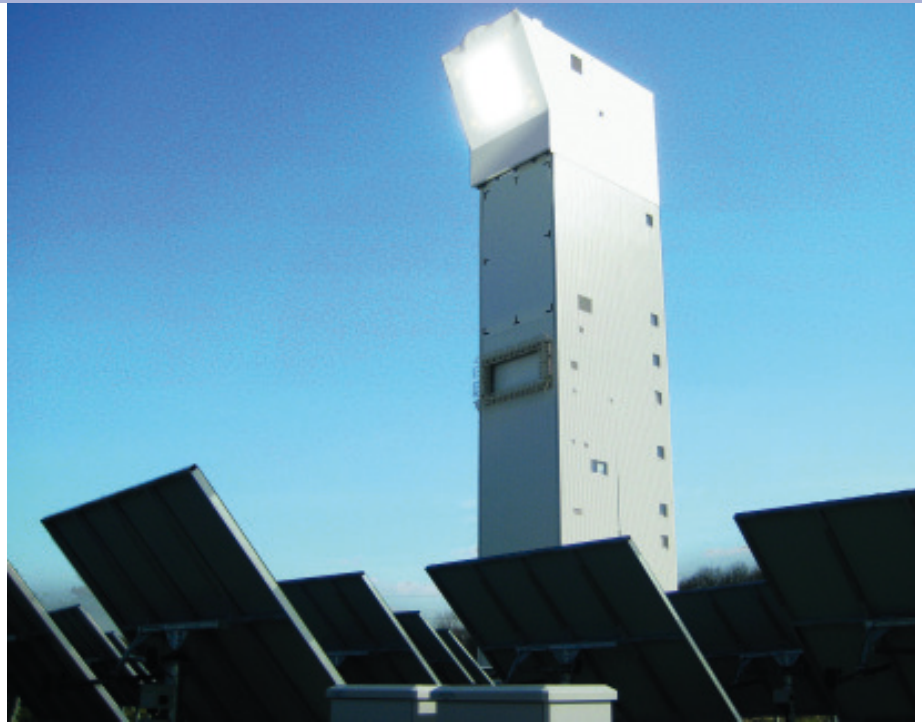


Die Wetterverhältnisse im nordrhein-westfälischen Jülich (sonnig mit häufigem Wolkenbruch) bieten harte Testbedingungen und damit beste Voraussetzungen für den Auf- und Ausbau eines solaren Kompetenzzentrums. Im „Solarthermischen Demonstrations- und Versuchskraftwerk Jülich“ forschen die Stadtwerke Jülich GmbH, die Kraftanlagen München GmbH, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt sowie das Solar-Institut Jülich der Fachhochschule Aachen gemeinsam an der Technologie offener volumetrischer Receiver für solarthermische Hochtemperaturkraftwerke. Ziel ist es, diese zukunftsweisende Technologie gemeinsam mit der deutschen Zulieferindustrie für den Export in sonnenreiche Länder weiterzuentwickeln. Nach weniger als zwei Jahren für Planung, Genehmigung und Bau hat Deutschlands erstes Solarturmkraftwerk den Testbetrieb erfolgreich aufgenommen.

**A**uf dem so genannten Heliostatfeld konzentrieren über 2 000 Spiegel auf rund 18 000 m<sup>2</sup> die Sonnenstrahlung um den Faktor 500 bis 1 000 auf. Die Spiegel werden im Betrieb permanent ausgerichtet. Dabei wird jeder Spiegel einzeln angesteuert und über zwei Achsen so der Sonne nachgeführt, dass die einfallende Strahlung zu jeder Tages- und Jahreszeit auf den



## Gebündelte Sonnenkraft

Das „Solarthermische Versuchskraftwerk Jülich“

Receiver am oberen Ende des Solarturms reflektiert wird. Dieser ist das „Herzstück“ des solarthermischen Versuchskraftwerks: Der rund 22 m<sup>2</sup> große volumetrische Receiver absorbiert die konzentrierte Sonnenstrahlung.

