

AL

Forschungsprojekt

SUN-AREA

Standortanalyse für Photovoltaik-Anlagen
durch hochauflösende Sensoren in der Fernerkundung
Entwicklung eines Solarpotenzial-Dachkatasters

In der **Sonne** finden wir die Lösung
zu unseren **Energieproblemen**
Mit **SUN-AREA** finden wir den Weg dorthin



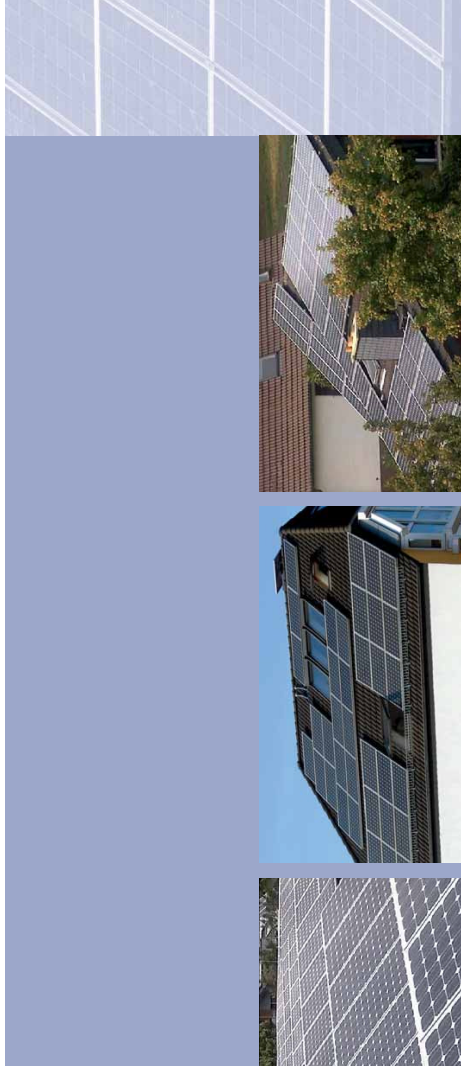
Mit dem Forschungsprojekt SUN-AREA wird erstmals die Dachlandschaft einer ganzen Stadt hinsichtlich bestehender Potenziale zur Nutzung der Sonnenenergie durch hochauflösende Sensoren mittels der Fernerkundung ermittelt. Ein junges Forscherinnenteam unter der Leitung der Professorin Dr. Martina Klärle hat mittels eines im Rumpf eines Flugzeuges integrierten Sensors eine punktgenaue Skalierung der Dachoberflächen der Stadt Osnabrück vorgenommen und hierbei erstaunliche Potenziale für eine wirksame Installation von Photovoltaik-Anlagen nachgewiesen. Das umfangreiche Datenmaterial ist im Internet abrufbar und bietet für jedes Dach exakte Daten über den jeweiligen Wirkungsgrad.



Das aus Mitteln der AGIP finanzierte Projekt ist ein hervorragendes Beispiel für den wissenschaftlichen Stellenwert der Forschung an der Fachhochschule Osnabrück und belegt zugleich den besonderen Praxisbezug in eindrucksvoller Weise.

Für die Stadt Osnabrück bietet sich durch das erfolgreiche Forschungsvorhaben die einmalige Chance, sich als „heimliche Umweltmetropole“ weiter zu profilieren, indem sie zusammen mit Partnern und Sponsoren eine Öffentlichkeitskampagne zur Nutzung der aufgezeigten Energiepotenziale startet.

Prof. Dr. Erhard Mielenthausen
Präsident der Stiftung FH Osnabrück



SUN-AREA – DAS SOLARDACH-POTENZIALKATASTER

Das Forschungsprojekt SUN-AREA erbringt den Nachweis: In Deutschland sind ca. 20% der vorhandenen Dachflächen für die solare Energienutzung geeignet. Diese können deutschlandweit ca. 100% des privaten Strombedarfs decken. Dies entspricht mehr als dem 100-fachen der heutigen Nutzung.

