

Pilotprojekt Digitale Energieplanung Landkreis Kulmbach 4.0

Ausgangssituation / Anwendungsszenario (Kurzbeschreibung)

Der Landkreis Kulmbach betreibt seit 2007 mit seinen 22 Städten, Märkten und Gemeinden ein interkommunales Geoinformationssystem über eine gemeinsame Landkreis-Lizenz mit einem externen Dienstleister, der Fa. RIWA GmbH. Dabei sind ca. 200 Arbeitsplätze in der Landkreisverwaltung und 200 Arbeitsplätze bei den Kommunen angeschlossen. Die Digitalisierung von Energieplanungsprozessen und die Entwicklung entsprechender Lösungen für Politik, Unternehmen und die beteiligte Öffentlichkeit zur Umsetzung der Energiewende vor Ort bilden dabei wesentliche Arbeitsschwerpunkte des Klimaschutzes im Landkreis Kulmbach.

Die Ergebnisse aus zwei unterschiedlichen Projekten des Landkreises sollen in einem Geoinformationssystem zusammengeführt und in 3D auf Flurstücks- und Gebäudeebene für den gesamten Landkreis dargestellt werden. Die Daten für ein Solarpotenzialkataster für den Landkreis Kulmbach sollen mit den Daten des Wärmebedarfes sowie den Deckungspotenzialen durch Nutzung der Oberflächennahen Geothermie mittels Wärmepumpentechnologie kombiniert werden.

Die integrierte Ausweisung des Wärmebedarfs von Gebäuden, der Potenziale der energetischen Gebäudesanierung sowie der Potenziale zur Deckung der Wärmenachfrage mit den Angaben zum Solarpotenzial eröffnet zahlreiche Möglichkeiten der Energieberatung für die Landkreisbevölkerung. Im Landkreis wurden bereits gebäudescharf geothermische Deckungspotenziale für unterschiedliche Sanierungsszenarien im Gebäudebestand ausgewiesen. Dies erlaubt so die Ermittlung optimierter Versorgungsstrategien, respektive eine Abwägung zwischen Sanierungstiefe und Versorgungsstrategie.

Verwendete Daten

Das Bearbeitungsgebiet umfasst den gesamten Landkreis Kulmbach mit 658 km².

1. Solarpotenzialkataster

Für das **Solarpotenzialkataster** wurden folgende Daten verwendet:

- Laserscandaten im Format LAZ (Produktname in Bayern: Laserpunkte-all)
- Gebäudeumringe als Shape (Produktname in Bayern: Hausumringe)
- Punkte mit Straßennamen und Hausnummern als separierte Textdatei (Produktname in Bayern: Hauskoordinaten)
- Luftbilder (Produktname in Bayern: DOP (RGB) 20)
- Denkmalgrenzen als Shape

Der Projektpartner tetraeder.solar gmbh kann nur eine Schätzung der Datenmenge abgeben, die Schätzung liegt bei circa 500 GB für die Laserscandaten. Die Datenmenge für die Luftbilder liegen nur noch komprimiert vor und betragen 5 GB. Die weiteren Daten haben zumeist eine Größe von 100 MB.

2. Wärmekataster 3D und Oberflächennahe Geothermie:

Grundlage für die Wärmebedarfsanalyse sowie die Analyse des geothermischen Potenziale bilden die Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung (LDBV), die Daten zu den

geothermischen Bedingungen im Untergrund des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und
Fachdaten Dritter:

Datengrundlage	Inhalt	Quelle
Digitale Flurkarte (ALKIS)	Lage und Geometrie aller Flurstücke, Gebäudeumrisse und Gebäudebauteile	LDBV
Tatsächliche Nutzung (TN)	Nutzung der Flurstücke	LDBV
Digitales 3D-Gebäudemodell LoD1	3D Gebäudemodell	LDBV
Laserpunkte	3D-Punktwolke aus luftgetragendem Laserscanning	LDBV
Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden	Parameter zur Berechnung der Entzugsleistung für Erdwärmesonden	LfU
Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmekollektoren	Restriktionsflächen, Flächen auf denen eine geothermische Nutzung möglich ist	LfU
Bohrtiefenbegrenzung	Die geothermische Nutzung des Untergrundes ist auf das erste Grundwasserstockwerk begrenzt; Tiefenlage der unteren Begrenzung	LfU
Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes	Parameter zur Berechnung der Entzugsleistung für Erdwärmesonden	LfU
Bohrrisiken	Restriktionsflächen; Gebiete mit geotechnischen Risiken in denen geothermische Nutzung nicht möglich ist	LfU
Grabbarkeit	Restriktionsfläche	LfU
Wärmeleitfähigkeiten des Bodens	Parameter zur Berechnung der Entzugsleistung für Erdwärmekollektoren	LfU
Strukturdaten zum Gebäudebestand	Daten zu Nutzung, bauphysikalischer Kategorie etc.	Daten Dritter

Verwendete Software / Voraussetzungen

tetraeder.solar.gmbh

Die Firma tetraeder.solar.gmbh setzt sehr stark auf offene und freie Software. Geodaten wie Gebäudeumrisse werden mittels der GI-Software QGIS aufbereitet. Für die Berechnung nutzt die Firma tetraeder.solar.gmbh leistungsstarke Server mit aktuellen Prozessorgenerationen und möglichst viel Arbeitsspeicher. Die Server sind mit einer Linux-Distribution ausgestattet und speichern die Daten in der Datenbank PostgreSQL. Für die Berechnung kommt eine eigens programmierte Software zum Einsatz um möglichst performant und lizenzkostenfrei Berechnungen durchzuführen. Die Bereitstellung der Daten geschieht über eine Web-Anwendung. Für die Kontrolle der Ergebnisse und Daten werden unter anderem QGIS, Meshlab und CloudCompare genutzt. Bei Exporten wird die freie Bibliothek gdal verwendet.

RIWA GmbH

- LoD2 CityGML Daten werden mit dem frei verfügbaren 3D City Database Importer/Exporter im ersten Schritt in einer PostgreSQL Datenbank gespeichert.
- Die Verknüpfung der 2D Gebäudeninformation (MySQL DB) des Geothermiepotentials und des Solarkatasters mit den 3D Gebäuden wird mit der lizenzpflichtigen FME Software gemacht. Zusätzliche Attribute werden hier an das CityGML building hinzugefügt.

- Zur 3D Darstellung im Browser wird die Software von VirtualCitySystems verwendet welche auf Cesium beruht. Für die Konvertierung der 3D CityGML Date in das Cesium eigene Format b3dm wird eine von VirtualCitySystems entwickelte Software (Publisher 3D Job) verwendet
- Die Prozessierten 3D Daten liegen auf einem internen Server und auf dem AWS (externer Zugriff)
- Die Bereitstellung der Daten erfolgt über das RIWA GIS

Das Landesamt für Umwelt hat alle Daten im Shape-Format übergeben und im Vorfeld mit Tobias Eder und der Hochschule der TU München im Bereich der Wärmebedarfsberechnung vorverarbeitet.