Eine metallische Struktur dient als Halterung der keramischen Absorber, die wiederum eine sehr hitzebeständige poröse Oberfläche bilden. Hier entstehen Temperaturen von mehr als 1 000 °C. Aus der Umgebung wird Luft angesaugt, die sich auf rund 700 °C erhitzt und gleichzeitig die Receiverstruktur kühlt. Die erhitzte Luft wird einem Kessel zugeführt, der Dampf erzeugt.

Im Auslegungspunkt liegen die Dampfparameter des Versuchskraftwerks bei

485 °C und 27 bar. Der Dampf treibt eine Dampfturbine an, die über einen Generator Strom produziert. Parallel zum Abhitzekegel kann mit der Heißluft ein thermischer Speicher beladen werden, der mit einer Kapazität von etwa 1 h zur Überbrückung von Wolkendurchzügen dient.

Erstmals wird in Jülich eine derartige Anlage im größeren Maßstab als Gesamtsystem demonstriert. Der produzierte Strom wird in das Netz der Stadtwerke Jülich eingespeist. Das städtische Versorgungsunternehmen agiert als Bauherr, Eigentümer und Betreiber der Anlage, die bis zu 1,5 MW elektrische Leistung an Jülicher Haushalte liefern kann.

## Autoren

Dipl.-Ing. MBA **Gerrit Koll**, Kraftanlagen München GmbH (KAM). KAM zählt zu den führenden Anlagen- und Rohrleitungsbauunternehmen in Europa und war für die Projektentwicklung sowie als Generalunternehmer für die vollständige Planung und Errichtung der Anlage verantwortlich. KAM wird die Technologie zukünftig in sonnenreichen Regionen vermarkten.

[www.ka-muenchen.de](http://www.ka-muenchen.de)

Dipl.-Ing. **Peter Schwarzbözl**, Dipl.-Ing. **Klaus Hennecke**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Das DLR ge-

hört zu den weltweit führenden Forschungsinstituten im Bereich solarthermischer Kraftwerke und ist seit etwa 15 Jahren federführend mit der Entwicklung der „HiTRec“-Receiver-technologie beschäftigt. Das DLR ist als Know-how-Träger und Lizenzgeber maßgeblich an diesem Projekt und an der Weiterentwicklung der Technologie beteiligt.

[www.dlr.de](http://www.dlr.de)

Prof. Dr. **Bernhard Hoffschmidt**, Solar-Institut Jülich (SIJ). Das SIJ führte maßgeblich die Projektentwicklung des Vorhabens und wird gemeinsam mit dem DLR an der Weiterentwick-

lung der Technologie und der Komponenten arbeiten.

[www.fh-aachen.de/solar-institut.html](http://www.fh-aachen.de/solar-institut.html)

Dipl.-Ing. **Thomas Hartz**, Stadtwerke Jülich GmbH (SWJ). Das städtische Versorgungsunternehmen ist Bauherr, Eigentümer und Betreiber des solarthermischen Versuchskraftwerks. Die SWJ werden künftig den Versuchsbetrieb durchführen, Betriebspersonal für neue Anlagen ausbilden und weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte fachlich begleiten.

[www.stadtwerke-juelich.de](http://www.stadtwerke-juelich.de)



**Dampfturbine.**



**Speicher mit Luftsammler.**



**Speisewasserentgasung.**



**Abhitzeessel.**

## Marktchancen

Mit dieser Technologie können Feuerungstemperaturen von über 700 °C erreicht werden – Temperaturen wie sie auch hinter konventionellen Feuerungen üblich sind. Damit lassen sich Dampfparameter von über 500 °C und 100 bar und somit hohe Prozesswirkungsgrade erreichen.

Dank dieses hohen Wirkungsgradpotenzials können mit der Technologie künftig bereits im mittleren Leistungsbereich niedrige Stromerzeugungskosten erzielt werden. Dies ist die Basis für besonders hohe Marktchancen von solarthermischen Kraftwerken. Besonders in sonnenreichen Regionen bieten sie eine wirtschaftliche Option, um großtechnisch im Megawatt-Maßstab Strom aus Sonnenenergie zu gewinnen.

Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) stellen solarthermische Kraftwerke langfristig eine wesentliche Säule der weltweiten Stromversorgung dar. Wichtiger Vorteil im Gegensatz zu anderen regenerativen Technologien: Der Einsatz von thermischen Speichern ermöglicht eine zeitliche Entkopplung der Stromproduktion vom solaren Input. Solarthermische Kraftwerke können daher prinzipiell zur bedarfsgerechten Stromproduktion und zur Netzstabilisierung verwendet werden.

