

Impulsvortrag Photovoltaik Bedeutung & Ausblick

EnBW Energie Baden-Württemberg AG

23.05.2022

A horizontal orange bar with rounded ends, positioned above the speaker's name.

Alexander Eckert

Projektleiter Technik

Projektentwicklung Photovoltaik

EnBW AG

Erzeugung durch Erneuerbare Energien in Zahlen (EnBW-Konzern)



Erzeugungsarten 2021

Laufwasser

1.007 MW

Wind offshore

976 MW

Wind onshore

1.016 MW

Biomasse

86 MW

Photovoltaik

498 MWp

Pumpspeicher (mit nat. Zufluss)

1.517 MW

Der Ausbaufokus liegt auf Windkraft und Photovoltaik – national und international



Ausbau der Windenergie in Deutschland

- Onshore-Windenergie
- Offshore-Windenergie
- EnBW He Dreht als erster Offshore-Windpark ohne staatliche Förderung (geplante Inbetriebnahme 2025)
- Selektive Internationalisierung



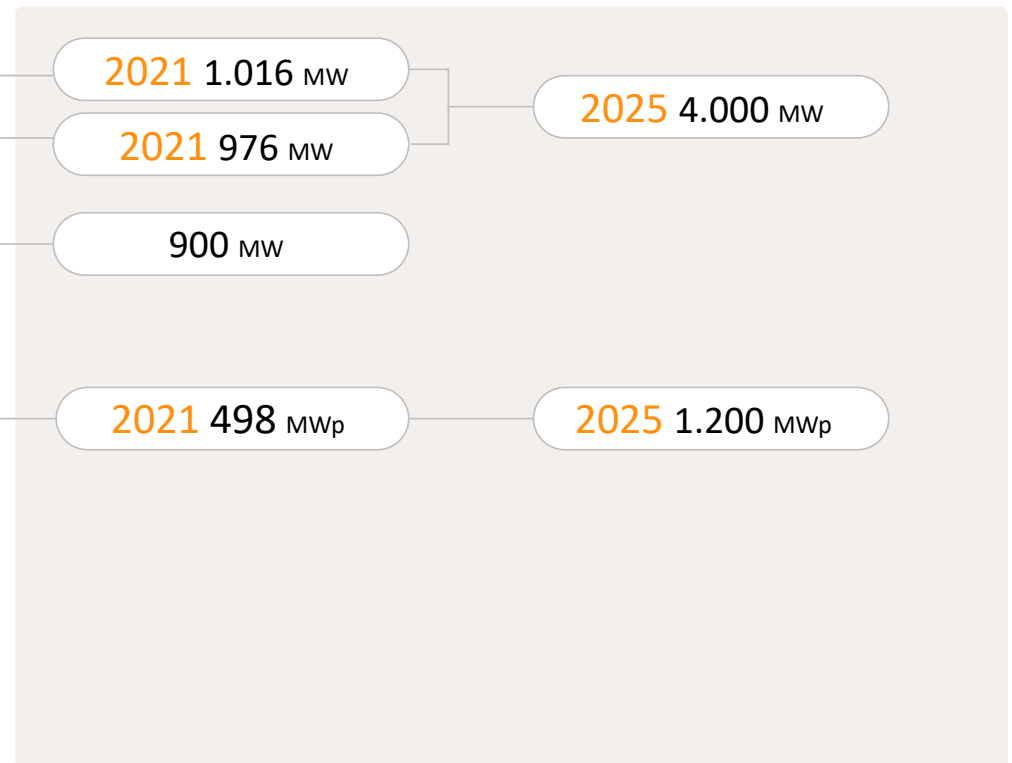
Solarenergie als weiterer Baustein



Wasserkraft als traditionelle Basis



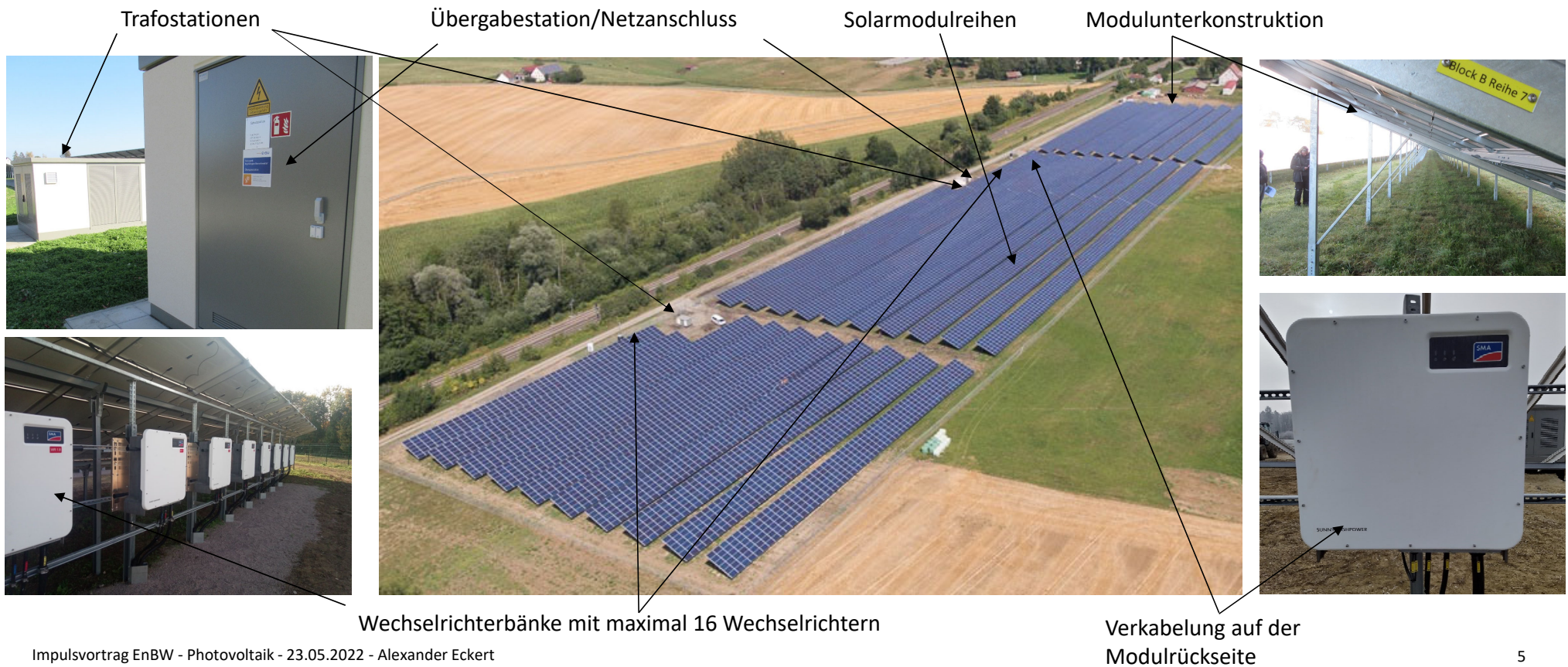
Ferner Biogas, Biomasse, Geothermie



Das Geschäftsmodell für Photovoltaik-Anlagen



Einblick in einen Solarpark – Ingoldingen 4,28 MWp – IBN 2018



Die EnBW nimmt Deutschlands größten förderfreien Solarpark in Betrieb – Weesow-Willmersdorf



Standort

Werneuchen/Brandenburg
ca. 26 Kilometer nordöstlich von
Berlin

Inbetriebnahme

März 2021

Leistung

187 MWp

Versorgung

von rechnerisch
rund 50.000 **Haushalten**

Erzeugung

von **180 Mio. kWh/a**

CO₂-Vermeidung

129.000 t/a



Monofaziale Glas-Glas-Solarmodule

465.000 je ca. 390 Wp

Die EnBW legt mit zwei weiteren förderfreien Solarparks nach – Gottesgabe & Alttrebbin



