„Die Energiewende“

Eckpunkte für einen möglichen Neubau einer PV-Anlage auf dem Berufsschulzentrum Nord

Patrick Biehle, ENTEGA AG

EINFACH KLIMAFREUNDLICH FÜR ALLE.

Inhaltsverzeichnis

- Vorstellung ENTEGA NATURpur AG
- Komponenten einer Photovoltaikanlage
- Berufsschulzentrum Nord
- Fazit/Ausblick

Vorstellung ENTEGA NATURpur AG

Vorstellung ENTEGA NATURpur AG

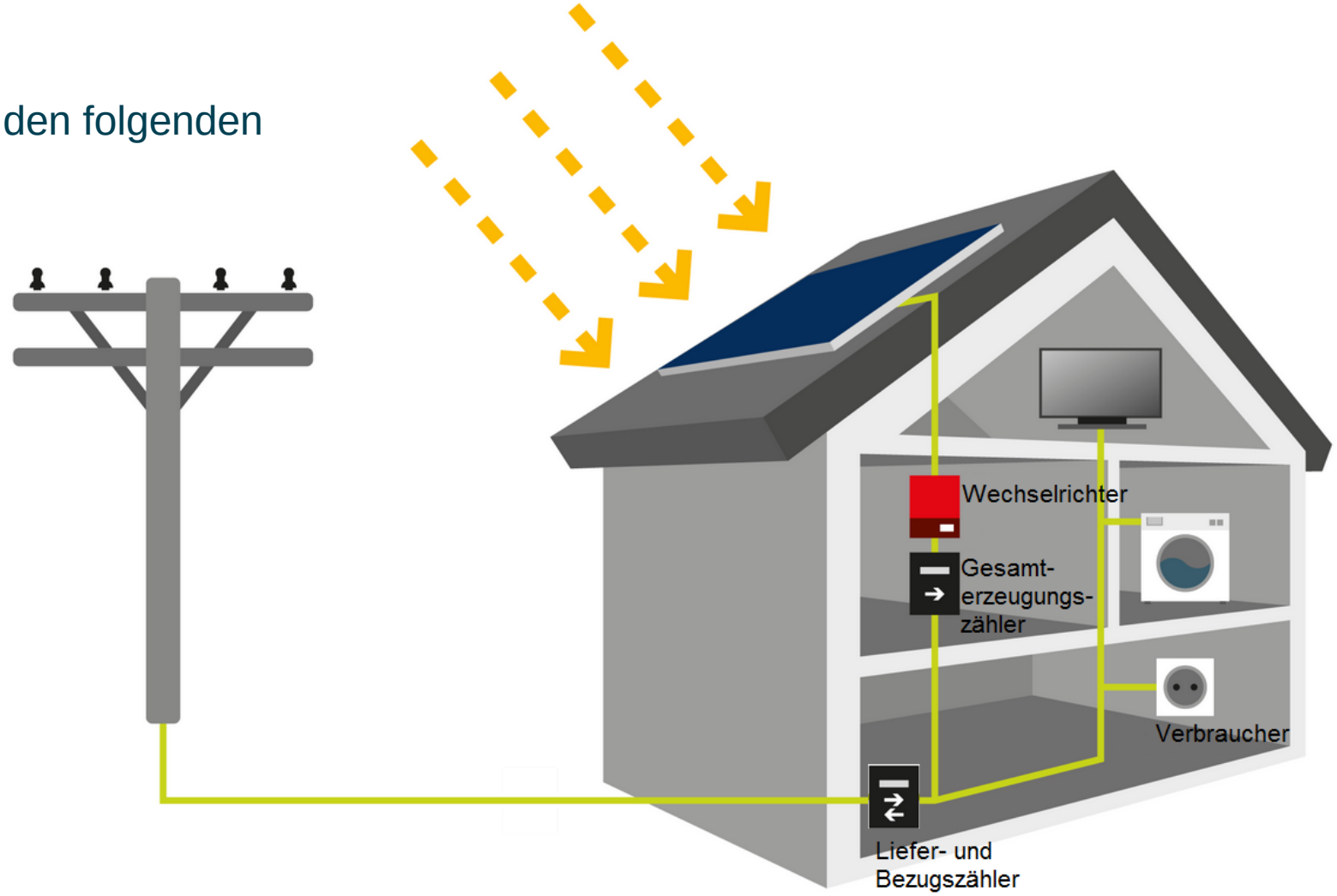
- 29.04.1999: Gründung als HEAG NATURpur AG
- 01.07.1999: Aufnahme des Geschäftsbetriebs mit dem 100% regenerativ erzeugten NaturPur-Strom
- 05/2007: NATURpur überträgt den Vertrieb der Ökostromprodukte an ihre Schwestergesellschaft ENTEGA Vertrieb
- Bis 2016: Errichtung von 130 PV-Anlagen (Gesamtleistung: rd.1,56 MWp), davon 36 Anlagen in Darmstadt (Gesamtleistung: rd. 1 MWp)

Komponenten einer Photovoltaikanlage

Komponenten einer Photovoltaikanlage

Jede Photovoltaikanlage besteht aus den folgenden Grundbausteinen:

