



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Einsatz von Wasser-Propylenglykol-Gemischen in der Freiflächen-Solarthermie

Stellungnahme des Fachausschuss Solarthermie
der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS)

Berlin, 28.10.2024

Zusammenfassung

Bei klassischen Freiflächen-Solarthermieranlagen¹ gibt es als flüssige Wärmeträger zwei Möglichkeiten: ein Wasser-Glykolgemisch mit passiver Frostschutzwirkung oder lediglich Wasser, bei dessen Einsatz eine aktive Frostfreihaltung gewährleistet sein muss. Beim Einsatz von einstufigsfreiem und biologisch abbaubarem Glykol besteht keine Gefahr für Mensch und Umwelt.

Der Zusatz von Glykol zum Wasser, der in der Regel unterhalb 40 % liegt, für den passiven Frostschutz in solarthermischen Freiflächenanlagen ist selbst in Wasserschutzgebieten der Wasserschutzzone 3 möglich und genehmigungsfähig, da Glykole in die Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) eingestuft und nur „schwach wassergefährdend“ sind.

Die ohne Glykolzusatz rein wassergeführten Systeme für den aktiven Frostschutz (aktiver Wärmeeintrag zur Vermeidung von Frostschäden ist erforderlich), verwenden entweder Fernwärmewasser mit der jeweiligen Qualität und Zusammensetzung oder bei hydraulischer Trennung reines, entgastes und demineralisiertes Wasser als Wärmeträger.

Anlagen mit Glykolzusatz sind global betrachtet als Stand der Technik weit verbreitet, während wassergeführte Systeme fast ausschließlich in Deutschland zu finden sind. Glykol kommt ebenfalls bei Wärmepumpen oder Kälteanlagen als Wärmeträger, sowie in der Lebensmittelindustrie oder in vielen anderen Funktionen (Futtermittelzusatzstoff, Kosmetik, Flugzeugenteisung, etc.) zum Einsatz. Im Bereich der Geothermie werden besonders umweltfreundliche Produkte auf der LAWA Positivliste aufgeführt. Hier finden sich u.a. auch Produkte auf Basis von Ethylenglykol und Propylenglykol. Klar zu unterscheiden ist zwischen dem als Gefahrstoff eingestuftem Ethylenglykol, das z.B. in Kfz-Kühlsystemen verwendet wird, und dem einstufigsfreien Propylenglykol, um das es in dieser Stellungnahme geht.

Bei bestimmungsgemäßem Einsatz laut Hersteller und Errichter besteht eine Unbedenklichkeit von Propylenglykol in der Freiflächen-Solarthermie. Große Anbieter von z.B. Solarthermie Freiflächenanlagen haben seit vielen Jahren bewiesen, dass sie diese Technologie in allen Belangen sicher beherrschen.

Aus Sicht des Fachausschusses Solarthermie der DGS, Deutschlands erstem Solarverband, gegründet 1975, sind Solarthermieranlagen – auch sehr große – unbedenklich mit Zusätzen von Propylenglykol als Wärmeträger zu betreiben. Der Genehmigung und dem Betrieb steht bei sachgerechter Ausführung im Sinne einschlägiger Gesetze, Normen, Bedienungsanleitungen, und unter Anwendung der guten fachlichen Praxis nichts im Wege.

I. Stand der Technik

Die Freiflächen-Solarthermie, sprich solarthermische Großanlagen, haben mittlerweile einen hohen technischen Entwicklungsstand erreicht. Diese Technik zur Wärmeengewinnung ist seit Jahrzehnten europaweit im Einsatz, vielfach erprobt und technisch ausgereift. In den 1980er Jahren wurde insbesondere in Skandinavien damit begonnen, die Nah- und Fernwärme mittels Solarthermie zu unterstützen. Mittlerweile erzeugen Kollektoren mit einer Fläche von mehr als zwei Millionen Quadratmetern solare Fern- und Prozesswärme in Europa.