Vorgehen / Umsetzung

1. Solarpotenzialkataster

Erstellung eines digitalen Oberflächenmodells auf Basis der Höhendaten:

Aus den Höhendaten wird ein geeignetes Oberflächenmodell gerechnet. Das Oberflächenmodell bildet die Grundlage für die Solarpotenzialanalyse.

Einstrahlungs- und Verschattungsanalyse:

Für diesen Analyseschritt wird zunächst für jedes Dach ein Raster bestehend aus virtuellen Messpunkten angelegt. Für jeden Messpunkt wird anhand der Neigung und Exposition das erzielbare Einstrahlungspotenzial unter Berücksichtigung der Verschattung mittels des Einstrahlungsalgorithmus von Sári und Hofierka und der Verwendung eines Raytracing-Algorithmus gerechnet. Bei der Berechnung des Solarpotenzials werden die jüngst aktualisierten Werte aus der Datenbank PV-GIS (bereitgestellt durch „European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport“) zusätzlich als Referenzwerte verwendet. Das Ergebnis dieses Analyseschritts ist die Berechnung der nutzbaren Sonneneinstrahlung unter Berücksichtigung von Dachfläche, Dachneigung und Dachausrichtung sowie Verschattung durch Dachaufbauten (soweit in den Höhendaten erfasst), benachbarte Gebäude, Vegetation und Gelände differenziert nach Dachteilflächen und unterteilt in diffuse und direkte Strahlung.

Bestimmung der im Zusammenhang bebaubaren Dachteilbereiche:

Auf Basis der bei der Einstrahlungs- und Verschattungsanalyse ermittelten Einstrahlungsverläufe für das Raster virtueller Messpunkte werden die Dachteilflächen aggregiert, die einen ähnlichen Einstrahlungsverlauf über das Jahr aufweisen und daher im Zusammenhang bebaut werden können.

Aufbau der Datenbank und Erstellung der Datenbasis für die Darstellung in einem WebGIS:

Die Ergebnisse aus der Einstrahlungs- und Verschattungsanalyse werden in einem GIS aufbereitet und in ein geeignetes Indexsystem umgerechnet, welches später der Klasseneinteilung für die Eignungsdarstellung zugrunde gelegt wird. Teil dieser Analyse ist ebenfalls die Eignungsbewertung und die Vorbereitung der Darstellung des Energieertrags in kWh/Jahr im Solarpotenzialkataster. Weiterhin werden die Parameter ‚möglicher Energiegewinn in kWh/qm pro Jahr‘, ‚maximal installierbare Fläche in qm‘, ‚möglicher Gesamtenergiegewinn je Dachteilfläche und Gebäude in kWh/Jahr‘ sowie die ‚mögliche CO₂-Einsparung je Dachteilfläche und Gebäude‘ bestimmt und für die Darstellung im Solarpotenzialkataster vorbereitet.

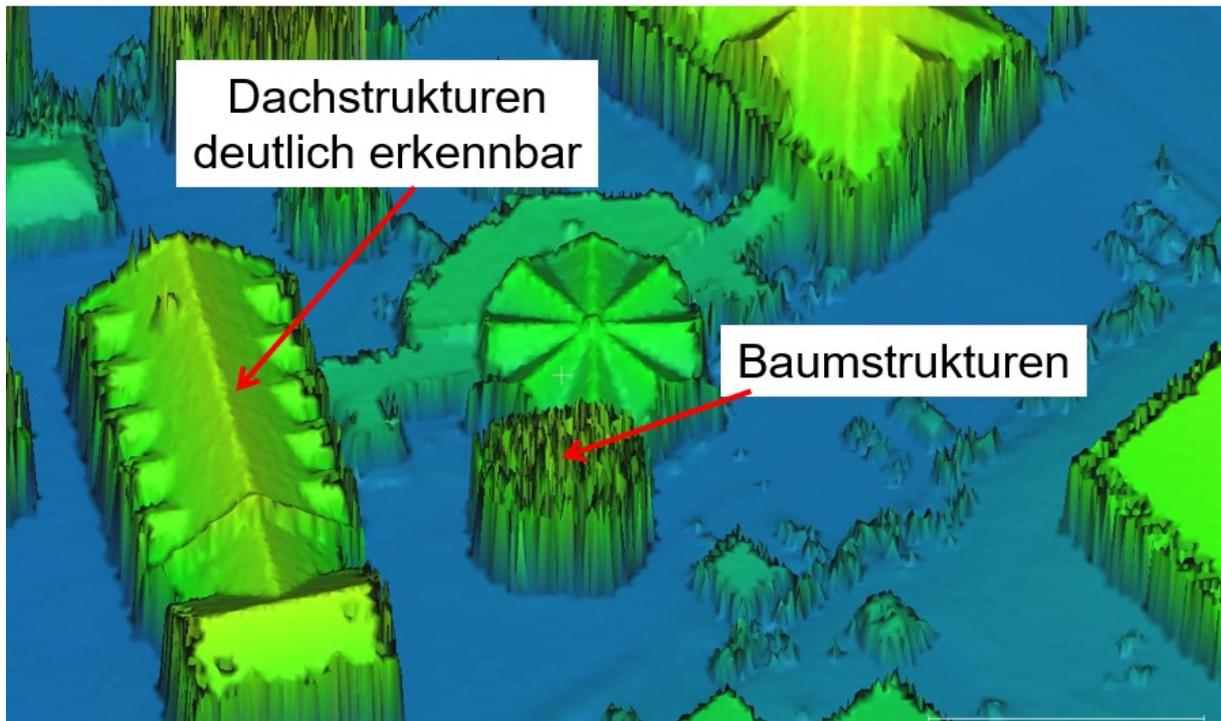


Abb. 1: Mittels Triangulation vermeshte Punktwolke aus der Aufnahme mittels Laserscanverfahren vom LDBV; Schattenbildung nur eine Darstellung der Blickrichtung zum Normalenvektor der Dreiecke; Einfärbung nach Höhe (z) in Blau = niedrig, Rot = hoch



Abb. 2: Eignungsklassifizierung mit verschiedenen Stufen (Karte) und Einstrahlungsgrafik mit farblicher Abstufung der Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr, Rot = stark, Blau = schwach (Pop-up unten rechts)