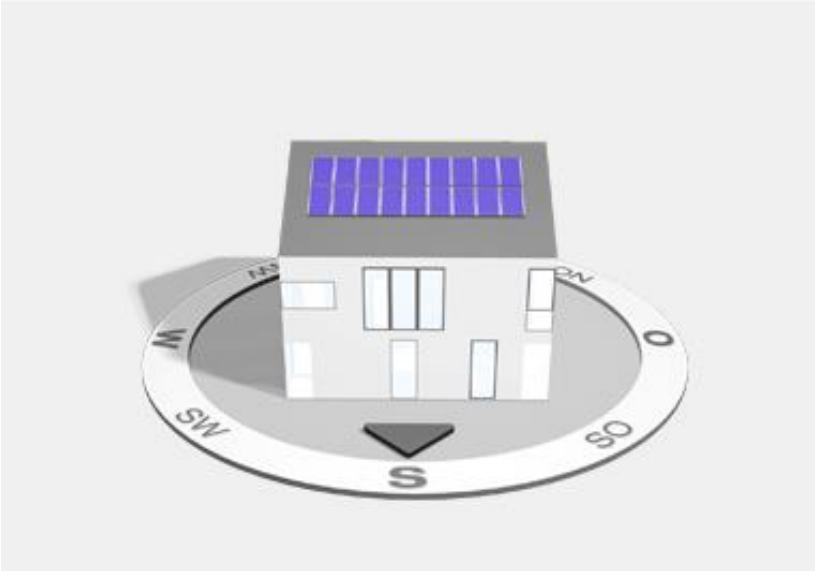
- Module
- Wechselrichter
- Einspeisezähler



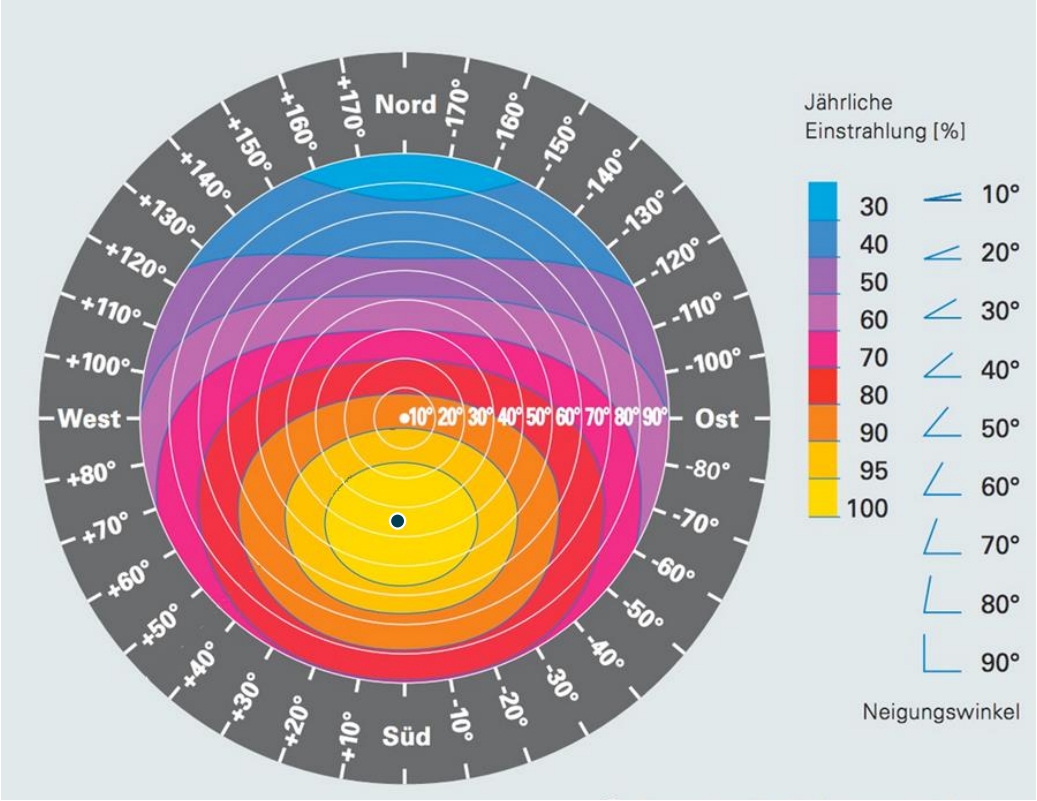
https://solprime.de

Ausrichtung und Dachneigung einer Photovoltaikanlage

Der Energieertrag einer PV-Anlage ist im Besonderen von der **Ausrichtung und Dachneigung** abhängig