Derzeit erlebt die solarthermische Kraftwerkstechnologie einen regelrechten Boom. Aktuell sind Projekte mit einer Gesamtleistung von mehreren GW weltweit im Aufbau oder in der Planung. Neben den thermoölbetriebenen Rinnenkraftwerken, die in den USA im Megawatt-Maßstab bereits seit Jahrzehnten erfolgreich betrieben werden, gewinnen heute die Turmkraftwerke aufgrund der genannten Vorteile und der zunehmenden Erfahrung mit der Technologie erheblich an Bedeutung. In Spanien wird bereits das erste 10-MW-Turmkraftwerk erfolgreich betrieben, weitere Anlagen mit größeren Leistungen sind im Bau.

## Umsetzung im Solarturm.

## Meilensteine

In größerem Maßstab wurde die Technologie des offenen volumetrischen Receivers erstmals Anfang der 1990er-Jahre auf Basis eines metallischen Drahtgeflechts als Absorberstruktur auf der spanischen „Plataforma Solar de Almeria“ (PSA) getestet. 2003 lieferte die Kraftanlagen München GmbH (KAM) den ersten keramischen Receiver auf die

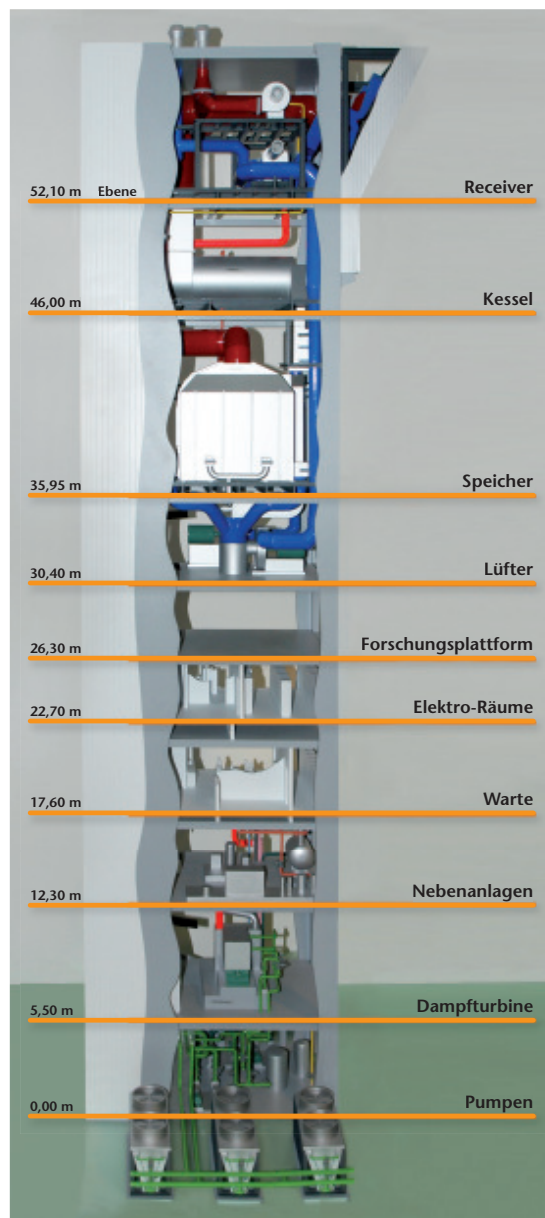
PSA. Hierbei agierten das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) als Projektpartner und KAM als Zulieferer.