SUN-AREA berechnet das solare Energiepotenzial jeder Dachfläche, jeder Stadt und jedes Landkreises. Mit Geographischen Informationssystemen (GIS) werden auf der Basis von Flugzeugscannerdaten, voll-automatisch alle Dachflächen, die für die Gewinnung von Solarenergie optimal geeignet sind, ermittelt. Daraus wird für jede Teilfläche eines Daches, die

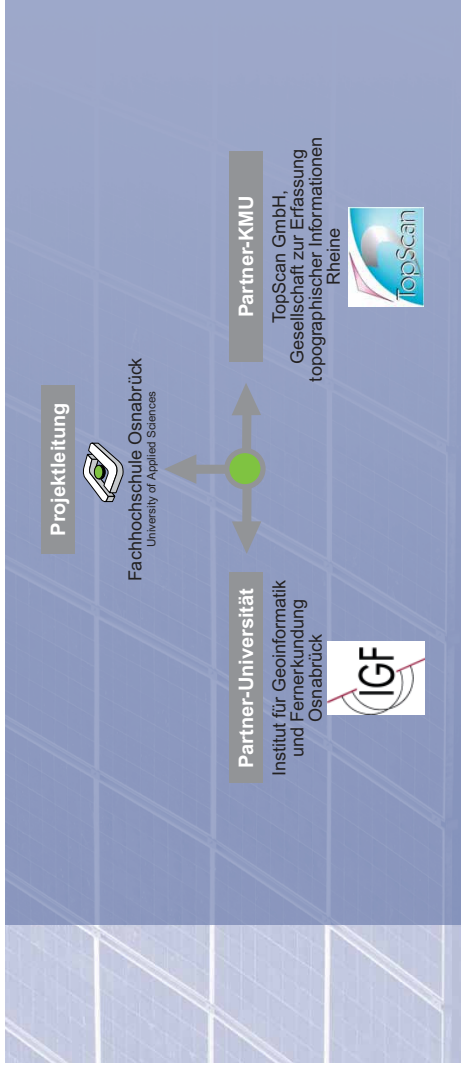
solare Eignung, der potenzielle Stromertrag und die CO₂-Einsparung sowie das daraus resultierende mögliche Investitionsvolumen berechnet und in einer Internet-GIS-Karte für jedermann bereitgestellt.

SUN-AREA liefert einen nachhaltigen Beitrag zur Wertschöpfung der Geoinformatik und erschließt das Anwendungsfeld der Solarpotenzialanalyse im Gebäudebestand. Ich freue mich, durch SUN-AREA das Solarenergiezeitalter unserer Gesellschaft ein Stück näher gebracht zu haben und somit dem Klimawandel entgegenzuwirken.

Prof. Dr. Martina Klärle
Leiterin des Forschungsprojektes SUN-AREA



3



DIE KOOPERATIONSPARTNER

Das Projekt SUN-AREA wurde unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Martina Klärle und Mitwirkung von Dipl.-Ing. (FH) Dorothea Ludwig und Dipl.-Geoinf. Sandra Lang mit dem IGF, Institut für Geoinformatik und Fernerkundung an der Universität Osnabrück als universitären Kooperationspartner aus dem Bereich der Fernerkundung und der Firma TopScan, Gesellschaft zur Erfassung topographischer Informationen in Rheine, ein Unternehmen das die Erfassung und Auswertung von Laserscannermessungen vornimmt, durchgeführt.

