

Nr. 9 / 2011

REPORT



**Firmen-Carports
mit 100 kWp PV-Anlage**

Doppelnutzen, der sich auszahlt

Mitte letzten Jahres nahm das TEC-Institut für technische Innovationen bei der Planung und Realisierung einer ca. 100 kWp-PV-Firmen-Carport-Anlage mit 60 Stellplätzen teil. Auftraggeber war die ANTARIS SOLAR GmbH & Co. KG in Waldaschaff, Bayern, einer der führenden Anbieter modernster Solartechnologie in Deutschland und Europa.

Auf der Dachfläche der Firmen-Carports mit einer Gesamtfläche von 775 m² wurden 447 PV-Module vom Typ „ANTARIS ASP 215 W“ mit einer Gesamtleistung von 96,1 kWp und einer Einzelleistung von 215 Wp pro Modul – unter Berücksichtigung gleicher Abstände zu den Dachrändern und verschiedener, notwendiger Dehnungsfugen – installiert.

Das tragende Skelett der Carports wurde aus einer Massivholz-Konstruktion mit einem stabilen Trapezblech-Dach errichtet. Auf

dem Trapezblech wurden 6 mm Profilschienen befestigt, auf denen die PV-Module montiert wurden. Alle Dächer wurden ertragsoptimal leicht nach Südwesten (Süd +20°) ausgerichtet.

Am 22.12.2010 wurde die PV-Carport-Anlage fertig gestellt und von einem Mitarbeiter der Firma E.ON - Bayern in Betrieb genommen. Um ca. 11:30 Uhr ging sie voll funktionsfähig ans Netz. Per Monitoring erfolgt eine so genannte Fernüberwachung. Eine Erweiterung der PV-Carport-Anlage ist bereits vorgesehen. Außerdem plant ANTARIS SOLAR den Bau einer Solartankstelle für die Energieversorgung umweltfreundlicher Elektrofahrzeuge. Die weiteren Außenarbeiten der PV-Firmen-Carport-Anlage wie z.B. Pflasterung der Fahrwege und das Anlegen von Grünflächen mussten wegen des heftigen Wintereinbruchs in das Frühjahr 2011 verschoben werden.

Der Aufbau der PV-Carport-Anlage



Abb. 1: Notwendige Erdarbeiten



Abb. 2: Aufbau der Unterkonstruktion des ersten Carports aus Holz



Abb. 3: Montage der Unterkonstruktion des zweiten Carports



Abb. 4: Carport 1 mit Trapezblech



Abb. 5: Ein Teil des Carports ist bereits mit PV-Modulen belegt



Abb. 6: Fertig montierte und verkabelte Module



Abb. 7/8: Innenaufnahme des Technikraumes, Wechselrichter und Kombialeiter kurz vor der Inbetriebnahme



Abb. 9: Innenansicht des Messwandler-Schranks

Die Stringpläne

Die Verlegung und Verschaltung der PV-Module auf den 3 Carport-Dächern ist aus den Stringplänen Abb. 11 bis Abb. 13 zu erkennen. Die PV-Module wurden untereinander mit einem Leitungsquerschnitt von 4 mm² verschaltet. Die Stringleitungen, die von den einzelnen

Dächern zu den Wechselrichtern in den Technikraum führen, wurden mit einem Leitungsquerschnitt von 6 mm² verlegt. Weiterhin wurden die maximale Systemspannung und die Rückstromfestigkeit berücksichtigt.

Grundstücksplan (nicht maßstäblich)