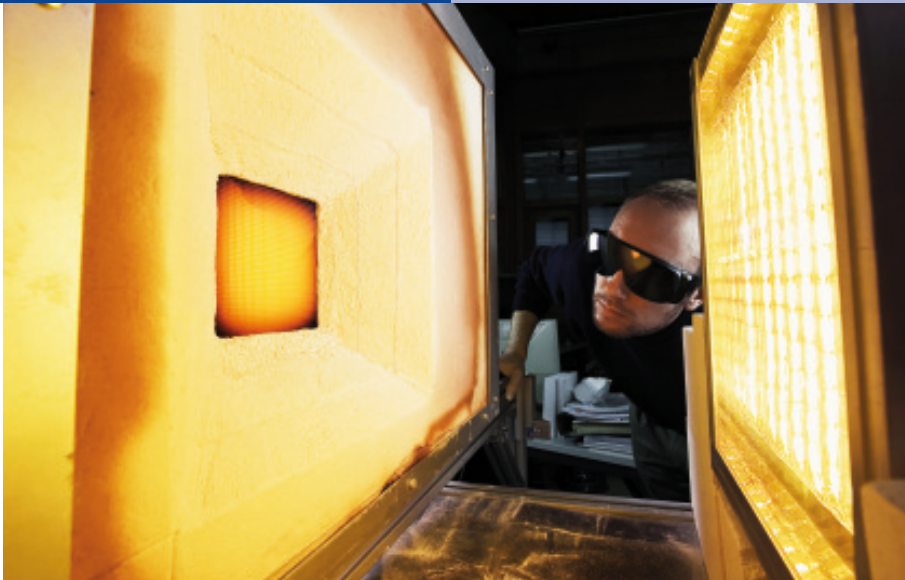
Seitdem wurde bei DLR und KAM systematisch an der Weiterentwicklung des volumetrischen Receivers zu einer industrietauglichen Technologie gearbeitet. Im Rahmen verschiedener internationaler Forschungsprojekte wurde ein modulares und skalierbares Receiverkonzept mit keramischen Absorbermodulen entwickelt, im

3-MW (th.)-Maßstab gebaut, getestet und zur späteren industriellen Umsetzung qualifiziert: die „HiTRec“ Receiver-technologie. 2004 schlossen DLR und KAM einen Lizenzvertrag zur Nutzung und Weiterentwicklung dieser Technologie, der 2005 in einen erweiterten Kooperationsvertrag mündete.

Mit der Projektentwicklung des Versuchskraftwerks in Jülich wurde 2005 gemeinsam durch KAM, DLR und das Solar-Institut Jülich (SIJ) begonnen.

2006 konnte im Rahmen einer Machbarkeitsstudie am Standort Jülich die grundsätzliche Umsetzbarkeit des Vorhabens gezeigt werden und die Stadtwerke Jülich (SWJ) im Rahmen eines „Letter of Intent“ als weiterer Partner gewonnen werden. Bis Ende 2006 wurde die Finanzierung und Förderung des Vorhabens sichergestellt. Ab November 2006 erfolgte die Erstellung der Genehmigungsunterlagen durch KAM. Im März 2007 wurden die Unterlagen durch die SWJ eingereicht und nach nur drei Monaten lag Ende Juni 2007 die Genehmigung vor. Damit konnte mit dem Detail-Engineering und der Beschaffung der Komponenten begonnen werden – ein außergewöhnlich kurzer Ablauf für eine technisch völlig neu-





**Der Receiver ist das Herzstück des solarthermischen Versuchskraftwerks. Er absorbiert die gebündelte Sonneneinstrahlung und gibt sie an das Wärmeträgermedium Luft ab. In der Testinstallation wird dieser Vorgang künstlich erzeugt.**

artige Anlage, die weltweit erstmalig errichtet werden sollte.

Der Spatenstich fand am 31. August 2007 statt – ausgeführt durch Christa Thoben, Ministerin für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, Michael Müller, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Hans Spitzner, Staatssekretär im Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie weiteren Vertretern der beteiligten Unternehmen und Forschungspartner.

Bereits Ende 2008 konnte das Solarthermische Demonstrations- und Versuchskraftwerk Jülich durch die Kraftanlagen München GmbH als Generalunternehmer termingerecht fertig gestellt werden. Derzeit erfolgt die Optimierung der Anlage im Rahmen des Testbetriebs.

Die besondere Leistung bei der Realisierung der Anlage bestand in der fast tagesgenauen Umsetzung des anspruchsvollen Terminplans über einen Zeitraum von zwei Jahren unter schwierigen Bedingungen. Gleichzeitig mussten Unwägbarkeiten aufgrund von teilweise völlig neuen Komponenten wie Receiver, Speicher und Heliostaten gelöst werden.