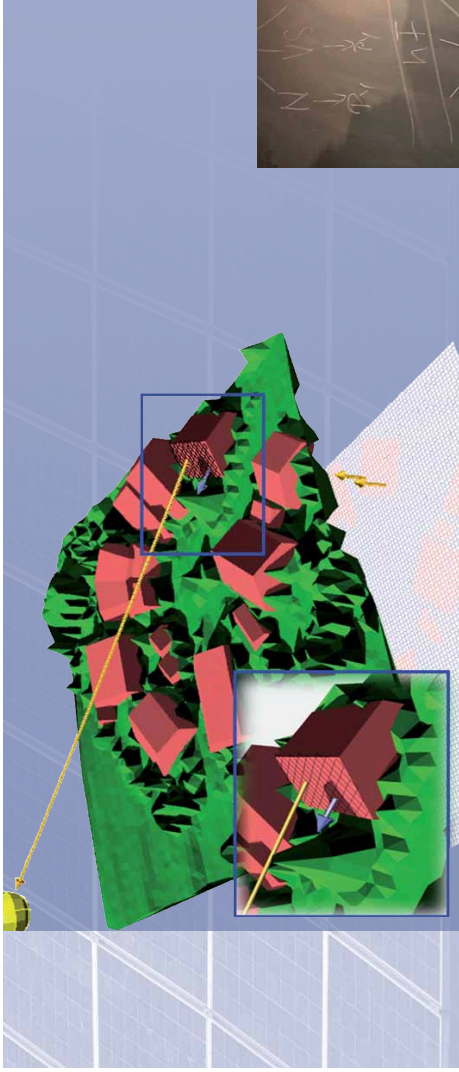
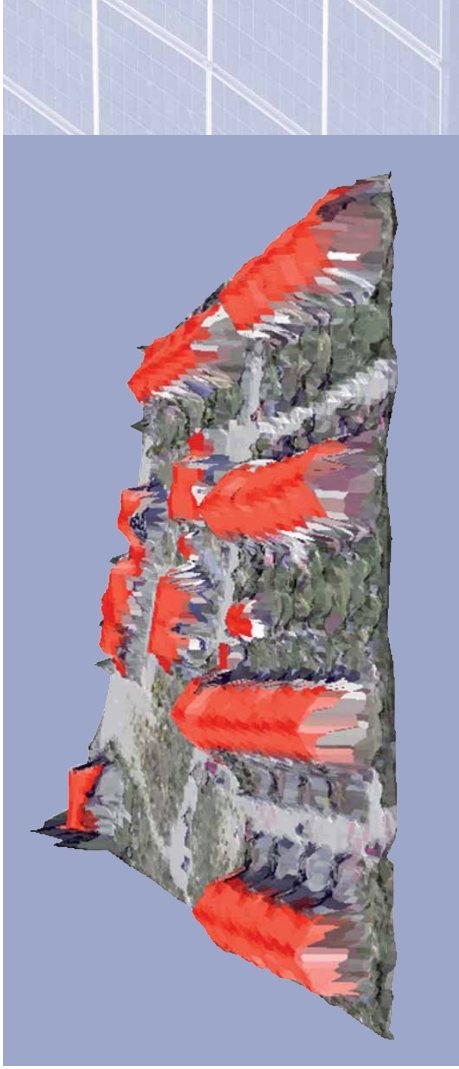
Die Landesanstalt für Geoinformation in Hannover sowie der Fachdienst Geodaten der Stadt Osnabrück unterstützen das Forschungsprojekt SUN-AREA in der Bereitstellung von Geobasisdaten. Der Fachbereich Umwelt der Stadt Osnabrück ermöglichte durch die

Integration der SUN-AREA Ergebnisse in das Internet WEB-GIS das erste kommunale Solarpotenzial-Dachflächenkataster. In mehreren Expertenrunden wurden Energieversorger, Netzbetreiber, Energieagenturen, Modulhersteller, Umweltverbände sowie Geodaten- und GIS-Experten in die Forschungs- und Entwicklungsprozesse eingebunden.

Allen Beteiligten einen herzlichen Dank.



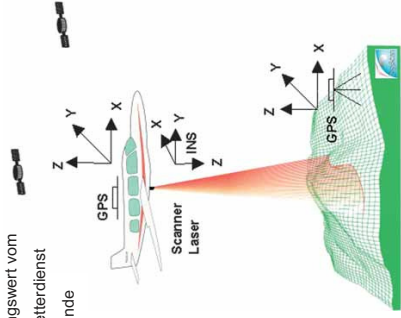
4



DIE BERECHNUNGSMETHODIK

Grundlage für die Anwendung sind hochauflösende Laserscannerdaten. Die unregelmäßig verteilten Messpunktwolken bestehen aus x-y-Koordinaten und einem Höhenwert. Diese werden durch einen Sensor im Rumpf des Flugzeugs erfasst. Das flugzeuggetragene Laserscanningverfahren ermöglicht durch die Aufnahme von Mehrfachreflexion des Laserstrahls (first und last echo) die Differenzierung von Objekt- und Geländeoberfläche. Über eine anschließende Klassifizierung der Höhenpunkte kann ein Digitales Geländemodell (DGM) als auch ein Digitales Oberflächenmodell (DOM) erstellt werden. Mit einer Punktdichte von etwa 4 Punkten pro m² und einer Lage- und Höhengenaugkeit von ca. 0,15 m besteht die Möglichkeit, kleinste Strukturen auf Dachflächen (Schoornsteine, Gauen) zu erfassen und bei der Berechnung zu berücksichtigen. Zur Lokalisierung der Gebäude werden zudem die

Gebäudeumrisse aus der ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte) hinzugezogen. Zur Berechnung der Einstrahlungsenergie auf die Dachfläche wird der Globalstrahlungswert vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zu Grunde gelegt.