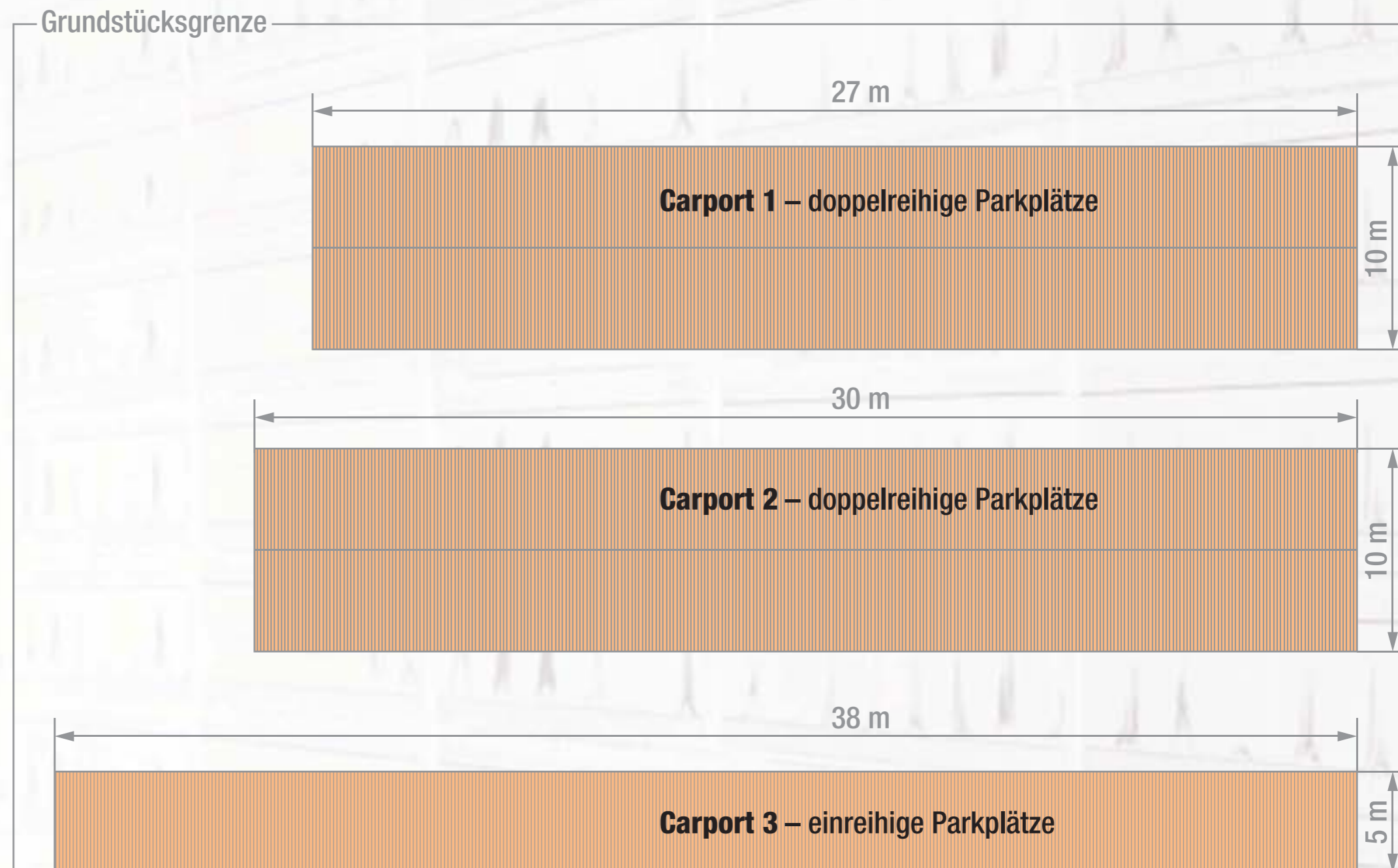


Abb. 10: Flächenaufteilung der drei Dächer für die Installation von PV-Anlagen

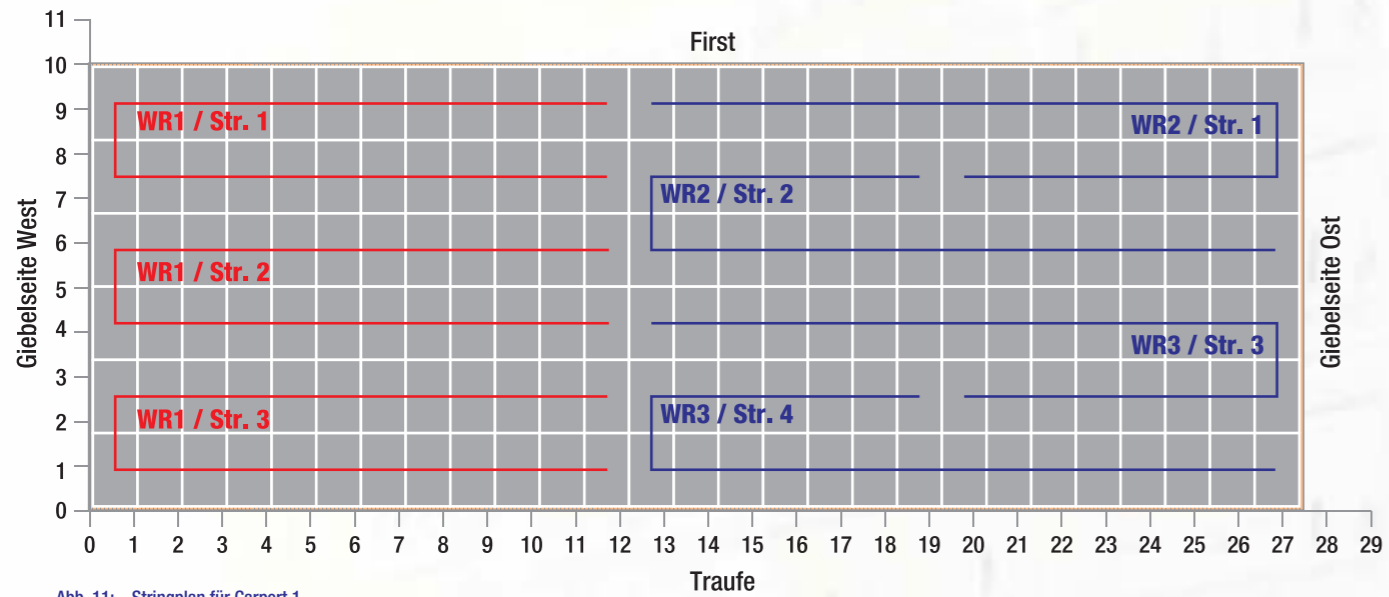


Abb. 11: Stringplan für Carport 1

Stringplan – SolarCarport 1 (1-22)

WR1 – Danfoss TLX 15K-Parallel	3 x 24 (ASP 215W) (Str.1 + Str.2 + Str.3)