Die offizielle Übergabe der Anlage an die Stadtwerke Jülich fand am 20. August 2009 statt. Weitere Forschungsaktivitäten zur Fortentwicklung der Komponenten und des Gesamtsystems haben begonnen.

## Finanzierung und Förderung

Zur Finanzierung des Projekts konnten öffentliche Fördermittel akquiriert werden. Hierzu haben sich das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, das nordrhein-westfälische Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie sowie das bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie zu einem einmaligen Förderver-

bund zusammengefunden. Daran anknüpfend wurden Basisausstattungen für ergänzende Forschungsaktivitäten innerhalb der Anlage durch das Forschungs- und Innovationsministerium des Landes NRW gefördert. Auch alle Projektpartner haben neben ihrer technischen und fachlichen Beteiligung einen erheblichen finanziellen Beitrag zur Realisierung geleistet.

## Ziele

Auf Basis der in Jülich gesammelten Erfahrungen ist ein „Upscale“ des Verfahrens für Anlagen mit einer Leistung von 5 bis 10 MW geplant.

Strategisch bedeutsam ist die Möglichkeit, zukünftig „vor der Haustür“ Test- und Entwicklungsarbeiten in einer realen Kraftwerksumgebung durchführen zu können. Jülich dient damit als Referenz für zukünftige kommerzielle Projekte in den Solarmärkten Südeuropas und Nordafrikas. In diesen sonnenreichen Regionen der Erde haben solarthermische Kraftwerke ihr größtes Potenzial.

Gleichzeitig eröffnet sich mit der Versuchsanlage die einmalige Chance, Erfahrungen aus der Praxis unmittelbar in die Forschung einfließen zu lassen. Sie bietet die Möglichkeit der kompetenten Ausbildung und Schulung von Betriebspersonal für künftige Anlagen von internationalen Partnern. Jülich bietet hierfür ein sehr gutes Umfeld, in dem wesentliche Know-how-Träger wie Forschungseinrichtungen, Betreiber und Errichter der Anlage vor Ort sind.

Konkrete Ziele bei der Weiterentwicklung der Technologie sind vor allen Dingen die Heliostatentwicklung, die Speichertechnik, die Verbesserung der Receiver-technologie und der Absorber sowie eine Brennstoff-Hybridisierung der Technologie in der praktischen Umsetzung.

Im Turm befindet sich außerdem eine Forschungsplattform für Versuche mit konzentrierter Solarstrahlung.

Mit dem solarthermischen Versuchskraftwerk entstand in Jülich ein wichtiges Kompetenzzentrum zur Erprobung und Erforschung einer zukunftsweisenden, innovativen Energietechnik im Verbund eines führenden deutschen Anlagenbauers und den maßgebenden deutschen Forschungseinrichtungen.

 [www.solarturm-juelich.de](http://www.solarturm-juelich.de)

## Verfahrensvorteile

- **Hoher Systemwirkungsgrad:** Der Dampfturbinenprozess kann mit Dampfparametern betrieben werden, wie sie in der konventionellen Kraftwerkstechnik üblich sind.
- **Hohe Leistungsverfügbarkeit:** Durch den Einsatz des Speichers kann die Energieerzeugung an den Bedarf im Netz angepasst werden, zusätzliche konventionelle Kraftwerke zur Netzstützung sind nicht erforderlich.
- **Umweltfreundlichkeit:** Als Arbeitsmedien kommen nur Luft und Wasser bzw. Wasserdampf zum Einsatz.
- **Hybridisierung:** Das Anlagenkonzept kann einfach um eine Zusatzfeuerung ergänzt oder mit einer Gasturbine zu einem Hybridkraftwerk ausgebaut werden.
- **Erschließung neuer Solarflächen:** Der Einsatz von Solarturmkraftwerken ist nicht auf ebene Flächen beschränkt, wodurch zusätzliche Solarflächen erschlossen werden können.
- **Erweiterte Einsatzmöglichkeiten:** Die Turmtechnologie kann zukünftig für eine Reihe von chemischen Hochtemperaturprozessen sowie für die direkte solare Wasserstoffsynthese eingesetzt werden.