

Berechnungsgrundlage

1 AUSGANGSSITUATION

Ziel des Projekts ist es, mittels Standortanalyse über die SUN-AREA Methode optimale Dachflächen für Photovoltaik- und thermische Solaranlagen zu finden und eine flächendeckende und exakte Berechnung des solaren Dachflächenenergiepotenzials (kWp) für die Stadt Bremerhaven zu liefern. Die Ergebnisse der Analyse sollen als Basis z. B. für weitergehende Energieberatungen dienen. Neben positiven Effekten für die regionale Wirtschaft durch Mobilisierung potenzieller Investitionsvolumina wird eine Einsparung des klimaschädlichen Treibhausgases CO₂ angestrebt. Im Rahmen einer klimaverträglichen Energieerzeugung kann die Nutzung von Solarenergie eine bedeutende Rolle einnehmen.

Auf der **Grundlage** von hochaufgelösten Laserscannerdaten wurde die Standortanalyse und Potenzialberechnung für Solaranlagen durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich dabei auf die Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und der solaren Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell (DOM).

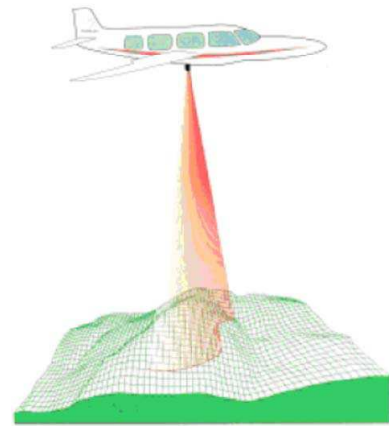
Diese 3-dimensionale Analyse ermöglicht beispielsweise eine exakte Berechnung der solaren Einstrahlung und hoher Abschattung durch umliegende Gebäude und Vegetation. Dabei wird durch Berücksichtigung zahlreicher Sonnenstände über den Tages- und Jahreslauf die direkte und die solare Einstrahlung errechnet. Starke Minderung der direkten Einstrahlung führt zur Ausweisung von verschatteten Dachflächenbereichen, die für die Nutzung von Solarenergie ungeeignet sind.

Bautechnische Faktoren wie der Zustand und die Statik des Daches bzw. Gebäudes können auf dieser Datengrundlage nicht erfasst werden. Sie müssen im Einzelnen durch eine gesonderte fachmännische Prüfung erfolgen. Plan eingefasste Dachfenster werden bei der Laserdatenerfassung nicht separat erfasst und sind dementsprechend in der Berechnung nicht berücksichtigt.

2 Datengrundlage

Laserscannerdaten

Grundlage der Solarpotenzialanalyse sind die Laserscannerdaten aus der Befliegung 2008 mit einer Aufnahmedichte von ca. 6 Pkt/m². Aus den first and only pulse Laserscannerdaten erfolgt die Interpolation des digitalen Oberflächen Modells (DOM) im 0,5m Raster.



Quelle: Wever

Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK)

Zur Lokalisierung der Gebäude wurden die Gebäudegrundrisse aus der ALK des Vermessungs- und Katasteramtes mit Stand von 2010 verwendet. Die Gebäudeumrisse geben die Gebäudeaußenmauern des Hauses an. Dachüberstände sind darin nicht berücksichtigt.

3 Bewertungskriterien

Einstrahlungsanalysen

Im Zuge der Einstrahlungsanalysen werden die solare Einstrahlung und deren Anteil direkter Einstrahlung ermittelt. Die solare Einstrahlung ist ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der solaren Nutzung. Über eine Ganzjahreseinstrahlungsanalyse, berechnet im Stundenrhythmus des Sonnenstandes über das Jahr, ist es möglich die Jahressumme der solaren Einstrahlung genau zu ermitteln. Über die direkte Einstrahlung wird die Abschattung errechnet. Starke Minderung der direkten Einstrahlung deutet auf stark abgeschattete Bereiche hin. Diese können durch Bäume, angrenzende Gebäude oder durch Dachaufbauten verursacht werden. Auch nördlich ausgerichtete Dachflächen erreichen je nach Neigungswinkel keine direkte Sonneneinstrahlung. Stark abgeschattete Dachflächenbereiche ab einer Minderung der direkten Strahlung von 43% werden als ungeeignete Bereiche aus der Berechnung herausgenommen. Geringere Abschattungen mindern die solare Einstrahlung und fließen in die Solarpotenzialberechnung mit ein. Die Einstrahlungsanalyse wird anhand von örtlichen Strahlungsdaten an lokale Verhältnisse angepasst. Zu Grunde gelegt wird der Globalstrahlungswert für Bremerhaven im 20 jährigen Mittel (987 kWh/m²*a) der auf eine horizontale Fläche auftrifft, ausgegeben vom Deutschen Wetterdienst. Für solarenergetische Nutzung geeignete Flächen werden ab einem prozentualen Einstrah-

lungsanteil von 75% (PV) bzw. 70% (Thermie) der in Bremerhaven möglichen Solarstrahlung ausgewiesen.