WR2 – Danfoss TLX 10K	1 x 23 (ASP 215W) + 1 x 22 (ASP 215W) (Str.1 + Str.2)
WR3 – Danfoss TLX 10K	1 x 23 (ASP 215W) + 1 x 22 (ASP 215W) (Str.3 + Str.4)

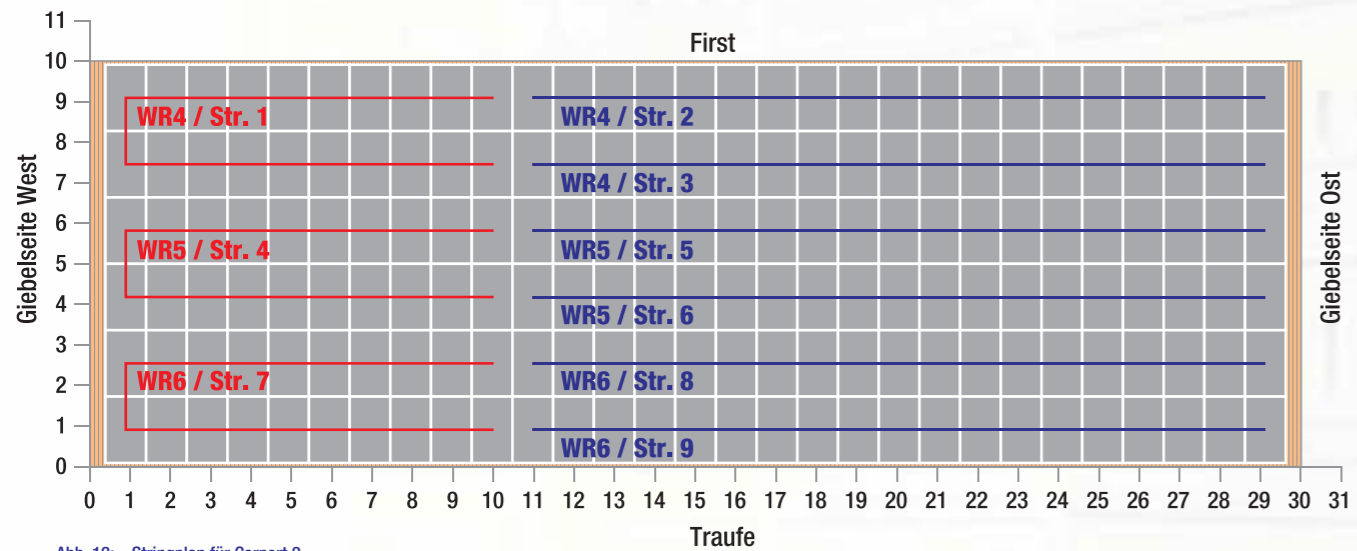


Abb. 12: Stringplan für Carport 2

Stringplan – SolarCarport 2 (23-46)