Der Wärmetransport von den der Sonne zugewandten Absorberblechen in den Solarkollektoren zum Wärmeüberträger bzw. zum Wärmeabnehmer erfolgt mittels eines flüssigen Wärmeträgermediums. Als Frostschutz wird dafür meist im Sinne eines **passiven Frostschutzes** ein Wasser-Glykol-Gemisch eingesetzt. Der Anteil des Glykols im Wärmeträgermedium bestimmt die Frostsicherheit. Mit einer Beimischung von 35 % Glykol sind Außentemperaturen von rund -20 °C unproblematisch für den Anlagenbetrieb; das Gemisch kann nicht wie Wasser zu Eispropfen gefrieren, die Rohre aufplatzen lassen können.

Propylenglykol als Solarflüssigkeit hat über den ausfallsicheren, passiven Frostschutz hinaus die Funktion, die Rohrleitungen und Armaturen vor Korrosion zu schützen. Die Reservealkalität der Solarflüssigkeit stabilisiert den pH-Wert und zugesetzte Inhibitoren schützen zusätzlich die Rohrleitungen und Armaturen vor Korrosion. Propylenglykol ist ein unbedenklicher Stoff. Dennoch sind Vorkehrungen zu treffen, um das Austreten größerer Mengen des Wasser-Propylenglykol-Gemisches zu verhindern. Daher gehört eine doppelwandige Verrohrung mit einer automatisierten Leckageüberwachung zum Industriestandard großer Solarthermieanlagen.

Nur vereinzelt kommt Wasser (Deionat, d.h. demineralisiertes, vollentsalztes Wasser, auch als VE-Wasser bezeichnet) als Wärmeträger im Solarkreislauf zum Einsatz. In Ausnahmefällen durchfließt sogar Fernwärmewasser das Solarkollektorfeld direkt, wenn auf einen Wärmetauscher als hydraulische Trennung zwischen Primär- und Sekundärkreis verzichtet werden soll (siehe unten, Glykol und Fernwärmewasser: Gefahrenpotential, Entsorgung und Recycling). Bei dieser Technologie des **aktiven Frostschutzes** ohne Glykol muss dem Solarkreis jedes Mal bei Frostgefahr aktiv Wärme aus dem Sekundärkreis oder einem Wärmespeicher zugeführt werden, um eine Mindesttemperatur in den Kollektoren und Rohrleitungen einzuhalten und um einen Totschaden durch Frosteinwirkung an Kollektoren oder im Sinne der Versicherung sogar an der gesamten Anlage abzuwenden. Der Energieaufwand für diesen aktiven Frostschutz reduziert die Menge an solarer Wärmeenergie, die dem eigentlichen Nutzungszweck zur Verfügung steht.

Für die gleiche Ausfall- bzw. Eigensicherheit, die der passive Frostschutz mittels Verwendung von Glykol mit sich bringt, muss beim aktiven Frostschutz ohne Glykol daher ein höherer technischer Aufwand betrieben werden, um Risiken wie Stromausfall, Fehlbedienung oder Regelungsfehlern vorzubeugen.



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Grundsätzlich funktionieren beide Ansätze in der Praxis zuverlässig, wobei der aktive Frostschutz, der bei „Wasser“ Systemen zum Tragen kommt, regional betrachtet eher die Ausnahme darstellt. Das prädestinierte Einsatzgebiet des aktiven Frostschutzes fokussiert sich vor allem auf Anlagen mit abnahmebedingt häufiger Stagnation², hohen Stillstandstemperaturen und einer spezifischen hohen maximalen Dampfleistung als Maßzahl zur quantitativen Beurteilung des Entleerungsverhaltens eines Kollektors, welche zu einer hohen thermischen Belastung mit chemischen Veränderungen des Wärmeträgergemisches führen kann.³

Beide Ansätze sind als „Stand der Technik“, ausgereift und bewährt. Der passive Frostschutz mit Wasser-Propylenglykol Mischung ist grundsätzlich ausfallsicherer in Hinblick auf mögliche technische Defekte wie z.B. Stromausfall bei Frost. Das mag ein Grund für die Marktdominanz dieses Ansatzes in Deutschland und weltweit sein.