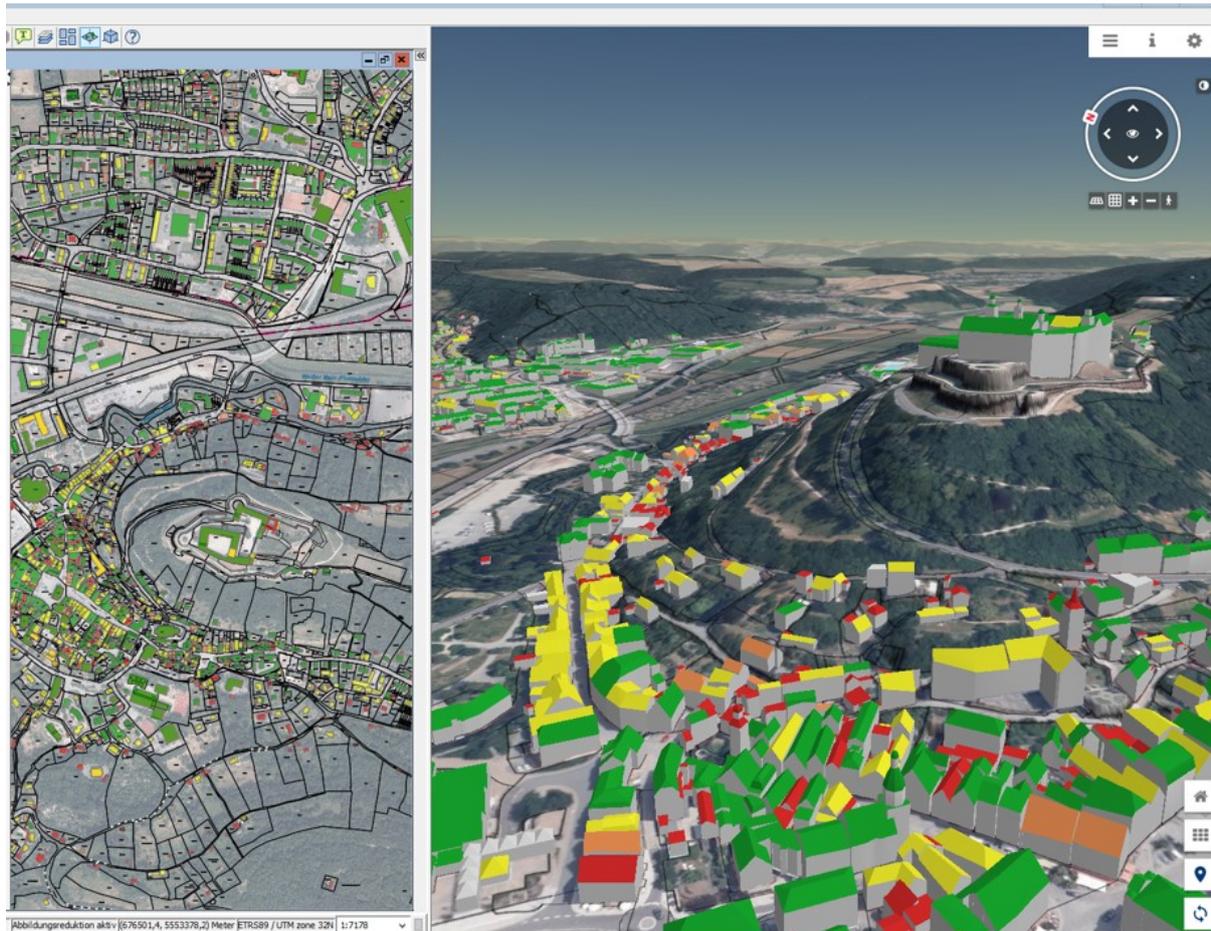


Abb. 3: Darstellung des Eignungslayers auf den 3D-Gebäudemodellen in der 2D- und 3D-Ansicht in der Software RIWA-GIS

Die Solarpotential- und Geothermiedaten werden in einem eigenen Darstellungsmodell im RIWA GIS nach Eigenschaften klassifiziert. Neben den grafischen Eigenschaften sind weitere Attribute/Informationen über den Tooltip abrufbar. Die Darstellung im 2D und 3D sind identisch. Die Ebenen im 2D und 3D sind miteinander gekoppelt und können gleichzeitig an und ausgeschaltet werden. Ebenso sind die einzelnen Gebäude zwischen 2D und 3D gekoppelt, so kann schnell zwischen den beiden Ansichten gesprungen werden.

2. Wärmekataster 3D und Oberflächennahe Geothermie:

Analysemethode

Die Berechnung der Wärmenachfrage und der anlagentechnischen Dimensionierungsgrößen erfolgt auf Grundlage eines 3D-Modells des Gebäudebestandes. Dies erlaubt die Ableitung beheizter Volumina und Nutzflächen, welche wiederum in Kombination mit Daten zur Gebäudenutzung und entsprechenden Nutzungsprofilen die Ausweisung interner Gewinne und Lüftungswärmeverluste (manuelle Lüftung) sowie einen über typspezifische Zapfprofile ermittelten Warmwasserbedarf erlauben. Andererseits ermöglicht die geometrische Information zu Gebäudebauteilen den Aufbau eines bauphysikalischen Gebäudemodells zur Betrachtung der Verluste über Wärmetransmission und der solaren Gewinne. Das bauphysikalische Modell basiert auf regional adaptierten Typologien, welche anhand der

aufbereiteten Strukturdaten zum Gebäudebestand dem Einzelgebäude zugewiesen werden. Für jede Wand-, Fenster-, Dach- und Kellergeschossfläche werden entsprechende Wärmedurchgangskoeffizienten ermittelt und ggf. die Wärmetransmission zu Nachbargebäuden berücksichtigt. Das entwickelte Berechnungsmodell liefert sowohl die erforderliche Heizleistung für definierte Zeitspannen als auch den Heizbedarf der Gebäude.

Die Potenziale der energetischen Sanierung werden über eine modellhafte Bauteilsanierung abgebildet. Im Rahmen gegenständlichen Projektes wurden für den existierenden Gebäudebestand für den Errichtungszustand und 3 Sanierungsszenarien (KfW-Effizienzstandard 100, 85, 70) gebäudescharf ausgewiesen, wobei hier die Reduktion von Heizleistung und Heizbedarf wesentliche Parameter für den späteren Abgleich mit den vorliegenden Versorgungspotenzialen der oberflächennahen Geothermie / Wärmepumpentechnologie darstellen.