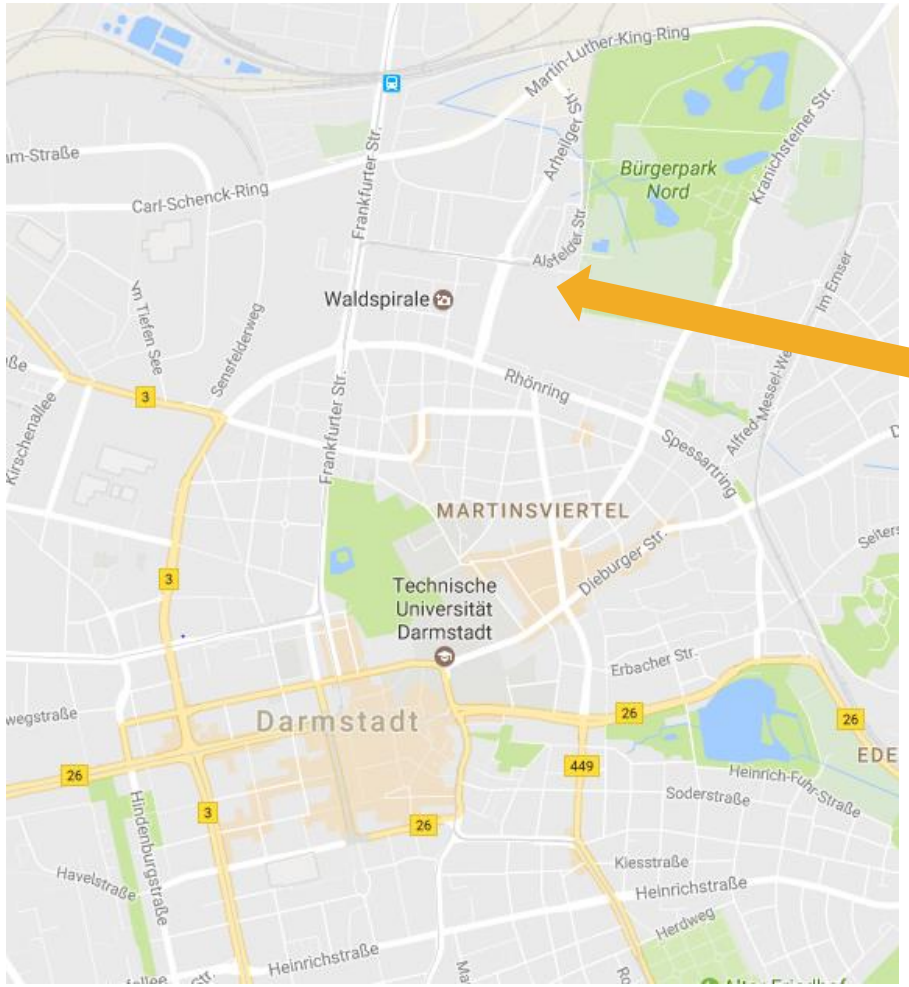
Dachneigung: 33°
Ausrichtung: 0°



PV-Ratgeber von Viessmann

Berufsschulzentrum Nord

PV-Anlage Berufsschulzentrum Nord



http://hems.de

Errichtung einer PV-Anlage auf dem Dach des Berufsschulzentrums Nord (Rahmenbedingungen)

- Das Dach des Schulzentrums besitzt Scheddächer (Neigung 44°), welche nach Osten ausgerichtet sind, daraus folgt:

➢ Eine nicht optimale Ausrichtung

➢ Mögliche Verschattungsprobleme

➢ Vormittags max. Stromerzeugung

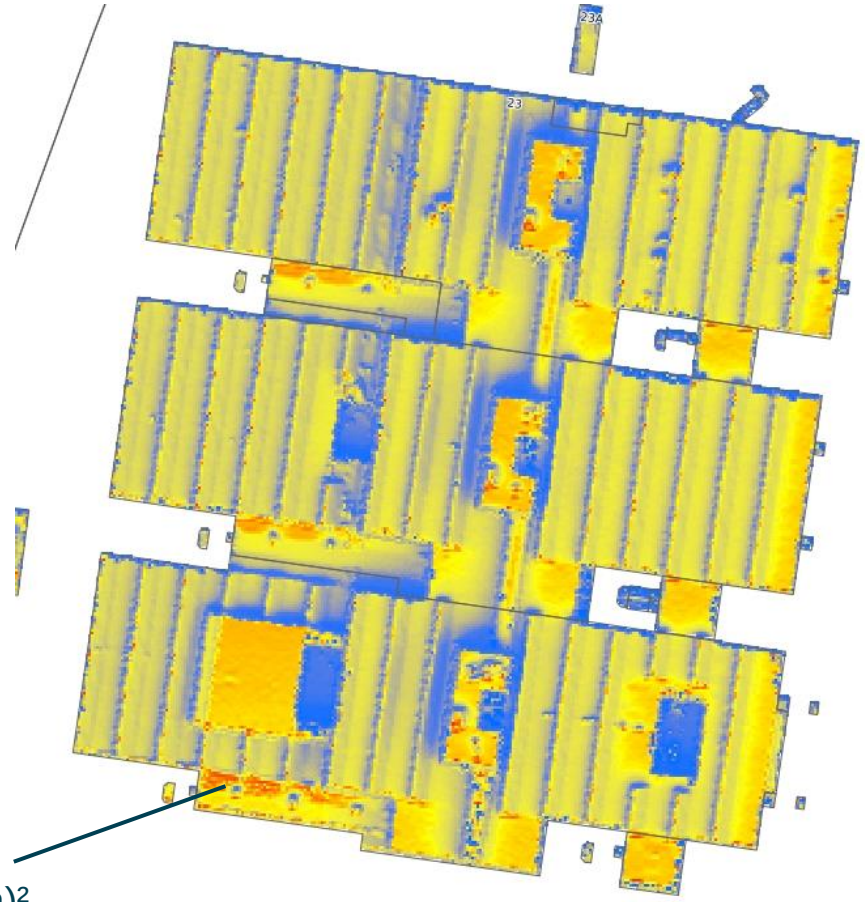
➢ Große zur Verfügung stehende Fläche (sofern PV-Module montiert werden können)