II. Regionale Diskussion in Deutschland

Erst in den letzten Jahren kam es in Deutschland zu einem größeren und im Vergleich zu anderen europäischen Ländern nennenswerten Interesse an großen Solarthermieanlagen für Nah- und Fernwärme, sowie für industrielle Prozesswärme. So sind in 2022 und 2023 in Deutschland mehr Freiflächen Solarthermieanlagen in Betrieb genommen worden als je zu vor, Tendenz steigend. Auch wenn die Anzahl mit unter 100 Stück Freiflächen Solarthermieanlagen in 2024 noch gering ist, so steigt die Nachfrage bei Stadtwerken, Energiegenossenschaften und Industriebetrieben doch kräftig an. Große und auch sehr große Solarthermieanlagen mit über 20 Megawatt thermischer Leistung werden unverzichtbare Bestandteile der Wärmewende in Deutschland und Europa sein.

Vielfach fehlen jedoch vor Ort noch Erfahrungen bei Investoren, Planern, Gutachtern und Genehmigungsbehörden. So müssen je nach örtlicher Situation und subjektiver Einschätzung verschiedene Standortfragen oft gutachterlich geklärt werden. Neben möglichen Blend-, Statik-, Bau- oder Versickerungsgutachten steht dabei häufig die Frage der Umweltverträglichkeit und des Gewässerschutzes im Vordergrund.

Während z.B. in Dänemark, Frankreich, Schweden oder Österreich den Behörden bei Freiflächen Solarthermieanlagen die Vorlage des Sicherheitsdatenblattes, welches den Nachweis erbringt, dass das eingesetzte Frostschutzmittel als mindergiftig und biologisch abbaubar einzustufen ist, genügt, reicht das am Genehmigungsprozess beteiligten in Deutschland bisweilen nicht aus. Der Hintergrund dafür ist das Missverständnis, nach dem fälschlicherweise Glykolen generell eine Gefährdung der Umwelt zugeschrieben wird, die in der Form des speziell für Solarthermieanlagen entwickelten und ausschließlich genutzten einstufigsfreien Polypropylenglykols aber tatsächlich nicht besteht.

III. Glykol und Fernwärmewasser: Geringe Gefahrenpotentiale

Wichtige Unterscheidung

In solarthermischen Anlagen mit möglichen Temperaturbelastungen größer 100 °C kommt in der Regel Propylenglykol zum Einsatz, aber keineswegs Ethylenglykol. Ethylenglykol ist für diesen Temperaturbereich nicht geeignet. Diese Unterscheidung ist wesentlich, da eine missverständliche Verwechslung zu Fehleinschätzungen führt.

- Propylenglykol (auch 1,2-Propandiol genannt) ist ein ungiftiger, zuckeriger Alkohol. Er ist lebensmittelzugelassen und kommt auch in Kosmetika zum Einsatz. Propylenglykol ist 100% biologisch abbaubar und wird in der Nahrungs-, Kosmetik-, Pharma- und Kunststoffindustrie verwendet. Auch kommt es bei der Enteisung von Flugzeugen zum Einsatz.⁴ Das mit Propylenglykol belastete Abwasser wird auf Flughäfen häufig in großen Mengen und absichtlich auf Grünflächen verregnet, damit es bei der Passage durch den Boden vollständig biologisch abgebaut wird.⁵ Es wird ebenfalls verwendet, um in Diskotheken sowie in Theater- oder Fernsehproduktionen künstlichen Rauch oder Nebel zu erzeugen. Beispielsweise findet sich Propylenglykol auch in Wund- und Heilsalben und wird als Futterzusatz für Milchkühe genutzt.
- Ethylenglykol (auch Etan 1,2-diol genannt) dagegen, das sich praktisch in jedem Auto- kühler befindet, wird als gesundheitsschädlich beim Verschlucken eingestuft. Ethyl- englykol wirkt leicht reizend auf Haut, Schleimhaut und Augen. Die Toxizität des Ethyl- englykols liegt in seinen Abbauprodukten im Körper – es entstehen gesundheits- schädliche Metaboliten wie Glykolaldehyd, Glykolsäure und Oxalate. Glykolaldehyd scheint für Herz und Lunge betreffende Effekte verantwortlich zu sein.⁶

Gemäß der „Verordnung über Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)⁷“ sind Gly- kole (sowohl Ethylen- als auch Propylenglykol) in die Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) eingestuft und somit „schwach wassergefährdend“. Für solarthermische Anlagen gilt daher, dass sie selbst in Wasserschutzgebieten der Wasserschutzzone 3 errichtet und betrieben werden können – sofern ihre Verrohrung doppelwandig ausgeführt wird und ein Leckagean- zeigesystem beinhaltet. Beides ist heute ohnehin Stand der Technik und gute fachliche Pra- xis.