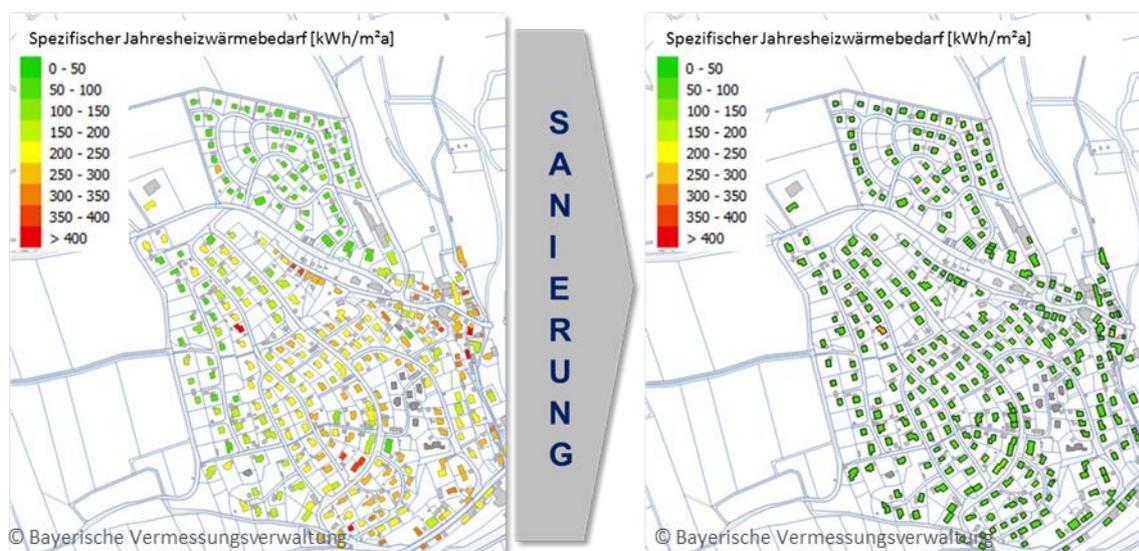


Abb.4: Spezifischer Heizwärmebedarf (gebäudescharf für 3 Sanierungsstufen)

Die Ermittlung des erschließbaren geothermischen Potentials durch den Einsatz von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren berücksichtigt die geologischen, hydrogeologischen, geothermischen und wasserwirtschaftlichen Einschränkungen, die dreidimensionale räumliche Dimension des energetischen Nutzungsvolumens und den potentiell notwendigen und auch möglichen energetischen Entzug. Ausgenommen von der Potenzialermittlung sind Flurstücke die nach derzeitigem Kenntnisstand auf Basis von wasserwirtschaftlichen (z.B. Begrenzung der Bohrtiefe zum Zwecke des Grundwasserschutzes), hydrogeologischen (z.B. artesisch gespannte Grundwasserleiter) oder geologischen (z.B. Dolinen, Sulfatgesteine oder Karsthohlräume) Risiken ungeeignet sind.

Ergebnisse

1. Solarpotenzialkataster

Die Ergebnisse werden primär in dem öffentlich einsehbaren Solarpotenzialkataster verwendet. Dazu hat die tetraeder.solar gmbh eine Webseite erstellt: <https://www.solare-stadt.de/landkreis-kulmbach/>. Die Ergebnisse wurden dem Landkreis auch als Geodatensatz mit einer Statistik übergeben. Eine Verbindung zwischen dem Geoportal des Landkreises Kulmbach und der Webseite für das Solarpotenzialkataster wurde über einen WMS geschaffen

Projekt des Runden Tisch GIS e.V. zur Unterstützung der Verwendung von Geomassendaten durch Pilotanwender aus verschiedenen Anwendungsbereichen

(<https://geoportal.landkreis-kulmbach.de/>). Dazu agierten die Firmen tetraeder.solar gmbh und die RIWA GmbH gemeinsam bei der Umsetzung.

Die Ergebnisse der Solarpotenzialanalyse sind auf Gebäudeebene, Gemeindeebene und auf der Landkreisebene darstellbar. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse auf Landkreisebene incl. Der Datenbeschreibung des Datenexportes erfolgt in Anlage 1 des Berichtes.

2. Wärmekataster 3D und Oberflächennahe Geothermie:

Ergebnis der Analysen bildet einerseits die Wärmenachfrage und die Heizleistung jedes Gebäudes für definierte Sanierungsstrategien, andererseits das flurstücksbezogene geothermische Potential zur Wärmeversorgung. Über entsprechende anlagentechnische Kennwerte der Wärmepumpentechnologie wird für jedes Gebäude im Landkreis und jedes Sanierungsniveau der potenzielle Deckungsgrad durch die oberflächennahe Geothermie ausgewiesen.

Anwendungsszenario für die erstellten Informationsgrundlagen ist etwa deren Einsatz in der kommunalen Energieplanung, in der Öffentlichkeitsarbeit und Initialberatung von Hauseigentümern sowie der Entwicklung spezifischer Förderstrategien.

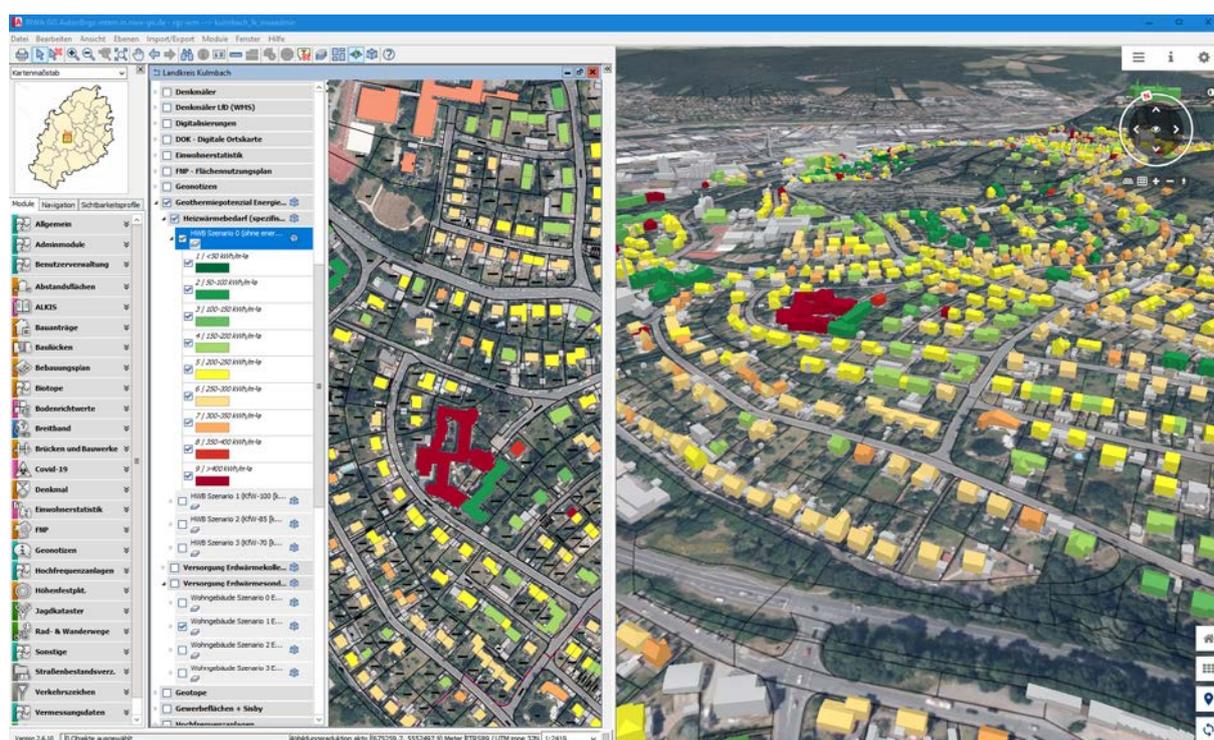
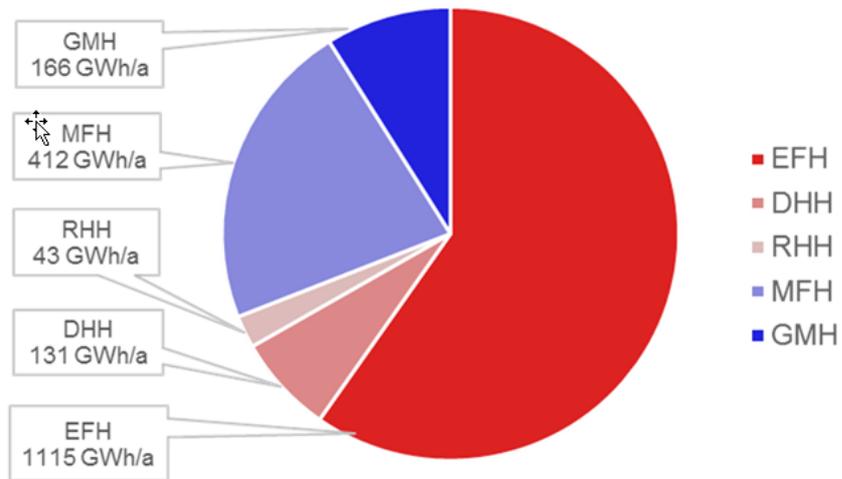