www.google.de/maps

Errichtung einer PV-Anlage auf dem Dach des Berufsschulzentrums Nord (Rahmenbedingungen)

- Aus dem Solarkataster Hessen ergibt sich:
  - Eine bedingte Eignung der Dachflächen
  - Eine mittlere Einstrahlung der gesamten Schule von

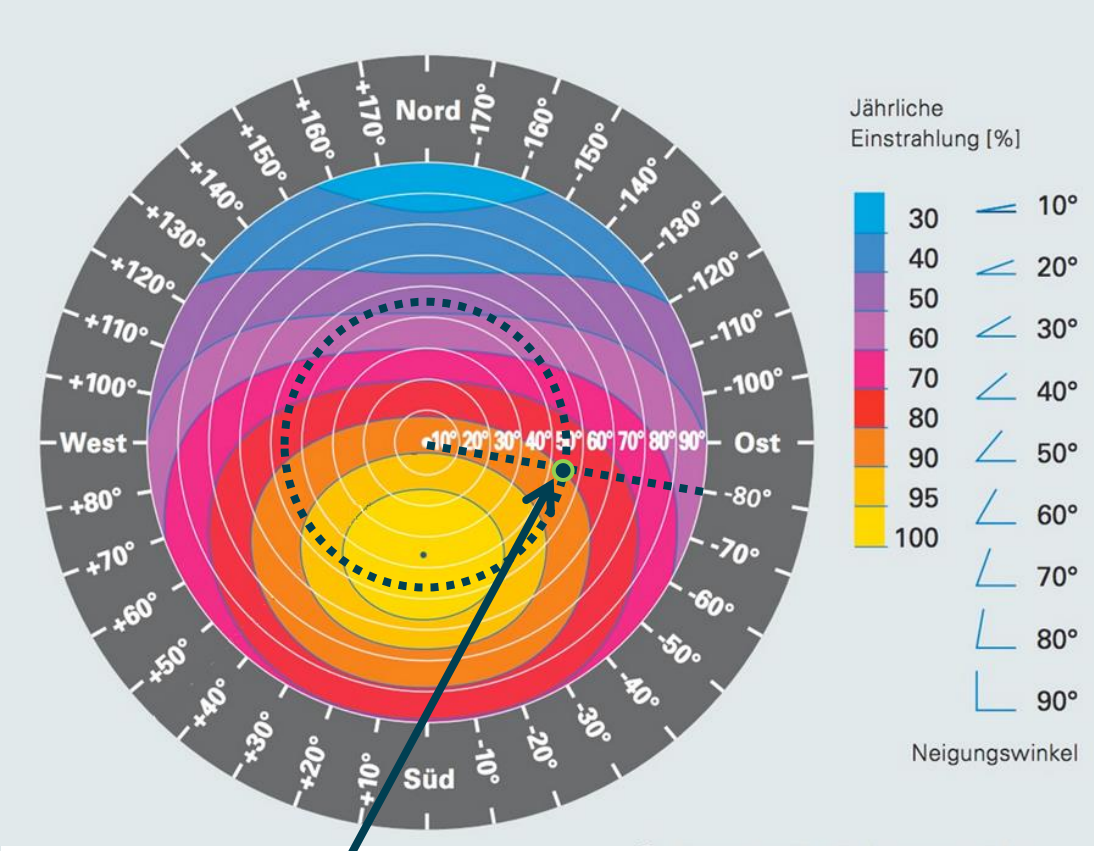
    ca. 950 kWh/(m²*a)



Ca. 1.100 kWh/(m*a)²

Solarkataster Hessen

Beurteilung der Dachausrichtung



PV-Ratgeber von Viessmann

Ausrichtung der Scheddächer

- Keine optimale Ausrichtung jedoch zwischen 80-90% des Ertrages bei optimaler Ausrichtung zu erwarten
- PV-Module produzieren überwiegend vormittags