Als wasserrechtlich grundsätzlich genehmigungsfähig beschreibt auch die VDI 3988⁸ Norm den Einsatz von Solarflüssigkeiten auf Basis des „nicht gesundheitsschädlichen 1,2-Propy- lenglykols“ bei Freiflächenanlagen. Dennoch werden in der Praxis bisweilen Auflagen wie Schutzwannen oder doppelwandige Glykoltanks auferlegt, die durch den bestehenden Stand der Technik und die gute fachliche Praxis der Anlagenbauer regelmäßig längst übererfüllt werden. Hier gilt es den bestehenden Normen zu vertrauen.

Wird eine Solaranlage mit Fernwärmewasser betrieben, gilt zu beachten, dass zu den handelsüblichen Korrosionsinhibitoren im Fernwärmewasser neben Phosphaten und Silikaten auch Chemikaliengemische auf der Basis von Aminen, Borat, Molybdat, Nitrit oder Tannin gehören. Um eine ausreichende Schutzalkalität zu erzielen, kann grundsätzlich sowohl Natronlauge (NaOH) als auch Trinatriumphosphat (Na_3PO_4) verwendet werden.

Unvermeidbaren geringen Aufhärtingen durch Fremdwassereinbrüche kann durch den Zusatz von Härtestabilisierungsmitteln und Kesselsteingegenmitteln begegnet werden. In der Praxis haben sich Zusatzstoffe auf Phosphatbasis, Polyphosphate sowie Polyacrylate bewährt, die neben der Eigenschaft, harte Kesselsteinablagerungen zu vermeiden, eine dispergierende Wirkung besitzen und damit auch Ablagerungen von Korrosionsprodukten und suspendierten Feststoffen verhindern können. Komplexbildner wie EDTA oder NTA werden heute aus abwasserrechtlicher Sicht als problematisch eingestuft. Die Verwendung von Hydrazin (N_2H_4) ist wegen der Einstufung als cancerogener (krebserregend) Stoff nur noch in begründeten Ausnahmefällen zulässig.⁹ Fernwärme-Kreislaufwasser ist der Klasse 3 nach DIN EN 1717 zuzuordnen, solange es keine Substanzen wie z. B. Hydrazin als Sauerstoffbinde-mittel enthält, sonst der Klasse 4¹⁰.

Bis zu einem Volumen von 100.000 Liter (100 m^3) sind technische Anlagen nach der AwSV in die niedrigste Gefährdungsstufe „A“ eingestuft. Die AwSV beschreibt auch, dass bei Wärmeträgerkreisläufen für Erdwärmesonden (Wärmepumpen, Geothermie) mit Glykol als Wärmeträger unter der Einhaltung gewisser Standards (Bauart des Rohres, Leckageüberwachung) einwandig ausgeführt werden dürfen.

Propylenglykol gilt zwar als brennbare Flüssigkeit der Lagerklasse 10 und zersetzt sich, abhängig von Zusatzstoffen, ab ca. $170 \text{ }^\circ\text{C}$ selbst. Unter Laborbedingungen sind reine Glykole tatsächlich brennbar und haben ein Explosionspotential. In der jahrzehntelangen Praxis des Solarthermie-Anlagenbaus ist dies für die eingesetzten Gemische jedoch nicht relevant: gefährliche Schwellenwerte werden weder bei Temperatur, noch bei Druck oder Konzentration, weder im Normalbetrieb noch in außerordentlichen Extremsituationen einer Solarthermie Anlage erreicht. Eine Brand- oder Explosionsgefahr besteht nicht.