Abb.5: Spezifischer Heizwärmebedarf in kWh/m²/a, umgesetzt im 2D und 3D-GIS (RIWA-GIS)

Insgesamt wurden 22606 Wohngebäude im Landkreis auf ihren Wärmebedarf hin untersucht und den Heizbedarf berechnet. Davon könnten je nach Sanierungszustand der Gebäude ca. 40 bis 60 % ihren Wärmebedarf mit Erdwärmesonden decken und 10 bis 50 % mit Erdwärmekollektoren. Dies ist ein enormes Potential für Kulmbach und es dürfte in anderen Regionen Bayerns ähnlich hoch sein. Insgesamt wurde ein Heizwärmebedarf von 1868/GWh/a für alle Gebäude des Landkreises berechnet.

Heizwärmebedarf der Wohngebäude* des Landkreis Kulmbach nach Gebäudetyp

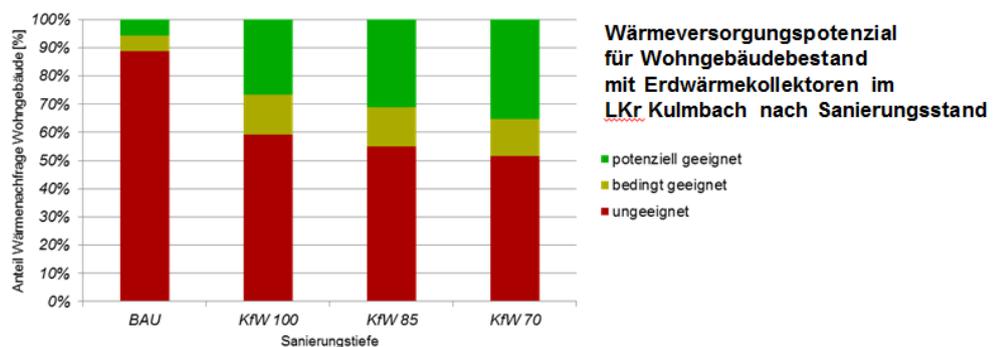
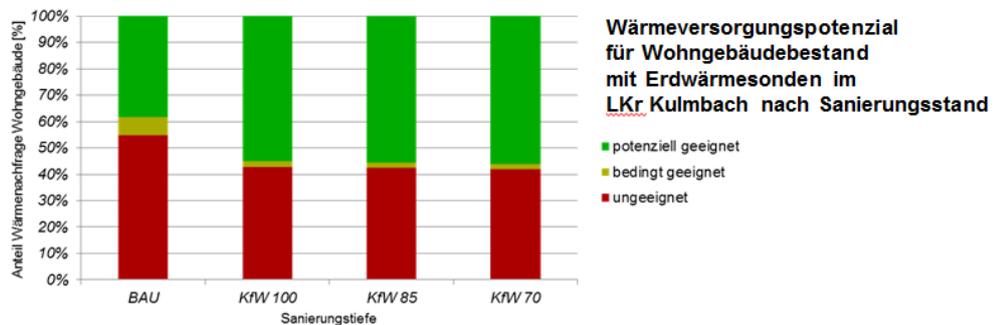


Gesamter Heizbedarf: **1868 GWh/a**

Annahme: Alle Gebäude in Errichtungszustand, keine energetische Sanierung

Kommunen- / Landkreisweite Auswertungen

Welcher Anteil des Wärmebedarfs könnte mittels Erdwärme gedeckt werden?



TUM, Lehrstuhl ENS, Dipl.-Ing. Tobias Eder

Ergebnis des Wärmekatasters und der oberflächennahen Geothermie auf Landkreisebene.