DIE BERECHNUNG DER STANDORTEIGNUNG IM DETAIL

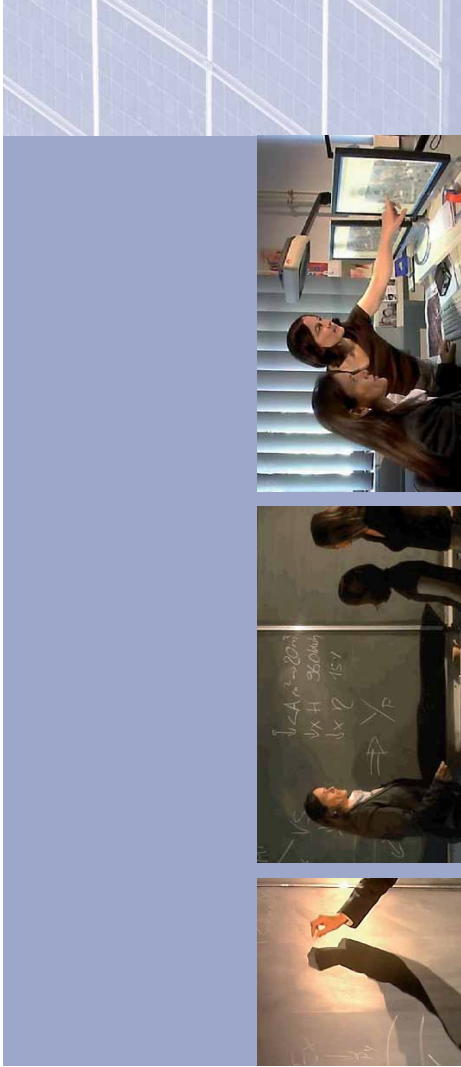
Das Forschungsprojekt SUN-AREA ermöglicht die Entwicklung einer vollautomatisch ablaufenden Methode, die es erlaubt, für große Gebiete aus hochauflösenden Laserscanningdaten vollautomatisch das Solarenergiepotenzial eines jeden Gebäudes zu errechnen. Möglich ist die Berechnung über Standard GIS-Funktionalitäten, die die Standortfaktoren Dachneigung, Dachexposition, Verschattung und Dachflächengröße ermitteln und auf Grundlage des Globalstrahlungswerts den zu erwartenden Stromertrag über eine PV-Anlage berechnen.

■ **Exposition:** Die Ausrichtung des Daches ist neben der Neigung maßgeblich für die Nutzung der Globalstrahlung. Eine nach Süden exponierte Dachfläche nutzt die Energie bis zu 100%. Eine Ausrichtung nach Ost oder West kann noch eine Energieausbeute von 80% erreichen.

■ **Verschattung:** Teilverschattungen einzelner Module können zu starken Ertragsseinbußen der Anlage führen, da diese in der Regel in Reihe geschaltet sind und die schwächste Zelle den Gesamtstrom vorgibt.

■ **Dachneigung:** Stellt den Winkel von der Horizontalen zum Bezugspunkt in Grad dar. Die optimale Neigung für Photovoltaik-Anlagen liegt bei ca. 30–45°.

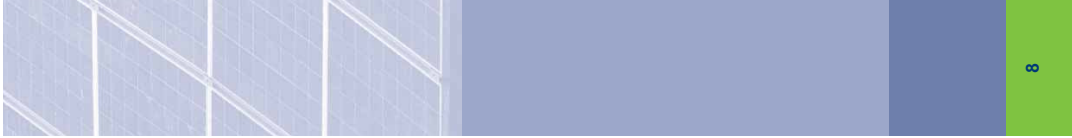
■ **Globalstrahlungsenergie auf die Dachfläche:** Grundlage ist der horizontale Globalstrahlungswert im 20jährigen Mittel am Betrachtungsort, der vom DWD erhoben wird, sowie der Neigungs- und



Ausrichtungswert der Dachfläche. In Deutschland existiert ein deutliches Nord-Südgefälle. Die höchsten Einstrahlungswerte liegen in Bayern und Baden-Württemberg. Dies ist durch die südliche Breitenlage und das wolkenärmere, kontinentalere Klima zu begründen.