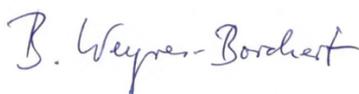
IV. Recycling und Entsorgung

Im Fall von Solaranlagen mit Wasser-Glykol-Gemischen wird oftmals von „gecracktem Glykol“ gesprochen. Der Hintergrund ist der mögliche Zerfall von Glykol bei häufiger zu hoher thermischer Belastung während der Dampfphasen einer stillstehenden (stagnierenden) Solarthermieanlage. Ausschlaggebend für diesen thermischen Zerfall von Glykol ist neben der Temperaturbelastung, die u.a. durch die jeweilige Bauart des Kollektors bedingt ist, die tatsächliche Häufigkeit und Intensität der thermischen Belastung. Der durch die thermische Belastung getriebene chemische Zerfallsprozess kann mit der Zeit saure Abbauprodukte und teerartige Verbindungen entstehen lassen. Bei der Zusammensetzung von Solarflüssigkeiten wird dies berücksichtigt und durch die Zugabe von Reservealkalität entgegengewirkt.

Die mögliche thermische Zersetzung („cracken“) von Glykol lässt sich schon bei der Dimensionierung der Solarthermie Anlage beeinflussen und weitgehend vermeiden. Wird eine zu große Kollektorfläche bezogen auf den sommerlichen Wärmebedarf installiert, wird die Anlage öfter in Stagnation gehen und die Wärmeträgerflüssigkeit entsprechend stark belasten. Das kann dazu führen, dass die Flüssigkeit während der Lebenszeit der Anlage mehrfach gewechselt werden muss. Naturgemäß erhöht dies die Betriebskosten. Einige Anlagenbauer sind daher dazu übergegangen die Kollektorfläche bewusst klein auszulegen, das Volumen eines Wärmespeichers zu erhöhen, Regelungen mit Nachtkühlfunktion einzusetzen, und/oder zusätzlich Notkühler einzubauen, um sommerliche Überproduktion und somit Stagnation zu vermeiden. So kann ein und dieselbe original eingefüllte Menge Wärmeträgerflüssigkeit über Jahrzehnte hinweg ihren Dienst tun.

Am Ende des Lebenszyklus jeder Solarflüssigkeit/Solaranlage steht die Entsorgung bzw. das Recycling – sei es frühzeitig aufgrund häufiger und intensiver thermischer Belastung oder einfach am Ende der Anlagenlebensdauer. Selbst reines VE-Wasser, insbesondere welches, dass 25 Jahre oder länger als Wärmeträger genutzt wurde, sollte ebenso wie Wasser-Glykol-Gemische nicht direkt in den Abwasserkreislauf entlassen, sondern einem Entsorgungsfachbetrieb übergeben werden.

Mit anderen Worten: eine genehmigungsrechtliche Ungleichbehandlung von Wärmeträgerflüssigkeiten mit und ohne Glykolumsatz in Solarthermieanlagen wird einer richterlichen Prüfung im Einzelfall kaum standhalten. Erinnerung sei wiederum an bestehende und in der Praxis bewährte Normen, die meist keiner weiteren Auflagen bedürfen.



Berlin, 28.10.24

Bernhard-Weyres Borchert
Vorsitzender
DGS Fachausschuss Solarthermie



Berlin, 28.10.24

Martin Schnauss
Beratendes Mitglied
DGS Fachausschuss Solarthermie

V. Stimmen aus der Fachwelt

„Aus unserer Sicht ist ein Wasser-Glykol-Gemisch als Wärmeträger in der Solartechnik mit normalem Sachverstand völlig problemlos einsetzbar. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Propylenglykole gut händelbar sind und bei sachgerechtem Umgang keinerlei Gefahrenpotenzial für Mensch und Umwelt darstellen.“

Dr. rer. nat. Dirk Schmalz | Forschung & Entwicklung | THERMUM GmbH & Co. KG
D-58802 Balve

„aqua-concept entwickelt und liefert seit Jahrzehnten Wärmeträger für u.a. Solarthermieanlagen. Als Leiter der chemischen Entwicklung kann ich bestätigen, dass die Beimischung von Propylenglykol zu aufbereitetem Wasser bei Solarthermieanlagen mit Temperaturen höher 100 Grad aktuell als Mittel der Wahl gilt. Die Anlagenbauer nutzen Wasser-Propylenglykol-Gemische aufgrund ihrer hervorragenden thermo-physikalischen Eigenschaften für den Betrieb von u.a. Freiflächen Solarthermieanlagen in Verbindung mit Fern- und Prozesswärmeanwendungen. Zu den aqua-concept Produkten gehören verschiedene Wasser-Glykol-Gemische, die anerkannt und zertifiziert den höchsten Sicherheitsanforderungen genügen und je nach Produkt an der Luft schnell und vollständig biologisch abbaubar sind. So wird bei Unfällen (Leckagen) ein theoretisch denkbarer Umweltschaden praktisch auf ein absolutes Minimum zeitlich begrenzt. Aus unserer Sicht können Wasser-Glykol-Gemische unter Beachtung der Nutzungsbedingungen des Herstellers problemlos für Freiflächen Solarthermieanlagen eingesetzt werden. Es ist nicht ersichtlich, weshalb dies nicht genehmigungsfähig sein sollte.“