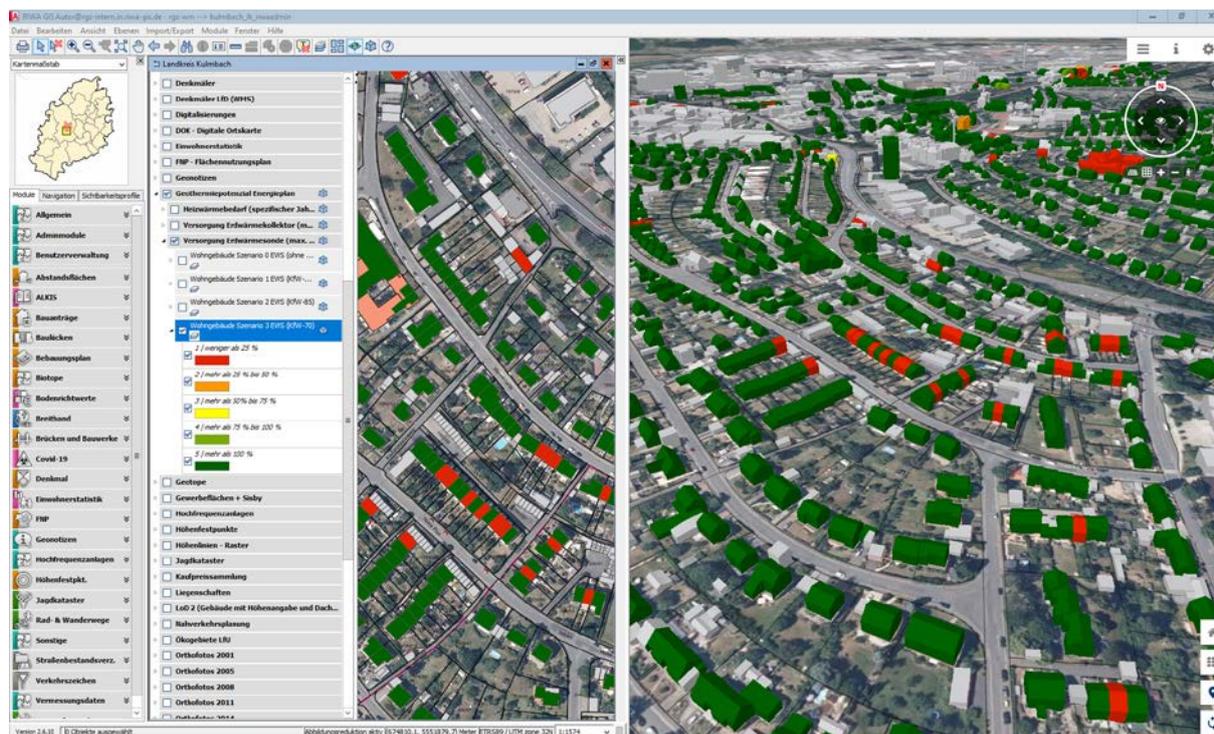


Abb.6: Wärmeversorgungspotential für Wohngebäude mit Erdwärmekollektoren im LKR Kulmbach nach Sanierungsstand KfW 70 und Darstellung im Landkreis-GIS 2D und 3D

Bewertung / Erfahrungen

Es werden Antworten auf folgende Fragen erwartet:

Erfüllt das Ergebnis die Erwartungen?

Das Ergebnis erfüllt die Erwartungen voll umfänglich.

Liefern die genutzten 3D-Daten einen Mehrwert im Vergleich zu den bestehenden Workflows?

Die 3D-Daten sind die Voraussetzung für die Umsetzung der Projekte, der Mehrwert liegt schon in der flächenhaften Bereitstellung als Grundvoraussetzung für die Umsetzung verschiedener Anwendungen, in diesem Fall der kommunalen digitalen Energieplanung aber auch für weitere Anwendungen zum Beispiel in der Bauleitplanung.

Bringen die Daten Vorteile bei der Qualitätssicherung?

Für das Solarpotenzialkataster wurde gezielt untersucht welche Daten besser geeignet sind, bDOM 40 oder Laserscanpunkte. Die Fa. tetraeder.solar gmbh hat verständlich dargelegt das die Qualität nur mit den Laserscanpunkten möglich ist. Eine weitere Untersuchung über bDOM 20 wurde bereits angestoßen und findet aktuell durch die Fa. tetraeder.solar gmbh statt (Stand Nov. 2020).

Wie schwierig / zeitaufwändig war die Umsetzung?

Beim Solarpotenzialkataster waren von der Datenbereitstellung bis zum Ergebnis 3 Monate Arbeitszeit ein hervorragendes Ergebnis, das Gesamtprojekt wurde vom politischen Beschluss bis zur Vorstellung in der Öffentlichkeit innerhalb von 6 Monaten vollständig umgesetzt.

Das Projekt Wärmekataster 3D und Oberflächennahe Geothermie war wesentlich komplexer, die Projektpartner aus Verwaltung, Hochschule und Dienstleistern war heterogen, die beteiligten Projektpartner waren in einer freiwilligen Kooperation, es gab noch keine standardisierten Verarbeitungsroutinen. Im Kern dauerte die Entwicklung der Anwendung 2 Jahre.

Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein ?

Für die vollständige Umsetzung in 3D hat der Landkreis und seine 22 Gemeinden sein Landkreis-GIS von RIWA durch das neue Modul 3D ergänzt. Die Ergebnisse der beiden Projekte sind bereits in die 3D Welt umgesetzt und stehen allen Anwendern zur Verfügung.

Für das Solarpotenzialkataster ist die Voraussetzung, dass die Gebäudeteile und Dachelemente wie Gauben oder Schornsteine innerhalb der Daten wiederzufinden sind. Eine hochgenaue und detaillierte Darstellung von Baumkronen ist nicht primär wichtig, auch Punkte am Boden sind nicht relevant. Laut der Fa. tetraeder.solar gmbh ist eine Punktwolke von mindestens 4 Pkt/qm geeignet, besser sind 8 bis 12 oder gar 16 Punkte/qm. Für höher aufgelöste Punktwolken ist eine Berechnung nicht sinnvoll, da die Analyse zu kleinteilig werden würde.

Wie stehen Aufwand und Nutzen im Verhältnis?

- 1. Solarpotenzialkataster: Aufwand und Nutzen stehen in einem sehr guten Verhältnis**
- 2. Wärmekataster 3D und Oberflächennahe Geothermie: Der Aufwand war groß, der volle Nutzen würde erst bei der Übertragung der Pilotanwendung auf ganz Bayern und der Potentiale für alle drei erdgebundenen Versorgungspotentiale für die Erdwärmesonden, die Erdwärmekollektoren und die Grundwasserwärmepumpe voll zum Tragen kommen.**
- 3. Die Umsetzung der fertig prozessierten Daten in das 2D und 3D GIS steht in einem sehr guten Aufwand-Nutzen-Verhältnis. Wenn die richtige Software bereitsteht, kann ein gut ausgebildetes Fachpersonal die Daten relativ schnell umsetzen und im GIS bereitstellen.**

Können Datenprozessierung und -anwendung in die bestehende Arbeitsumgebung eingebunden werden?

Bei beiden kommunalen Anwendungen ist die Datenprozessierung nur durch externe Dienstleister möglich, die Einbindung in die bestehende Arbeitsumgebung ist wie oben beschrieben bereits erfolgt.

Wie wird die Datenbereitstellung und -aktualisierung gewünscht?

Die jährliche Aktualisierung von 3D-Geomassendaten sollte das Ziel sein, im Fall der Luftbilder und der bDOM-Daten ist der 2-jährlich Zyklus ausreichend, aber auch notwendig. Für die Anwendung des Solarpotenzialkatasters wäre eine Aktualisierung der Laserscanndaten in Bayern wünschenswert. In den Gesprächen zwischen dem Landesamt und der Firma tetraeder.solar gmbh hat sich ergeben, dass die aktuellen bDOM 40 und bDOM 20- Daten für den Bereich des Landkreises Kulmbach nicht geeignet sind. Die Firma tetraeder.solar gmbh hat sich bereiterklärt

mit dem Landesamt an einer fortlaufenden Prüfung zu arbeiten und stellt seine Expertise bereit. Dabei hat die Firma tetraeder.solar gmbh auch Zugriff auf Daten anderer, auch behördlicher, Datenanbieter und kann daher eine zielorientierte Prüfung durchführen. (Stand Nov. 2020)

Auch bei den LOD2 Daten ist eine zumindest jährliche Datenaktualisierung gewünscht, besser wäre ein noch kürzerer Rhythmus, da die ALKIS Daten unbedingt zu den LOD2 Daten passen müssen. Gerade bei integrierten Lösungen wie im RIWA-GIS fallen die unterschiedlichen Aktualisierungsstände sofort auf.

Übertragbarkeit der Ergebnisse:

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse ist in beiden Projekten gegeben.