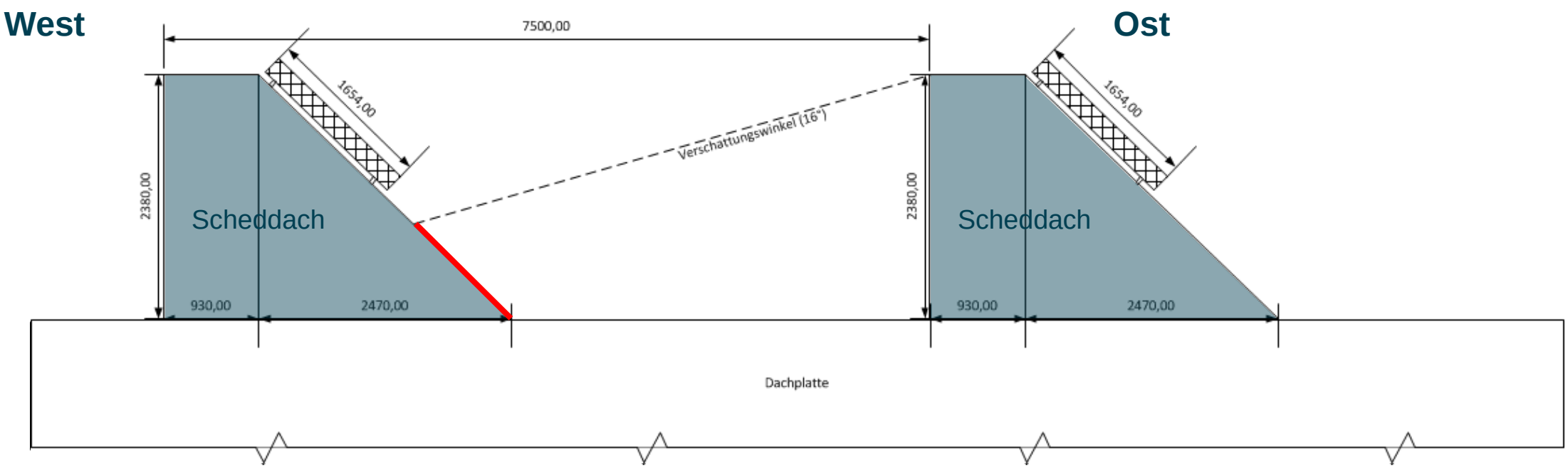
➢ günstig, da Schule als Abnehmer!

Verschattungsprobleme?

- Durch die Höhe und den Abstand der Scheddächer könnten sich die Module gegenseitig verschatten

Der Modulbereich ist verschattet

Der Modulbereich ist nicht verschattet

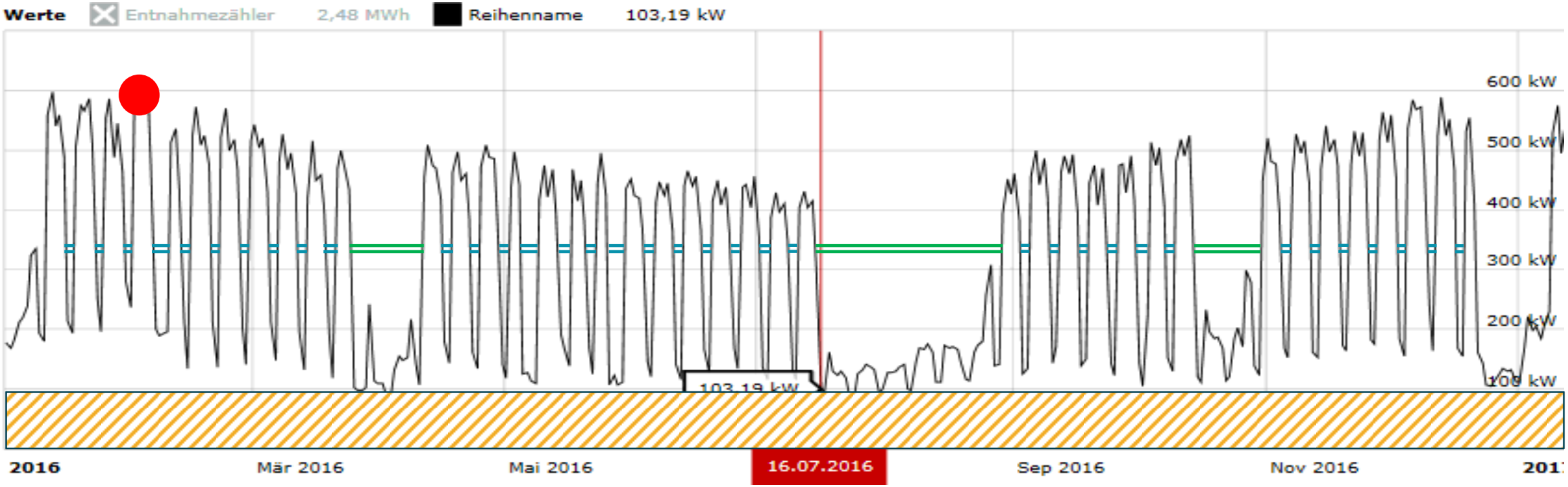


Mögliche Anlagengröße

Anlage wurde mit PV*Sol simuliert:

Parameter	Ergebnisse
Anlagengröße	2.033 m²
Anzahl der PV Module	1.240 Stück
Leistung	335 kWp
Spez. Jahresertrag	866 kWh/kWp
Jahresertrag	290 MWh
Vermiedene CO_2- Emission	174.101 kg/Jahr

Energiebedarf Berufsschulzentrum Nord



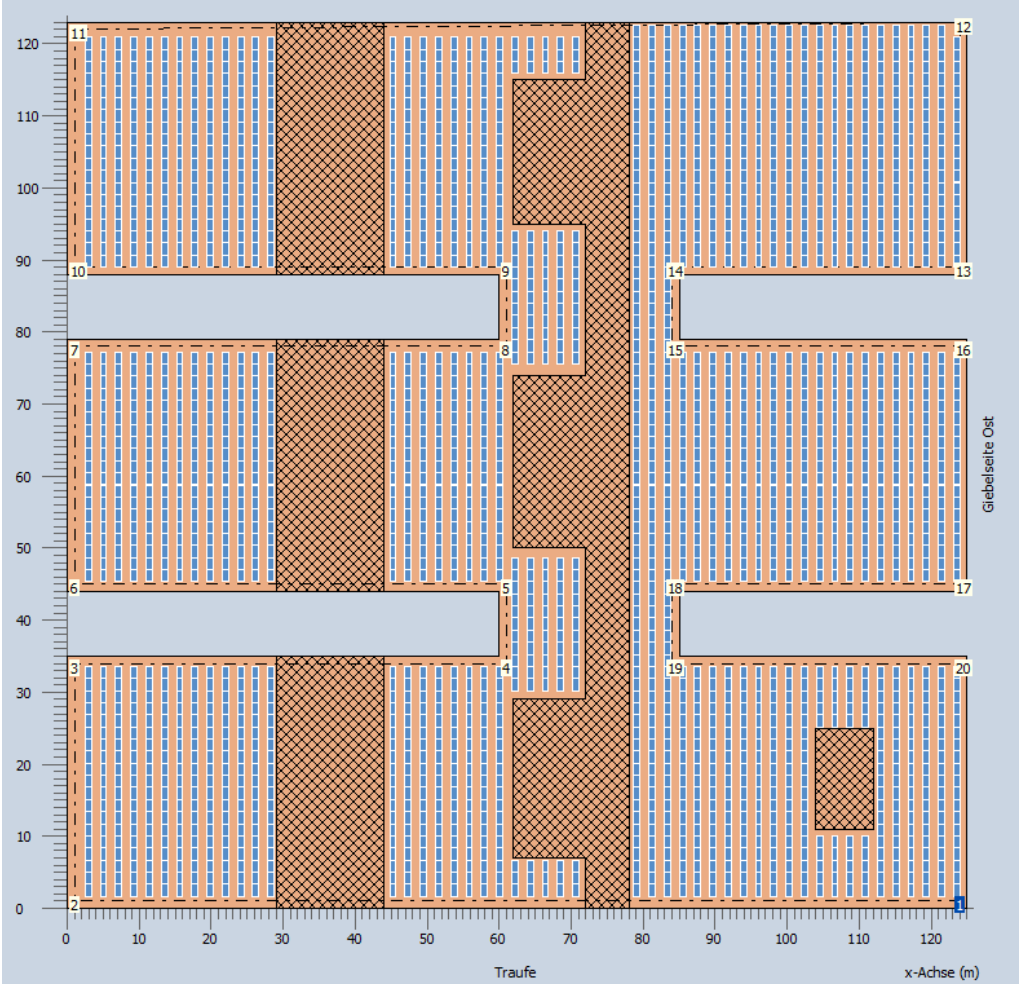
Jahresbedarf ca. 290 MWh

- Grundlast von ca. 100 kW
- max. Leistungsbedarf von ca. 610 kW
- Starke Unterschiede zwischen Wochentage zu den Wochenenden
- Starke Unterschiede zwischen den Wochentage zu den Ferienzeiten

Maximale Anlagengröße

- Ohne Scheddächer deutlich größere Anlage möglich (Simuliert mit PV*Sol)

Parameter	Ergebnisse
Ausrichtung	Ost-West
Anlagengröße	8.720m²
Anzahl der PV Module	5.230 Stück
Leistung	1.500 kWp
Spez. Jahresertrag	908 kWh/kWp
Jahresertrag	1.362 MWh
Vermiedene CO_2- Emission	826.430 kg/Jahr



Dimensionierung einer PV-Anlage

- Je nach Anlagengröße gibt es verschiedene techn. Anforderungen und unterschiedliche Einspeisevergütungen
- Bei voller Belegung der Scheddächer müsste die erzeugten Strommengen direktvermarktet werden
- Bei maximaler Belegung der Dachflächen müsste die Anlage an Ausschreibungen teilnehmen
  - Dabei kann der Solarstrom nicht selbst genutzt werden
- Eventuell könnte es daher wirtschaftlich sinnvoller sein, die Leistung auf maximal 99,9 kWp zu begrenzen