Dipl.-Chemiker Thomas Porada | Leiter Forschung & Entwicklung | Aqua-concept
D-82166 Gräfelfing bei München

„Mir ist bei Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik kein Fall untergekommen, bei dem der Propylen-Glykol-Anteil des Wärmeträgers zu einem Schaden an Natur oder Technik geführt hat.“

Dipl.-Ing. (FH) Christian Keilholz | Sachverständiger für Solaranlagen
D-84478 Waldkraiburg

„Ich habe in den zurückliegenden 25 Jahren weltweit solarthermische Großanlagen geplant und gebaut, bis 30.000 m², und bisher keinen Schaden der Umwelt oder der Gewässer wahrgenommen. Auch erfüllt dieses Mittel die sehr hohen Anforderungen der amerikanischen ASTM.“

Hans Schmidt | Sachverständiger für Solarthermieanlagen
D-91572 Bechhofen

„In Österreich reicht den Behörden bei Freiflächenanlagen die Vorlage des Sicherheitsdatenblattes, welches den Nachweis erbringt, dass das eingesetzte Frostschutzmittel als mindergiftig und biologisch abbaubar einzustufen ist.“

Roger Hackstock | Geschäftsführer | Verband Austria Solar
A-1010 Wien

VI. Quellen

¹ Diese Stellungnahme bezieht sich auch Solarkollektoranlagen, die Temperaturen von typischerweise 50 °C bis 100 °C liefern. Sie bezieht sich nicht auf Luftkollektoren oder stark konzentrierende Kollektoren, die für die Bereitstellung von Temperaturen weit über 100 °C für industrielle Prozesswärme oder zur Stromerzeugung zum Einsatz kommen. Für PVT Kollektoren mit ihrem typischerweise sehr niedrigen Temperaturniveau von deutlich unter 50°C wird eine gesonderte Stellungnahme der DGS vorbereitet.

² Stagnation tritt bei gleichzeitiger starker Sonneneinstrahlung und Unterbrechung der Wärmeabnahme auf. Sie führt zu einem Stillstand der Solaranlage mit hohen Temperaturen, die die jeweilige Solarflüssigkeit verdampfen lassen können.

³ Siehe bspw.: Hausner und Fink (2003): Entwicklung von thermischen Solarsystemen mit unproblematischem Stagnationsverhalten

⁴ <https://report.flughafen-zuerich.ch/2018/ar/de/wasser-und-gewaesserschutz/>

⁵ <https://report.flughafen-zuerich.ch/2018/ar/de/wasser-und-gewaesserschutz/>

⁶ Ethylenglykol in Frostschutzmitteln und Enteisern: Eidgenössisches Departement des Innern EDI: www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/chem/themen-a-z/factsheet-ethylenglykol.pdf.download.pdf/2015-07-20_factsheet_ethylenglykol_de.pdf

⁷ www.bmu.de/gesetz/verordnung-ueber-anlagen-zum-umgang-mit-wassergefaehrdenden-stoffen/

⁸ VDI 3988 Solarthermische Prozesswärme (2020)

⁹ AGFW-Arbeitsblatt FW 510

¹⁰ Klasse 3: Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für Menschen durch weniger giftige Stoffe darstellt.
Klasse 4: Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für Menschen durch giftige Stoffe oder radioaktive, mutagene oder kanzerogene Substanzen darstellt



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

VII. Kontakt:

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) e.V.

EUREF 16

D-10829 Berlin

Tel. +49 30 293812 - 60

info@dgs.de

www.dgs.de

Fachausschuss Solarthermie

fast@dgs.de