte einer nach Süden ausgerichteten Anlage natürlich nicht erreicht werden. Allerdings konnten mit einem Jahreswert von 972 kWh/kW immer noch zufriedenstellende Erträge verzeichnet werden. Der Vorteil der höheren Flächenausnutzung gegenüber der Südausrichtung führt somit zu mehr installierter Leistung und damit zu absolut höheren Erträgen. Als fünftes Referenzsystem dient die 1-MW-Photovoltaikanlage Solardach

München-Riem. Abbildung 5 zeigt die spezifischen Jahreserträge der Anlage von 2001 bis 2014 sowie den Verlauf der Globalstrahlung im selben Zeitraum. Der rote Balken zeigt den Mittelwert der Jahre 2001 bis 2013. In Gelb ist der Wert des letzten Jahres gekennzeichnet. Wie zu sehen ist, war 2014 ein durchschnittliches Jahr für den Standort München. Mit einem spezifischen Ertrag von 1.029 kWh/kW wurde ein Wert von 0,7 % über dem langjährigem Mittel erreicht.<sup>5</sup>

Bei Betrachtung der Quartalerträge der Jahre 2001 bis 2014 fällt auf, dass die spezifischen Erträge für die ersten beiden Quartale über dem Durchschnitt der Jahre 2001 bis 2013 liegen. Im ersten Quartal wurde der zweitbeste Wert nach 2008 erreicht, in den Quartalen drei und vier wurde dann der Mittelwert deutlich unterboten. Das dritte Quartal ist das drittschlechteste seit 2001, das vierte liegt gar auf dem vorletzten Platz seit Inbetriebnahme der Anlage, nur 2002 war schlechter. Die gute erste Jahreshälfte wurde durch ein eher mäßiges zweites Halbjahr getrübt. Folge daraus ist ein leider nur durchschnittliches Jahr 2014.

## Zusammenfassung

Das Wetter in 2014 war geprägt von einem sonnigen Winter mit hohen Einstrahlungswerten, gefolgt von eher trüben Frühlingmonaten. Da sich der Sommer ab Juli in den Nordosten Deutschlands zurückzog, wurden im Süden des Landes nur unbefriedigende Einstrahlungswerte gemessen. Dieser Wetterverlauf zeigt sich auch in den Anlagenauswertungen. Während die Anlage in München nur aufgrund des ertragreichen ersten Halbjahres noch ein durchschnittliches Ergebnis



**Abb. 5: Spezifische Jahreswerte von Anlagenenerträgen der 1-MW-Anlage Solardach München-Riem von 2001 bis 2014 im Vergleich als Balkengrafik. Die rote Liniengrafik zeigt den Verlauf der zugehörigen Globalstrahlungswerte. Speziell eingefärbte Balken kennzeichnen besondere Jahre sowie die Jahresmittelwerte.**

erzielen konnte, übertraf die Anlage in Ostseennähe die Erträge der letzten zwei Jahre.

Mike Zehner, Christoph Ballauf,  
Annette Hammer, Marco Mariani

### Die Autoren:

**Mike Zehner** ist Professor für nachhaltige Energietechnik im Studiengang Energie- und Gebäudetechnologie der Hochschule Rosenheim und leitet dort zusammen mit Kollegen das Solar Engineering Labor.

**Christoph Ballauf** ist Student für Energie- und Gebäudetechnologie an der HS Rosenheim.

**Dr. Annette Hammer** arbeitet in der Arbeitsgruppe Energiemeteorologie der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg mit dem Schwerpunkt Solarstrahlungsinformationen aus Satellitendaten.

**Marco Mariani** hat Geographie an der Universität Augsburg studiert. Er arbeitet in der Abteilung PV Ertragsprognosen &

Meteodaten der Meteocontrol GmbH und ist dort unter anderem für den Bereich Einstrahlungs- und Temperaturdaten zuständig.

### Referenzen und Quellen:

[1] Verschiedene Pressemitteilungen des DWD: Jahresrückblick 2014 und monatliche Berichte zum Deutschlandwetter 2014, [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

[2] Klimaauswertungen des Meteorologischen Instituts der LMU München für den Zeitraum 1982 bis 2014 für den Standort München

[3] Hammer Annette, Documentation – EnMetSOL, Satellite Data – Available Regions at Oldenburg University, Carl von Ossietzky University of Oldenburg, 2014

[4] IBC Solar AG, Messdatensätze der PV-Anlagen Grevesmühlen, Maroldsweisach, Kirchdorf und Kaiserslautern des Jahres 2014, [www.ibt-solar.de](http://www.ibt-solar.de)

[5] Solarenergieförderverein Bayern e. V., Messdatensätze der 1 MW PV-Anlage Neuen Messe München der Jahre 2001 bis 2014, [www.sev-bayern.de](http://www.sev-bayern.de)