- **Mindestgröße:** Experten sprechen von einer Mindestleistung von 3 kWp für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Photovoltaik-Anlage. Für einen KWp werden je nach Wirkungsgrad der Anlage ca. 6,5 – 10 m² benötigt. Aufgrund der auf Flachdächern notwendigen Aufständungen der PV-Module und der daraus resultierenden Abstände der Modulreihen untereinander, müssen diese eine Mindestflächen-größe von 45 m² aufweisen.

- **Berechnung:** Über die Abfolge von GIS-Analyse-funktionen werden fünf Standortfaktoren berech-net. Darauf aufbauend wird der mittlere Jahres-ertrag an Strom und die damit verbundene CO₂-Einsparung ermittelt. Für die Verschattungsanalyse ist ein flächendeckendes Höhenmodell zu Grunde gelegt worden, um die Verschattung durch z. B. hohe Bäume oder Häuser zu berücksichtigen. Für unterschiedliche Tages- und Monatszeiten werden Schattenmomente berechnet, eine Interpolation zwischen den einzelnen Berechnungsergebnissen präsentiert eine lückenlose Verschattungsanalyse für den gesamten Tag und das Jahr. Die Solar-potenzial-Ergebnisse können zudem als neutraler Datensatz z.B. in Stadtplänen oder 3D-Stadt-modelle einfließen.

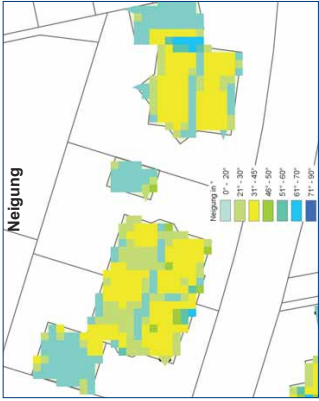


Das Ergebnis – Solarpotenzial für 70.000 Dächer in Osnabrück				
Eignung	potenzieller Stromertrag in MWh/a	PV-Modulfläche in m²	CO ₂ -Einsparung in t	
sehr gut	65.682	512.529	33.760	
gut	171.161	1.405.114	87.977	
bedingt	12.288	122.447	6.316	
Gesamt	249.131	2.040.091	128.053	

DIE MODELLREGION OSNABRÜCK – DAS SOLARPOTENZIAL

Pilotregion ist das Stadtgebiet von Osnabrück. Die Stadt gab 2005 eine Laserbefliegung mit einer Auf-nahmedichte von 4 Punkten pro m² in Auftrag. Dies ermöglichte die Entwicklung und erste Anwendung der Methode anhand des insgesamt ca. 70.000 Gebäude umfassenden Stadtgebietes mit einer Flächengröße von 120 km². Im Zuge der Befliegung am 12. und 13. Juli 2005 wurden 630 Mio. Rohpunkte in 600 m Höhe über Grund aufgenommen.

Das Potenzial auf Osnabrücks Dachflächen ist groß. Auf 27.500 Gebäuden sind 2 km² Dachfläche für die Photovoltaik-Nutzung optimal geeignet. Über diese Fläche könnten 249.000 MWh/a Strom gewonnen wer-den, die den derzeitigen Strombedarf aller Privathaushalte von Osnabrück (233.000 MWh/a, Stand 2006) mehr als vollständig decken würden.