99,9 kWp | 335 kWp | 1.500 kWp

<10 kWp	10-40 kWp	>30 kWp	40-100 kWp	>100 kWp	>750 kWp
Feste Vergütung von 12,30 ct/kWh (stand April 2017)	Feste Vergütung von 11,96 ct/kWh (stand April 2017)	• Verpflichtende Fern-überwachung • Zentraler NA-Schutz (NA=Netz & Anlage)	Feste Vergütung von 10,69 ct/kWh (stand April 2017)	Verpflichtende Direktvermarktung	Verpflichtende Ausschreibungs-teilnahme

Fazit/Ausblick

Fazit

- Ausrichtung und Neigung der Scheddächer sind nicht optimal
- Großer Stromverbrauch vorhanden
- Große Anlage theoretisch denkbar
- Wirtschaftlichkeit müsste weiter untersucht werden:

➢ <u>Variante 1:</u>

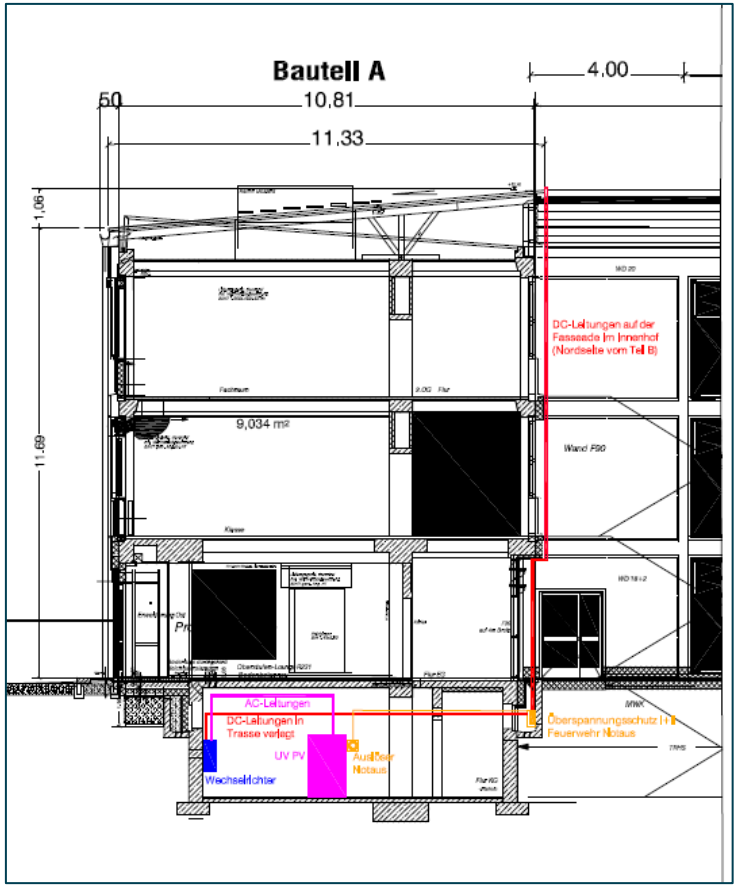
Maximaler Eigenverbrauch (Leistung ca. 99,9 kWp)

➢ <u>Variante 2:</u>

Maximale Leistung (Eigenverbrauch und Einspeisung ins Netz, Leistung < 750 kWp)

Ausblick: Beispiel Lichtenbergschule

Beschreibung der Photovoltaikanlage:	
Verpächter und Betreiber:	ENTEGA NATURpur AG, Darmstadt
Anlagenpächter:	Wissenschaftsstadt Darmstadt
Inbetriebnahme:	30. Oktober 2015
Elektrische Leistung:	65,78 kWp
Anzahl der Module:	253
Modulfläche:	Rd. 414 m²
Jahresenergieertrag:	Ca. 59.075 kWh
CO_2-Einsparung:	Ca. 32 Tonnen /Jahr



Schnitt Lichtenbergschule

Süddach

Luftbild der Anlage

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

EINFACH KLIMAFREUNDLICH FÜR ALLE.