WR4 – Danfoss TLX 12,5K	1 x 20 (ASP 215W) + 1 x 19 (ASP 215W) + 1 x 19 (ASP 215W) (Str.2 + Str.3)
WR5 – Danfoss TLX 12,5K	1 x 20 (ASP 215W) + 1 x 19 (ASP 215W) + 1 x 19 (ASP 215W) (Str.4 + Str.6)
WR6 – Danfoss TLX 12,5K	1 x 20 (ASP 215W) + 1 x 19 (ASP 215W) + 1 x 19 (ASP 215W) (Str.7 + Str.9)

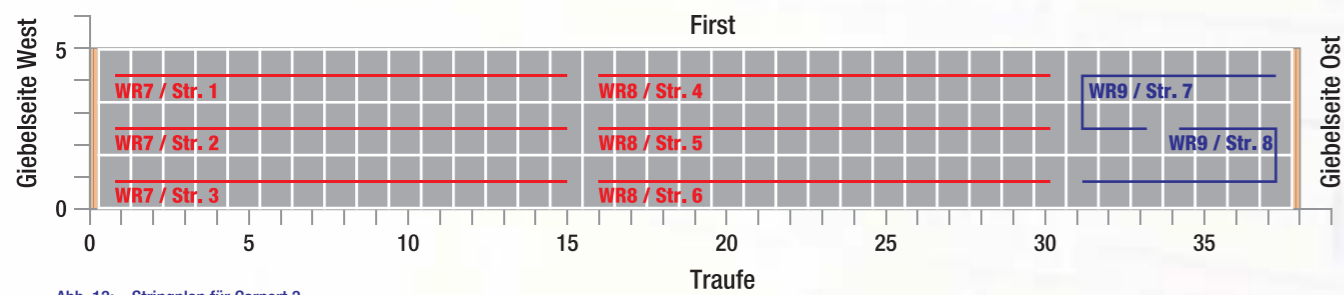


Abb. 13: Stringplan für Carport 3

Stringplan – SolarCarport 3 (47-57)

WR7 – SMC 9000TL-10	3 x 15 (ASP 215W) (Str.1 + Str.2 + Str.3)
WR8 – SMC 9000TL-10	3 x 15 (ASP 215W) (Str.4 + Str.5 + Str.6)
WR9 – SB 5000TL-20	1 x 11 (ASP 215W) + 1 x 10 (ASP 215W) (Str.7 + Str.8)

Die Wechselrichter

Wie man auf den Stringplänen (Abb. 11 bis Abb. 13) erkennt, legen wir uns nicht nur auf einen Wechselrichter-Hersteller fest, sondern verwendeten Wechselrichter von zwei namhaften Herstellern, um bei zukünftigen Präsentationen eine etwas breitere Produktpalette vorführen zu können.

Bei den verwendeten Wechselrichtern handelt es sich um:

- Danfoss TLX 15 K 1 Stück
- Danfoss TLX 12,5 K 3 Stück
- Danfoss TLX 10 K 2 Stück
- SMA SB 5000-20 1 Stück
- SMA SMC 9000 TL-10 2 Stück



Der Übersichtsplan mit kalkuliertem Ertrag

Eine Ertragsberechnung mit Hilfe der (als „konservativ“ bekannten) Kalkulationssoftware „PV Sol“ ergab für die Gesamtanlage einen spezifischen Jahresertrag von 834 kWh/kWp.