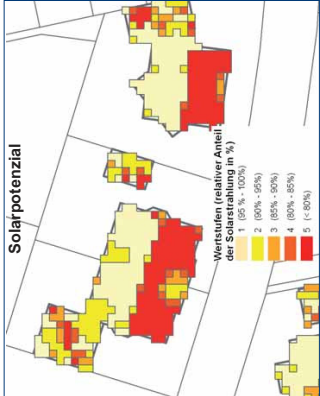
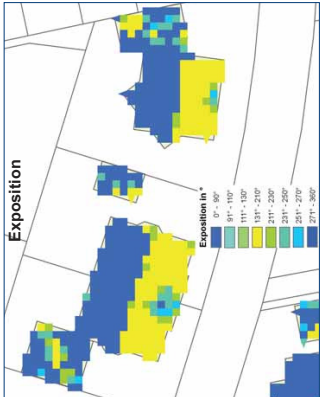


SUN-AREA ermöglicht neben der Ermittlung des Solar-energiepotenzials, auch die Klassifizierung der potenziellen Eignungsflächen hinsichtlich der empfehlenswerten Modultypen. Abhängig von der Dachneigung, Ausrichtung und Verschattung kann die diffuse und die direkte Sonneneinstrahlung separat ermittelt werden.

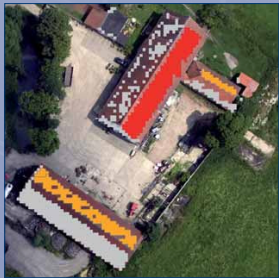
Über die Integration der Gebäudenutzungsarten aus den amtlichen Geobasisdaten und der berechneten Parameter Einstrahlungsenergie, Flächengröße und Neigung ist eine Aussage zum geeigneten Modultyp für die Dachfläche möglich (z.B. Mono-, Polychristallin, Dünnschicht oder z.B. CIS-Technologie).

Die SUN-AREA Datenbank liefert Informationen auf unterschiedlichste Anfragen

Datenbankanfrage:	Ergebnis Osnabrück
Wie hoch ist die Summe aller geeigneten Dachteilflächen mit über 75% Ertrag, die aber aufgrund der zu geringen Größe (unter 25 m²) für die Verwendung von Photovoltaikanlagen ungeeignet sind? Diese Flächen eignen sich für die Nutzung der Solarthermie.	488.962 m²
Wie hoch ist die Summe aller geeigneten Dachteilflächen auf privaten Wohngebäuden mit einem sehr guten Ertrag von über 90% und einer Mindestflächengröße von 25 m²?	574.019 m² und 69.000 MWh/a
Wie hoch ist die Summe aller geeigneten Dachteilflächen (über 75% Ertrag) auf öffentlichen und gewerblichen Gebäuden, die mindestens 100 m² groß sind?	753.290 m² und 95.000 MWh/a
Wie hoch ist die Summe aller geeigneten Flachdächer auf öffentlichen und gewerblichen Gebäuden mit einer Mindestflächengröße von 100 m²?	544.870 m² und 71.000 MWh/a



Ergebnis Potenzialanalyse, eines von 70.000 Gebäuden



Informationen pro Dach	
Eignung:	sehr gut (96%)
Fläche:	307 m²
Ertrag:	38.483 kWh/a
CO ₂ -Einsp.:	20t/a
Strombedarf für:	26 Personen