Kontakt

Patrick Biehle

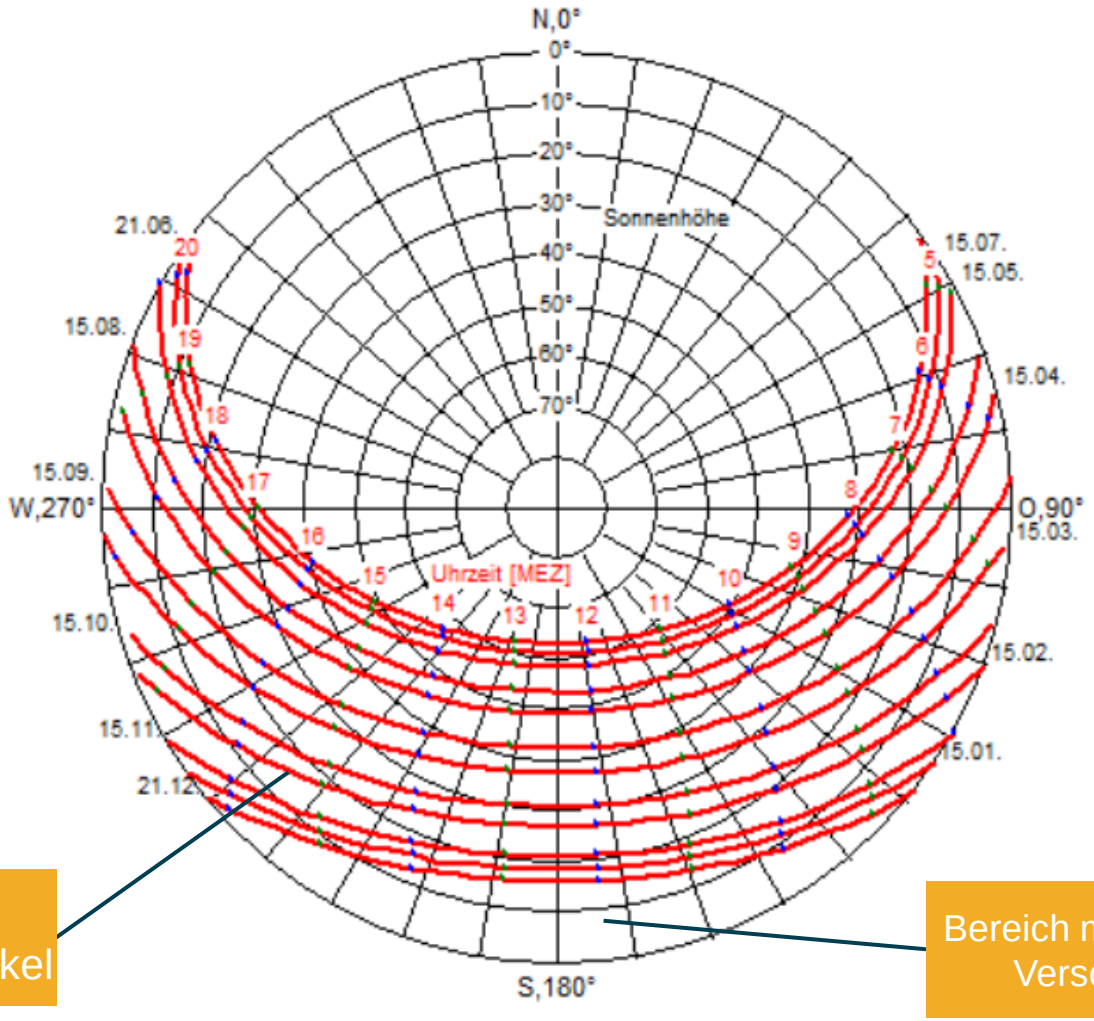
Patrick.Biehle@entega.ag- Telefon +49 6151 701-1073

Quellen

- **Ralf Haselhuhn Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie**: Photovoltaische Anlagen : Leitfaden für das Elektro- und Dachdeckerhandwerk, Fachplaner, Architekten, Ingenieure, Bauherren und Weiterbildungsinstitutionen. 5. Aufl. : DGS, Landesverb. Berlin-Brandenburg, 2012
- **Gleis:** „*Aufbau Solarmodul - Bestandteile Solarpanel Photovoltaik*“ http://www.renewable-energy-concepts.com/german/sonnenenergie/solaranlage-solartechnik/solarmodule-aufbau.html abgerufen am 28.04.2017
- **Googlemaps**: https://www.google.de/maps/@49.8824495,8.6272296,14z abgerufen am 03.05.2017
- **BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.**: „*Entwicklung der installierten PV-Leistung in Deutschland seit 1991*“ https://www.bdew.de/internet.nsf/id/731575A10F69EE08C1257F03002F9302/$file/PV-Leistung%20Entwicklung%201991-2015_online_o_jaehrlich_Ki_28092015.pdf abgerufen am 27.04.2017
- **Fleck**: „*Solarstrom 2013 günstiger als Haushaltsstrom“* http://www.tauber-solar.de/de/news-presse-eintrag/items/solarstrom-2013-guenstiger-als-haushaltsstrom.html abgerufen am 28.04.2017
- **Willig**: „*Planung einer Solaranlage zur Unterstützung der Ölheizung***“** https://www.zukunftsheizen.de/oelheizung/hybridheizung/fachwissen-planung-einer-solaranlage.html abgerufen am 25.04.2017
- **Kirchhof**: *„Wie funktioniert PV?“* https://solprime.de/de/wie-funktioniert-pv.html abgerufen am 03.05.2017
- **Finke:** *„Einspeisevergütung 2017 für Photovoltaik“* http://www.photovoltaiksolarstrom.de/einspeiseverguetung abgerufen am 03.05.2017
- **Land Hessen:** *„Solarkataster Hessen“* https://www.gpm-webgis-13.de/geoapp/frames/index_ext.php?gui_id=hessen_02 abgerufen am 03.05.2017
- **Heinrich-Emanuel-Merck-Schule Darmstadt:** http://hems.de/hemshome/ abgerufen am 03.05.2017

Back-up

Sonnenverlauf Darmstadt



16°
Verschattungswinkel

Bereich mit möglicher Verschattung