Gesamtanlage: 96,1 kWp

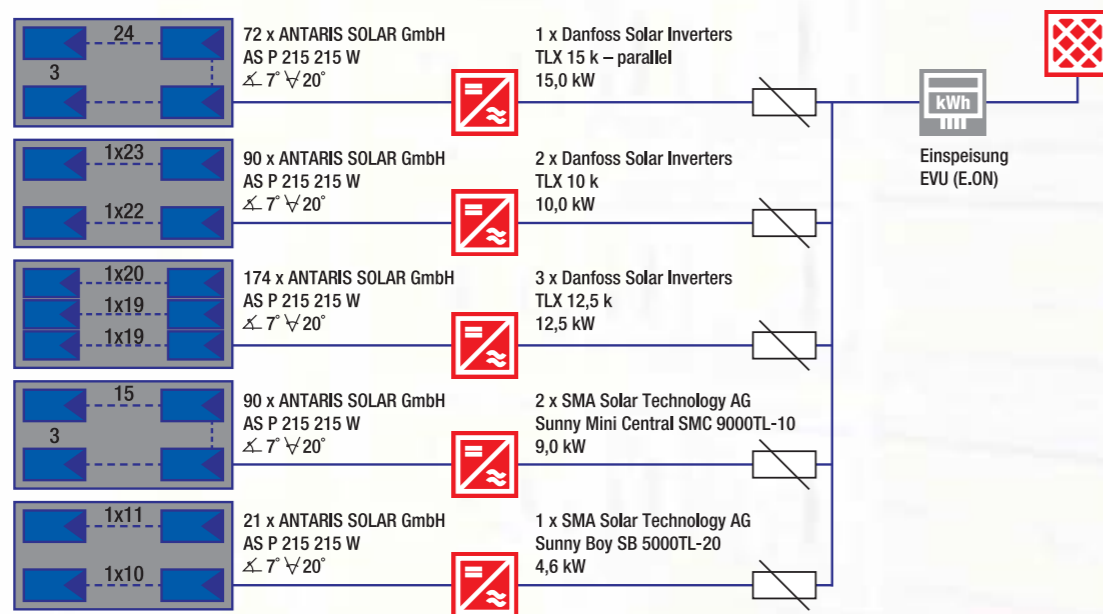


Abb. 14: Übersichts-Schaltplan der kompletten PV-Anlage

Der Anschlussplan ans Wechselstrom-Netz

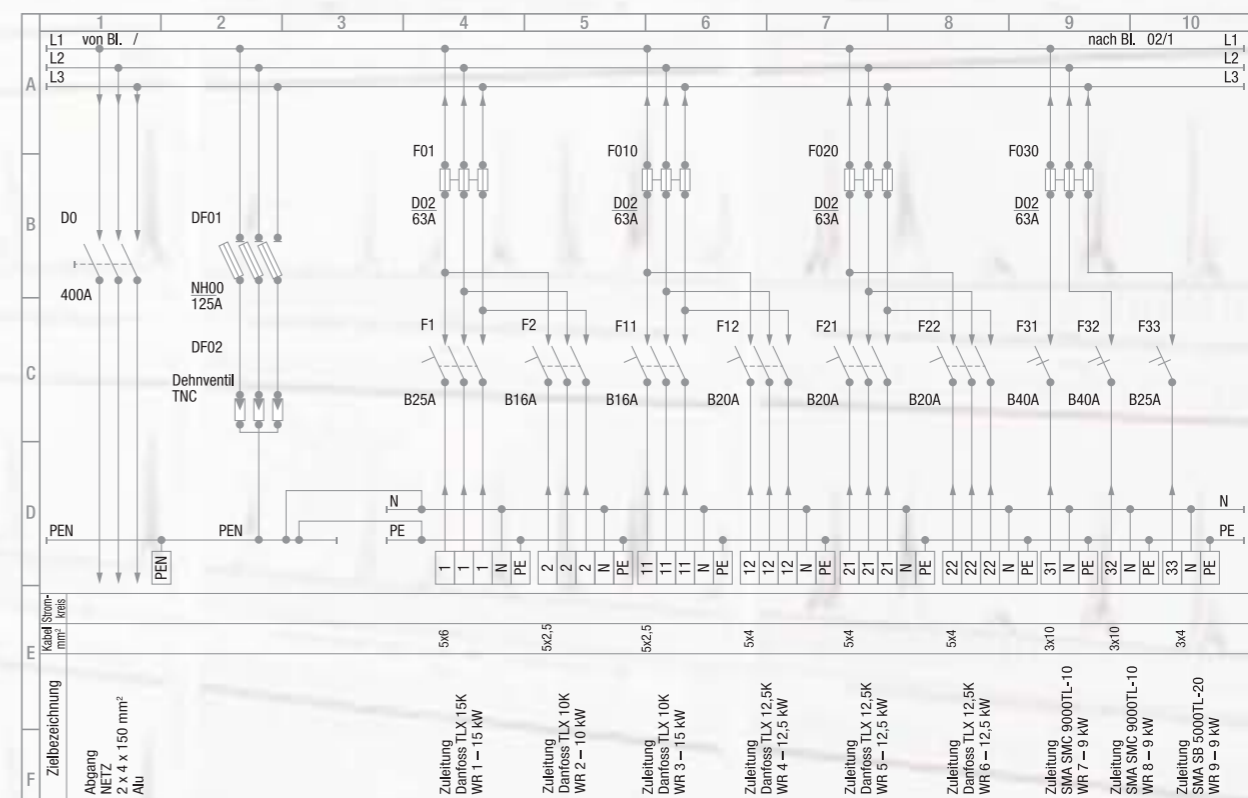


Abb. 15: Anschlussplan ans Wechselstrom-Netz Hinweis: Für die einphasigen SMA-Wechselrichter (rechts im Bild) wurde nachträglich noch eine Phasenüberwachung installiert (nicht im Bild zu sehen).

Blitzschutz, Überspannungsschutz, Erdung und Potenzialausgleich

Für PV-Anlagen dieser Art ist ein Blitzschutzsystem zwingend vorgeschrieben. Dieses unterteilt sich in einen äußeren und einen inneren Blitzschutz.

Jeder Blitzschlag erzeugt indirekte Wirkungen in seiner Umgebung im Umkreis von ca. 1 km. Die Wahrscheinlichkeit von indirekten Blitzeinwirkungen auf ein Gebäude ist deshalb viel höher als die eines direkten Blitzschlages in das Gebäude. Der Begriff „Gebäude“ bezieht sich in diesem Fall auf den Technikraum der beschriebenen PV-Firmen-Carport-Anlage. Indirekte Blitzwirkungen sind im Wesentlichen induktive, kapazitive und galvanische Einkopplungen. Diese Einkopplungen erzeugen Überspannungen, vor denen die elektrischen Anlagen des Gebäudes geschützt werden sollten. Der innere Blitzschutz umschreibt alle Maßnahmen und Einrichtungen im Gebäude, die sich mit dem Schutz z.B. elektronischer Geräte vor indirekten Blitzeinwirkungen, aber auch vor den Wirkungen von Schaltheandlungen im öffentlichen Stromnetz befassen.

Voraussetzung für die Funktion des inneren Blitzschutzes ist ein lückenloser Ausgleich nach VDE 0100, Teil 540 / IEC 364-5-54. Über den Ausgleich werden alle leitfähigen Systeme (z.B. Wasser-, Heizungs-, Gasleitungen...) mit dem Erder verbunden.