Empfehlung:

Der Umgang mit Geomassendaten erfordert zum Teil Investitionen in die Software und die Datenhaltung. Hier kann man auf Dienstleister zurückgreifen, die täglich mit diesen Daten umgehen und vor allem auch für eine sichere Datenhaltung und Aktualisierung sorgen. Die Anwendungen z.B. in einem guten WebGIS laufen heute sehr performant.

Beteiligte

Pilotanwender: Landkreis Kulmbach

Dienstleister:

RIWA GmbH
Gesellschaft für Geoinformationen
Zwingerstr. 2
87435 Kempten
Tel. 0831 522 963-0
Fax 0831 522 963-546
marketing@riwa-gis.de
Internet: www.riwa-gis.de

tetraeder.solar gmbh
Wißstraße 18
44137 Dortmund
Telefon: +49 231 1891717
Telefax: +49 231 1891718
solar@tetraeder.com
Internet: tetraeder.solar

Projekt des Runden Tisch GIS e.V. zur Unterstützung der
Verwendung von Geomassendaten durch Pilotanwender aus verschiedenen Anwendungsbereichen

Datenprovider:

tetraeder.solar gmbh
Wißstraße 18
44137 Dortmund
Telefon: +49 231 1891717
Telefax: +49 231 1891718
solar@tetraeder.com
Internet: tetraeder.solar

RIWA GmbH
Gesellschaft für Geoinformationen
Zwingerstr. 2
87435 Kempten
Tel. 0831 522 963-0
Fax 0831 522 963-546
marketing@riwa-gis.de
Internet: www.riwa-gis.de

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Hans-Högn-Straße 12
95030 Hof/Saale
Tel. 0 92 81/ 1800-0
Fax: 0 92 81/ 1800-4519

in Verbindung mit der TU (Tobias Eder) im Vorfeld der Datenprozessierung

Links für die Projekte:

www.solare-stadt.de/landkreis-Kulmbach

<https://www.landkreis-kulmbach.de/landratsamt-kulmbach/klimaschutz/solarpotenzialkataster/>

<https://geoportal.landkreis-kulmbach.de/>

<https://www.br.de/nachrichten/bayern/metropolregion-nuernberg-klimaschutzkonferenz-in-bayreuth,RqMDzi7>

Projekt des Runden Tisch GIS e.V. zur Unterstützung der
Verwendung von Geomassendaten durch Pilotanwender aus verschiedenen Anwendungsbereichen

Anlagen:

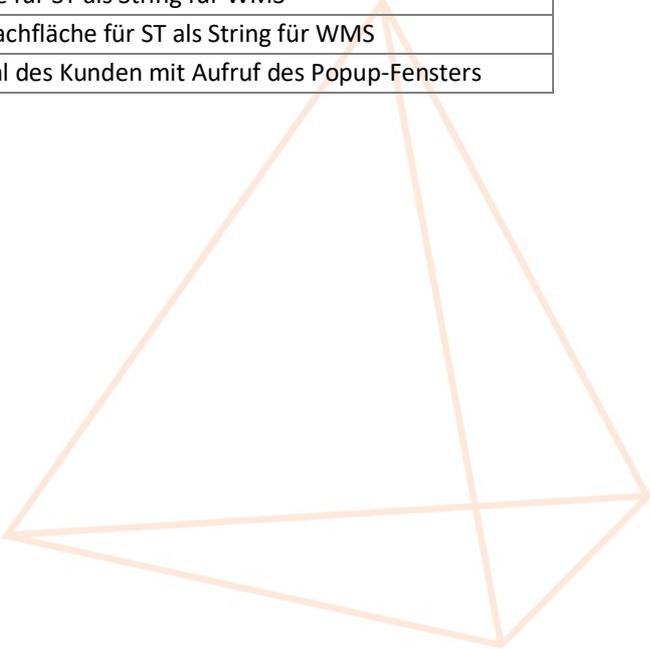
Anlage 1: Datenbeschreibung des Datenexportes im Solarkataster und Ergebnis auf Landkreisebene

Standardspalten im Gebäudedatensatz (buildings)

Spaltenname	Typ	Beschreibung
hid	integer	Eindeutige Gebäudenummer; Negative Werte sind entfernte Gebäude oder Gebäude in Grau
street/strasse	string	Straße
number/nummer	integer	Hausnummer
addition/zusatz	string	Addresszusatz (falls vorhanden)
zipcode/plz	integer	Postleitzahl
city/ort	string	Stadt
area/flaeche	float	Grundfläche in m ²
area3d/flaeche3d	float	Dachfläche in m ²
pv	integer	Eignung für Photovoltaik (0: ungeeignet, 7: bedingt geeignet, 1: geeignet, 2: gut geeignet) Achtung: Bei negativen Werten ist das Gebäude entfernt worden (z.B. wegen Widerspruch oder Denkmalschutz).
st	integer	Eignung für Solarthermie (0: ungeeignet, 1: geeignet, 2: gut geeignet) Achtung: Achtung: Bei negativen Werten ist das Gebäude entfernt worden (z.B. wegen Widerspruch oder Denkmalschutz).

Kundenspezifische Spalten im Gebäudedatensatz (buildings)

Spaltenname	Typ	Beschreibung
area3d_suitable	integer	Nutzbare Dachfläche für PV
kwhpa_suitable	integer	Stromertrag der Dachfläche für PV in kWh/Jahr
area3d_suitable_thermal	integer	Nutzbare Dachfläche für ST
kwhpa_suitable_thermal	integer	Wärmeertrag der Dachfläche für ST in kWh/Jahr
photovoltaik_eignung	string	Eignung für Photovoltaik (siehe auch Spalte pv) als String für WMS
solarthermie_eignung	string	Eignung für Solarthermie (siehe auch Spalte st) als String für WMS
geeignete_dachflaeche_pv	string	Nutzbare Dachfläche für PV als String für WMS
stromertrag	string	Stromertrag der Dachfläche für PV als String für WMS
geeignete_dachflaeche_st	string	Nutzbare Dachfläche für ST als String für WMS
waerme_ertrag	string	Wärmeertrag der Dachfläche für ST als String für WMS
link_zum_portal	string	Direktlink zum Portal des Kunden mit Aufruf des Popup-Fensters



Standardspalten im Dachdatensatz (roofs)