Standort

Gottesgabe & Alttrebbin
ca. 50 km nordöstlich von Berlin

Versorgung

von zusammen rechnerisch
rund 90.000 **Haushalten**

Inbetriebnahme

April 2022

Erzeugung

zusammen **320 Mio. kWh/a**

Leistung

Gottesgabe: 153 MWp
Alttrebbin: 151 MWp

CO₂-Vermeidung

zusammen 190.000 t/a



Bifaziale Glas-Glas-Solarmodule

zusammen 700.000 mit je ca. 435 Wp

Auch auf dem Wasser kann Sonnenenergie genutzt werden

– Floating PV auf Baggersee



Standort

Baggersee Maiwald
(Achern, Ortenaukreis)

Inbetriebnahme

Juli 2019

Leistung

750 kWp

Versorgung

überwiegend des angrenzenden
Kieswerks sowie
Netzeinspeisung

Erzeugung

860 Tsd. kWh/a

CO₂-Vermeidung

560 t/a

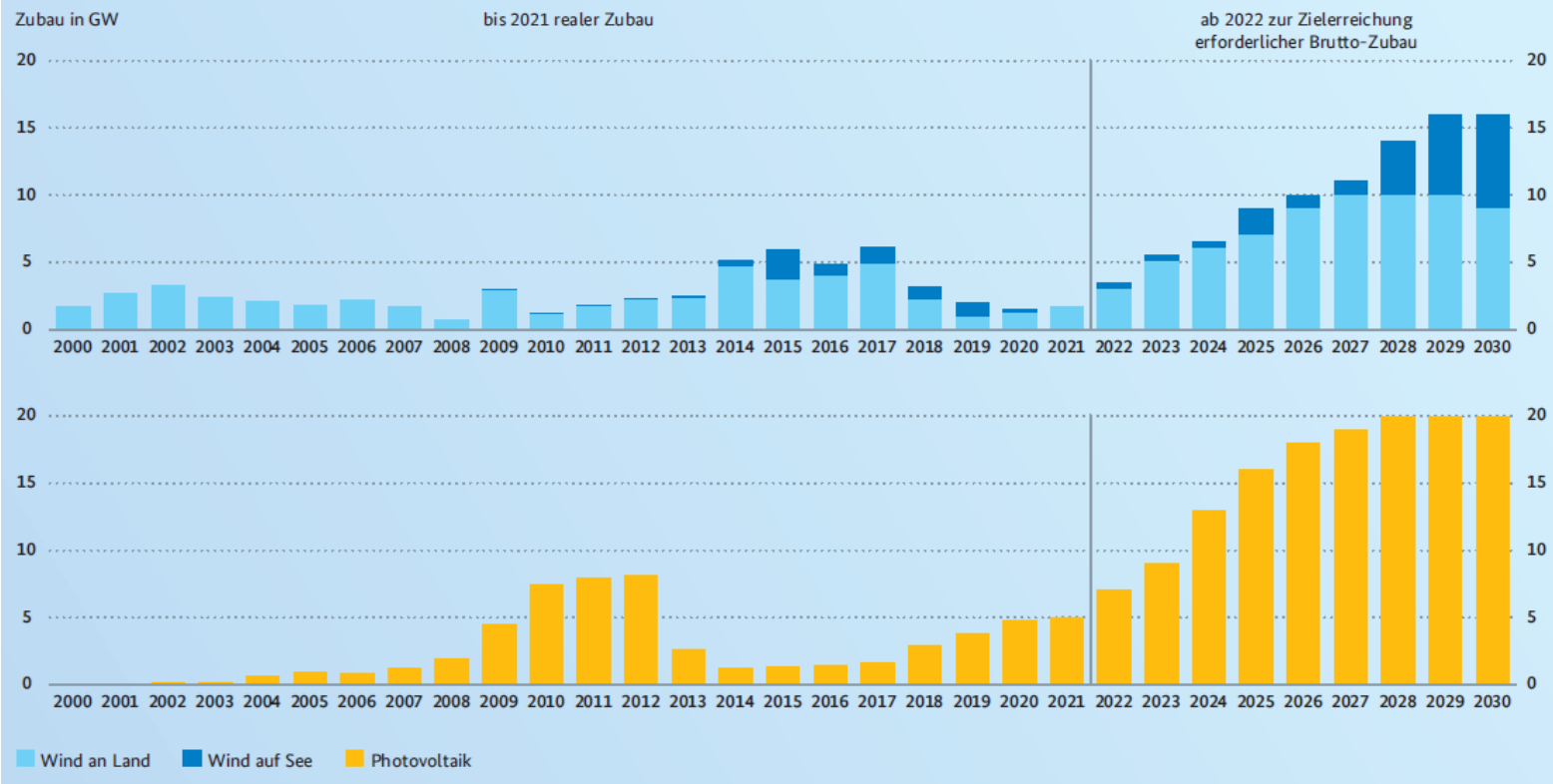


Monofaziale Solarmodule

2.300 mit je 325 Wp

Ausblick: Zubauziele Wind & PV Deutschland

Ausbau Wind und Photovoltaik



Vielen Dank !

Alexander Eckert

Projektleiter Technik
Projektentwicklung Photovoltaik

EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Schelmenwasenstr. 15 · 70567 Stuttgart
Telefon +49 711 289-83808
Mobil +49 171 9091484
alexander.eckert@enbw.com

www.enbw.com

Backup

Modultechnologie Entwicklungen

» Bifaziale Module