- sehr gut geeignet
- gut geeignet
- bedingt geeignet
- Verschattung

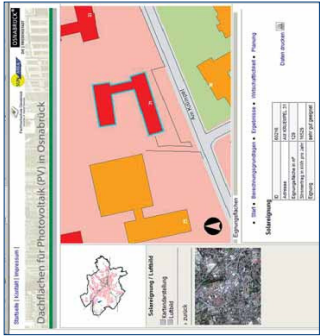
ZUSAMMENARBEIT MIT DER STADT OSNABRÜCK

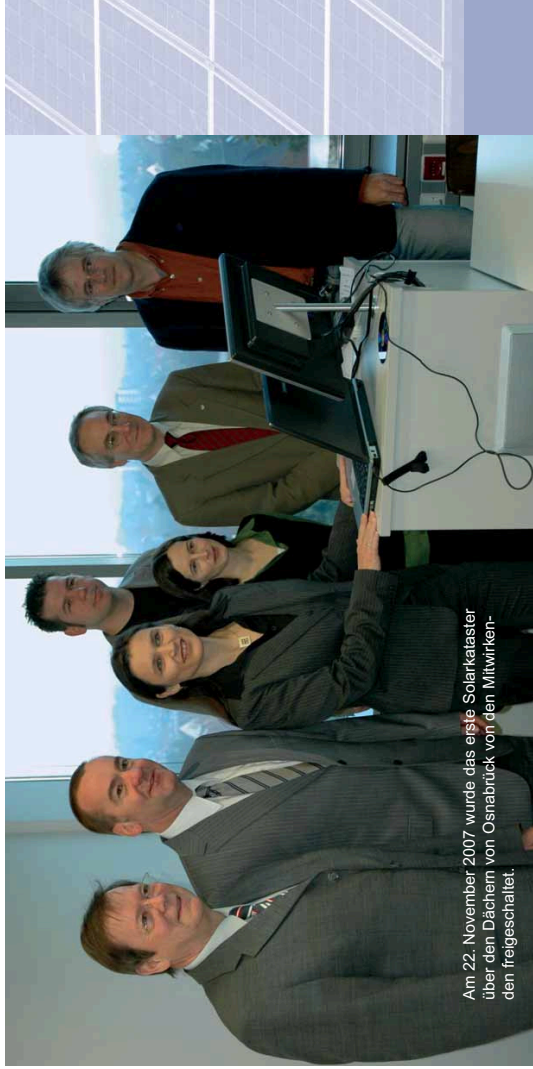
Das Forschungsprojekt SUN-AREA wurde mit sehr großem Interesse von der Stadt Osnabrück aufgenommen und unterstützt. Das Ergebnis des Solarpotenzialkatalogs wurde nicht nur intern genutzt, sondern auch den Bürgern über eine benutzerfreundliche Internet-Karte zur Verfügung gestellt (www.osnabrueck.de/sun-area).

Auf einem Stadtplan kann für jedes der ca. 70.000 Gebäuden die Solareignung abgelesen werden. Rot bedeutet z.B. das Dach erzielt mindestens 90 Prozent der maximal möglichen Solareinstrahlung und ist sehr gut geeignet. Per Klick auf das Gebäude wird die mögliche Modulfläche und der daraus resultierende Jahresstromertrag und die CO₂-Einsparung angegeben.

Nach Abschluss des Projektes SUN-AREA, startete die Stadt Osnabrück das Beratungsprojekt SUN-

POWER. Die jahrelange Erfahrung der Stadt Osnabrück zeigt, dass das größte Investitionshemmnis das Informationsdefizit der Eigentümer ist. Deshalb informierte die Stadt zunächst in drei Stadtteilen schriftlich Eigentümer mit sehr gut geeigneten Dächern, auf





Am 22. November 2007 wurde das erste Solarkataster über den Dächern von Osnabrück von den Mitwirkenden freigeschaltet.

denen mind. 50 m² Modulfläche installiert werden könnten. Eigentümer von Dächern, auf denen mindestens 1.000 m² Modulfläche installiert werden könnten, wurden im gesamten Stadtgebiet angeschrieben. Ihnen wurde ein kostenloses Beratungsgespräch durch erfahrene externe Berater angeboten. Darin werden technische Informationen zu unterschiedlichen Modulen der Photovoltaik und Solarthermie gegeben (Statik, Einspeisevergütungen, Wirtschaftlichkeit). Die Vor- und Nachteile von Eigenbetrieb oder Verpachtung von Dachflächen werden erläutert. Die Beratungen wurden u. a. durch örtliche Betriebe des Handels und Handwerks sowie der Stadtwerke Osnabrück gesponsert.

Das Ziel der Stadt Osnabrück ist es, ein Maximum der geeigneten Dachflächen für Solarenergie zu nutzen.

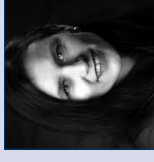
SUN-AREA beweist, rein rechnerisch könnte der gesamte private Strombedarf Osnabrücks durch Solarenergie erzeugt werden. Eine Investitionen in Höhe von 1,2 bis 1,5 Milliarden Euro würde angestoßen und 128.000 Tonnen Kohlendioxid (ca. 8 % des Gesamtausstoßes) jährlich eingespart werden.

Fragen zur Umsetzung in Osnabrück können an **Frau Fritsch-Riepe** vom Fachbereich Umwelt unter 0541/323-2469 bzw. fritsch-riepe@osnabrueck.de gestellt werden.

Das Forscherteam stellt sich vor:

Prof. Dr. Martina Klärle

E-Mail:
m.klaerle@fh-osnabrueck.de



Dipl.-Ing. (FH) Dorothea Ludwig

E-Mail:
d.ludwig@fh-osnabrueck.de



Dipl.-Geoinf. Sandra Lanig