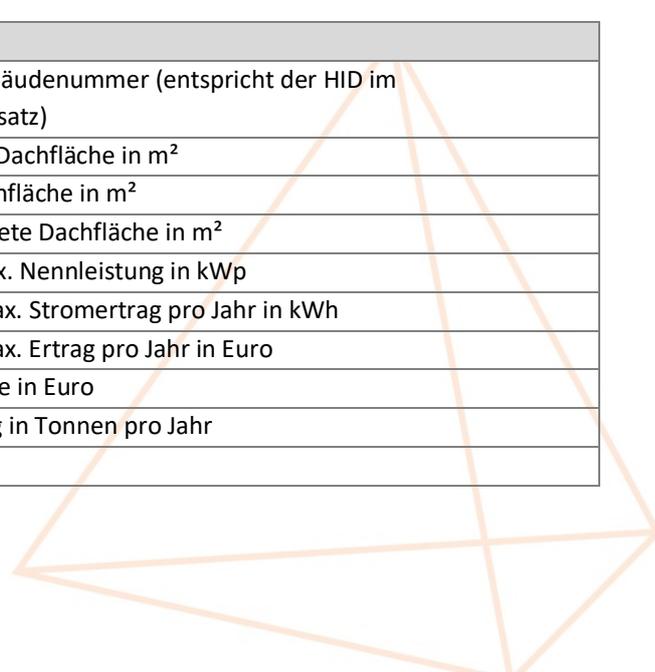
Spaltenname	Typ	Beschreibung
hid	integer	Eindeutige Gebäudenummer (entspricht der HID im Gebäudedatensatz); Negative Werte sind entfernte Gebäude oder Gebäude in Grau
area3d/flaeche3d	float	Dachfläche in m ²
global	float	Globale Strahlung in kWh/m ² pro Jahr
diffuse	float	Diffuse Strahlung in kWh/m ² pro Jahr
direct	float	Direkte Strahlung in kWh/m ² pro Jahr
kwhpa	float	Gesamte Solare Einstrahlungsmenge auf die Dachfläche in kWh pro Jahr
tilt	float	Neigung des Dachs in Grad
aspect	float	Ausrichtung des Dachs in Grad (0 = Nord, von -180 bis +180)
pv	integer	Eignung für Photovoltaik (0: ungeeignet, 7: bedingt geeignet, 1: geeignet, 2: gut geeignet) Achtung: Bei negativen Werten ist das Gebäude entfernt worden (z.B. wegen Widerspruch oder Denkmalschutz).
st	integer	Eignung für Solarthermie (0: ungeeignet, 1: geeignet, 2: gut geeignet) Achtung: Bei negativen Werten ist das Gebäude entfernt worden (z.B. wegen Widerspruch oder Denkmalschutz).

Standardspalten im Einstrahlungsdatensatz (radiation oder display_aggregate)

Spaltenname	Typ	Beschreibung
hid	integer	Eindeutige Gebäudenummer (entspricht der HID im Gebäudedatensatz); Negative Werte sind entfernte Gebäude oder Gebäude in Grau
globalc	float	Globale Strahlung in kWh pro Jahr in Clusterstufen mit dem Wert 100

Standardspalten der CSV-Statistik (potentials)

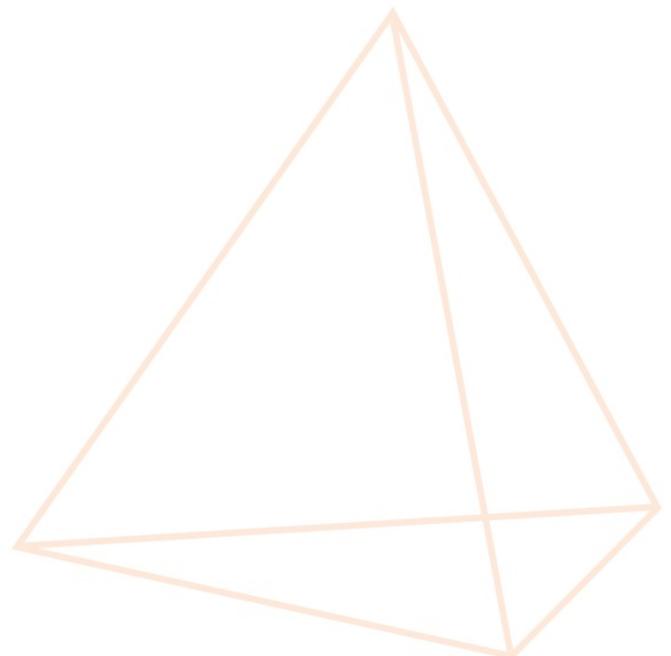
Bezeichnung	Art	Beschreibung
hid	integer	Eindeutige Gebäudenummer (entspricht der HID im Gebäudedatensatz)
flaeche_gut_geeignet	float	Gut geeignete Dachfläche in m ²
flaeche_geeignet	float	Geeignete Dachfläche in m ²
flaeche_bedingt_geeignet	float	Bedingt geeignete Dachfläche in m ²
kwp	float	Potenzielle max. Nennleistung in kWp
kwh_ertrag	float	Potenzieller max. Stromertrag pro Jahr in kWh
euro_ertrag	float	Potenzieller max. Ertrag pro Jahr in Euro
anlagenpreis	float	Preis der Anlage in Euro
co2_einsparung	float	CO ₂ Einsparung in Tonnen pro Jahr
plz	integer	Postleitzahl



ort	string	Name der Gemeinde/Stadt
strasse	string	Straßenname
hausnummer	integer	Hausnummer
zusatz	string	Hausnummer Zusatz

Weitere Anmerkungen zum Export:

- **Über die hid lassen sich die einzelnen Datensätze miteinander verknüpfen.**
- **Geometrie ist Multipolygon**
- **SRID ist EPSG 25832 (ETRS 89 / UTM 32 N)**
- **Encoding der Texte in UTF-8 (bei Shape möglicherweise auch LATIN1)**



Zusammenfassung der Ergebnisse der Solarpotenzialanalyse

für den Landkreis Kulmbach

Gebäudeeignung

Insgesamt	73.250	Gebäude
Gut geeignet	26.176	Gebäude (35,74 %)
Geeignet	15.386	Gebäude (21,0 %)
Bedingt geeignet	2.214	Gebäude (3,02 %)
Nicht geeignet	29.474	Gebäude (40,24 %)

Dachsegmente

Gut geeignet	1.639.847	qm
Gut geeignetes Flachdach	1.352.715	qm
Geeignet	1.391.804	qm
Geeignetes Flachdach	138.738	qm
Bedingt geeignet	835.977	qm
Bedingt geeignetes Flachdach	42	qm

Maximal installierbare Leistung

Auf gut geeigneten Dächern	267.593	kWp
Auf gut geeigneten Flachdächern	73.735	kWp
Auf geeigneten Dächern	226.786	kWp
Auf geeigneten Flachdächern	7.456	kWp
Auf bedingt geeigneten Dächern	136.258	kWp
Auf bedingt geeigneten Flachdächern	2	kWp

Auswertung

Gesamtes Potenzial	711.832	kWp
Bestandsleistung	59.028	kWp
Derzeit ungenutztes Potenzial	652.804	kWp

Nutzung des Gesamtpotenzials

Stromertrag	581	GWh
Bilanziell zu versorgende Bürger (1.500 kWh / Jahr und Bürger)	387.050	Bürger
CO ₂ -Einsparung bei 460.0 g / kWh	267.064	t
Investitionsvolumen (1.400 Euro pro kWp)	913,90	Mio. Euro
Kommunale Wertschöpfung (25%)	228,50	Mio. Euro