- Der äußere Blitzschutz umfasst alle Einrichtungen und Maßnahmen zum Auffangen und Ableiten des Blitzes. Eine Blitzschutzanlage besteht aus einer Fangeinrichtung, der Blitzleitung (mindestens 16 mm² Kupferleitung) und der Erdungsanlage. Sie muss unter Beachtung der VDE 0185-305 Teil 3 errichtet werden.
- Ein Ring-Erder ist ein Erder – auch Erdungselektrode genannt – der als elektrische Kontaktfläche rings um das zu schützende Gebäude in den Erdboden eingegraben wird. Als unisoliertes, elektrisch leitfähiges Teil ist er nicht nur Bestandteil der Blitzschutzanlage, sondern erfüllt auch die Aufgabe des Potenzialausgleiches. Bei der Verlegung des Ring-Erders ist

darauf zu achten, dass er in einer Tiefe von > 0,5 m und in einer Entfernung von 1 m zum geschützten Objekt verlegt wird. (Verlegung des Ring-Erders siehe Abb. 16,17,18) Im Zuge von Erdung und Potenzialausgleich müssen alle leitfähigen Teile des Daches, z.B. Modulrahmung, Montageprofile und Trapezblech des Daches mit dem Ring-Erder verbunden werden.

- Eine Verringerung der Induktionswirkung von direkten und nahen Blitzeinschlägen wurde durch eine nicht flächige Leitungsführung der Strings erreicht. (Siehe Abb. 20a und 20b)

- Auch die magnetische Wirkung wurde mit Hilfe von Schirmung durch einen metallenen Kabelkanal bzw. ein Kabelrohr vermindert.

- Als weitere Maßnahme zum Schutz gegen Blitz-Einwirkungen wurden auf der DC-Seite eines jeden Wechselrichters so genannte Kombi-Ableiter installiert. Ein Kombi-ableiter ist die umgangssprachliche Bezeichnung für einen Blitzstromableiter mit niedrigem Schutzpegel. Wichtig dabei ist, dass pro Tracker jeweils ein Kombi-Ableiter zur Anwendung kommt, siehe Abb. 23.