PV-Modulwirkungsgrad

Für die Berechnung des potenziell zu erwirtschaftenden Stromertrags wurden Wirkungsgrade von PV-Modulen mit 15% angehalten.

CO₂-Einsparung

Die Berechnung basiert auf einem bundesdurchschnittlichen CO₂-Äquivalent Wert von 0,633 kg/kWh. Demnach wurde die CO₂-Einsparung für eine Anlage mit 15% Wirkungsgrad mit 0,498 kg/ berechnet. Die Ergebnisse der Stromertragsberechnung bilden die Grundlage für die mögliche CO₂-Einsparung.

KWp-Leistung

Für die als Nennleistung von Photovoltaikanlagen bezeichnete Kilowatt-Leistung wurden 7 m² pro KWp zu Grunde gelegt. Dies entspricht einer Leistung von mono-und polykristallinen Anlagen.

Investitionsvolumen

Als Kostengröße wurden 3.000,00 € pro KWp zu Grunde gelegt.

4 Parameter der Solarpotenzialanalyse

Für das Projektgebiet wurde für jedes Dach eine exakte Analyse des solaren Energiepotenzials durchgeführt und numerisch in Form einer Datenbank aufbereitet. Die Genauigkeit hängt dabei von der Punktdichte der verfügbaren Laserscannerdaten ab. Im Ergebnis dargestellt sind die Flächen, die sich hinsichtlich der oben aufgeführten Standortfaktoren optimal für die Nutzung von PV- und/oder thermischen Anlagen eignen.

Photovoltaikanlagen

Für PV-Anlagen positiv beurteilte Standorte erfolgt die Berechnung des potenziellen Stromertrags, der damit einhergehenden CO₂-Einsparung mittels PV-Anlagen eines jeden Daches in kg pro Jahr, des überschlägigen Investitionsvolumens (€) und der möglichen zu installierenden kWp-Leistung. Die dieser Berechnung zugrunde liegenden Größen für die Ermittlung der einzelnen Kennwerte zur Nutzung von Photovoltaikanlagen stellen eine Momentaufnahme der Marktsituation dar. Wirkungsgrade, Preise und Installationskosten für PV-Module können sich durch Faktoren wie technische Neuerungen, Produktionskosten, Nachfrage und Angebot sowie regionaler Preisdisparitäten während der Projektphase verändern. Mit der Berechnung dieser Anlagen-Kenngrößen ist die Möglichkeit gegeben, für jedes Dach zu einem späteren Zeitpunkt mit geringem Aufwand eine Wirtschaftlichkeitsanalyse unter Berücksichtigung der dann aktuellen Werte für Modulwirkungsgrade, Anlagenkosten, Einspeisevergütung und Finanzierungsbedingungen durchzuführen.

Das Ergebnis weist die Flächen aus, die ein Solarenergiepotenzial von 100% bis 75% der maximalen Einstrahlungsenergie in Bremerhaven aufweisen.

Für die PV-Nutzung geeignete Dachflächenbereiche sind mindestens 10 m² für geneigte Dächer an Modulfläche (3D-Fläche) groß. Flachdächer müssen bei Aufständigung der Module mindestens 15 m² für die PV-Nutzung aufweisen.

Klassifizierung in Eignungsstufen:

- sehr gut geeignet, > 95% der in Bremerhaven möglichen Solarstrahlung
- gut geeignet, 80 – 95% der in Bremerhaven möglichen Solarstrahlung
- bedingt geeignet, 75 – 80% der in Bremerhaven möglichen Solarstrahlung

Solarpotenzial PV



sehr gut geeignet



gut geeignet



bedingt geeignet

Solarthermie

Grundsätzlich sind alle Flächen, die für PV-Anlagen geeignet sind, auch für thermische Solaranlagen geeignet. Für die Thermienutzung geeignete Dachflächenbereiche verfügen über ein Solarpotenzial von 100% bis 70% Einstrahlungsenergie.

Der optimale Aufstellwinkel einer thermischen Solaranlage hängt von seiner vorrangigen Nutzung ab. Steilere Aufstellwinke sind für solarthermische Anlagen nicht von Nachteil. Es ergeben sich gerade in

der kalten Jahreszeit (bei niedrigem Sonnenstand) bzw. in der Heizperiode höhere Erträge. Es werden über die Ausweisung von geeigneten Standorten für PV-Anlagen hinaus weitere Standorte berechnet, die aufgrund dieser Parameter nur für die Installation von thermischen Anlagen wirtschaftlich genutzt werden können.

Für die Thermienutzung geeignete Dachflächenbereiche verfügen über ein Solarpotenzial von 70% bis 100% Einstrahlungsenergie. Für die Nutzung thermischer Anlagen wurde eine Mindestflächengrößen von 4 m² (geneigtes Dach) zu Grunde gelegt. Flachdächer müssen bei Aufständigung der Module mindestens 4 m² für die Solarthermie-Nutzung aufweisen. Es erfolgt eine zweistufige Klassifizierung.

- sehr gut geeignet, > 85% der in Bremerhaven möglichen Solarstrahlung
- gut geeignet, 70 – 85% der in Bremerhaven möglichen Solarstrahlung