Ringerdung

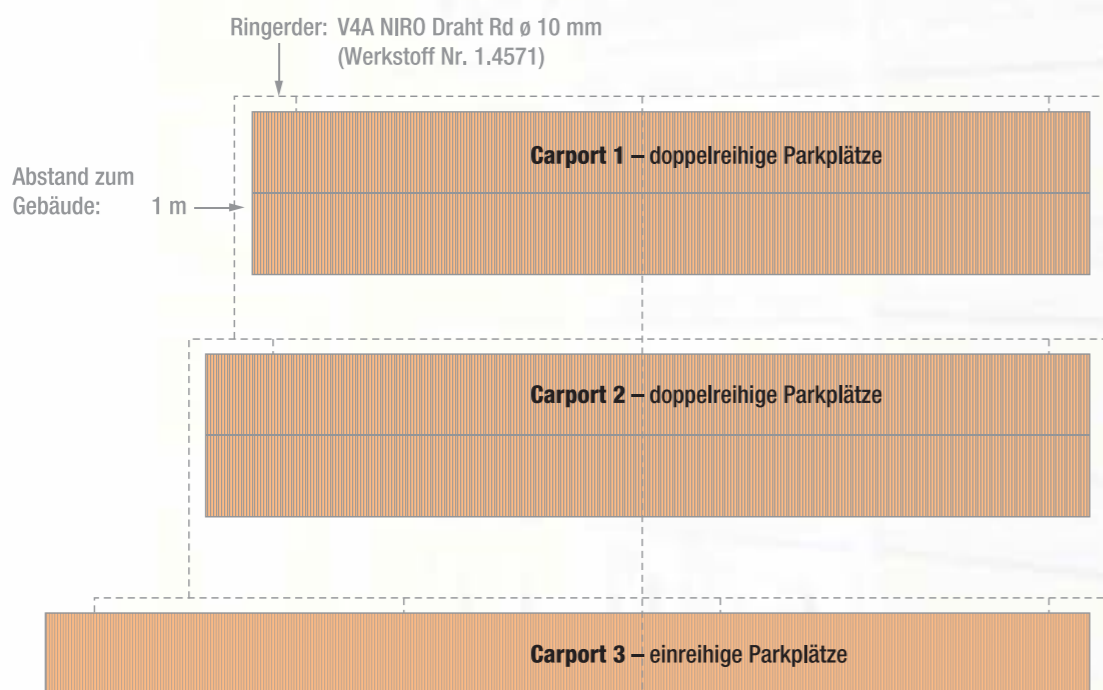


Abb. 16: Verlegungsplan des Ring-Erders



Ringerder Anschlussfahne für Fangstange

Abb. 17: Verlegung des Ring-Erders mit Anschlussfahnen für die Fangstangen



Anschlussfahne für Fangstange Ringerder

Abb. 18: Verlegung des Ring-Erders mit Anschlussfahnen für die Fangstangen



Abb. 19: Anschluss des Blitzableiter-Systems an den Ring-Erder



Abb. 20: Drei von 10 Blitz-Fangstangen



Abb. 20b: Stringkabel werden gebündelt geführt, Verkleinerung der Induktionsfläche.

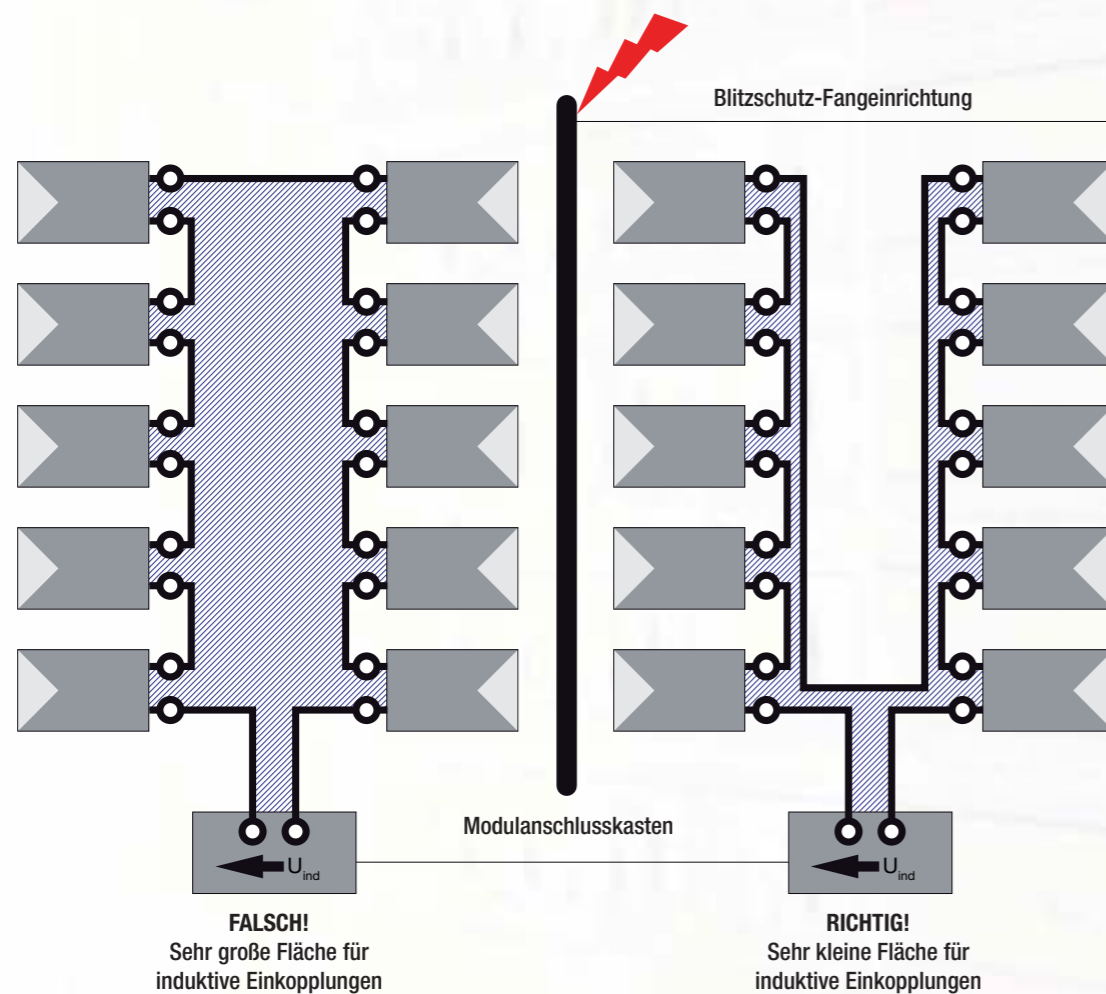


Abb. 20a: Verringerung der Induktionswirkung induktiver Einkopplungen, durch Verkleinerung der Induktionsfläche (rechts) (Quelle: VDE)



Abb. 21: Die Hauptpotenzialausgleichs-Schiene im Technik-Gebäude. In der Mitte ist der Ring-Erder angeschlossen



Abb. 22: Zwei weitere Sammelschienen, welche mit der Hauptpotenzialausgleichs-Schiene verbunden sind



Abb. 23: Beispiele für Kombiableiter

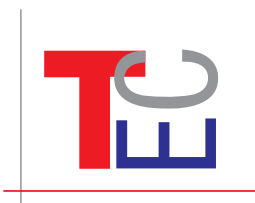
Die Technischen Daten

Gesamtleistung:	96,1 kWp
PV-Brutto-Fläche:	730 m ²
Modulausrichtung:	Süd-West (20°)
Modulneigung:	7°
Prognostizierter, spezifischer Jahresertrag:	834 kWh/kWp (lt. PV-Sol)
Modultyp:	ANTARIS AS P 215, polykristallin
Modul-Nennleistung:	215 Wp
Anzahl Module:	447 Stück
Anzahl Wechselrichter:	9 Stück
Wechselrichter-Typ:	<ul style="list-style-type: none"> • Danfoss TLX 15 k: 1 Stück • Danfoss TLX 12,5 k: 3 Stück • Danfoss TLX 10 k: 2 Stück • SMA SMC 9000 TL-10: 2 Stück • SMA SB 5000-20: 1 Stück



**Dipl.-Ing. (FH)
Eberhard Zentgraf**

TEC-Institut für Technische Innovationen GmbH & Co. KG



Am Heerbach 5
63857 Waldaschaff
Tel.: +49 (0) 6095 999-666
Fax: +49 (0) 6095 999-197
Email: info@tec-institut.de
Internet: www.tec-institut.de