Von PERC-Zelle (Markstandard) aus Produktionssicht nur geringer Mehraufwand zum bifazialen Modul – Doppelseitiges Glas.

Diffuses Streulicht (durch Boden oder rückseitige Modulreihe) auf Modulrückseite reflektiert trägt dieses zur Energiegewinnung bei. Mehrleistung stark von Bifazialität des Moduls (ca. 65%) und von Reflexionscharakteristik des Untergrunds (Albedo) abhängig.

Je nach Systemdesign (Reihenhöhe & Abstände) Ertragsgewinn von ~2-10% möglich – Optimierung der Unterkonstruktion möglich aber nicht zwingend gesamtwirtschaftlich sinnvoll (Frontseitenertrag deutlich wichtiger).

Keine bekannten zusätzlichen Risiken durch Bifazialität – Im Systemdesign müssen erhöhte Ströme berücksichtigt werden.

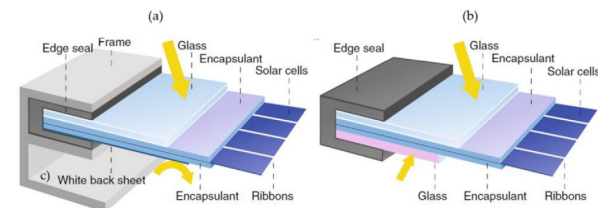
„Bifacial“ etabliert sich bei Freiflächenanlagen zunehmend als Standard.

» Entwicklung Modulgrößen

Mit zunehmender Zellgröße steigt (bei gleicher Zellanzahl) die Modulgröße. Dadurch sind Module 500 Wp+ aktueller Standard in EEG- und Großprojekten. Senkt generell spez. Kosten (auch UK), trotz schwierigerer Montage.



PVA Mühlhausen – Rückseitige Ansicht eines Modultisches: Rückseitig auftreffendes Licht trägt zum Ertrag bei. Optimierung des Gesamtdesigns (Reihenhöhe, Abstände, Träger, etc.) möglich
Quelle: EnBW T-PDP

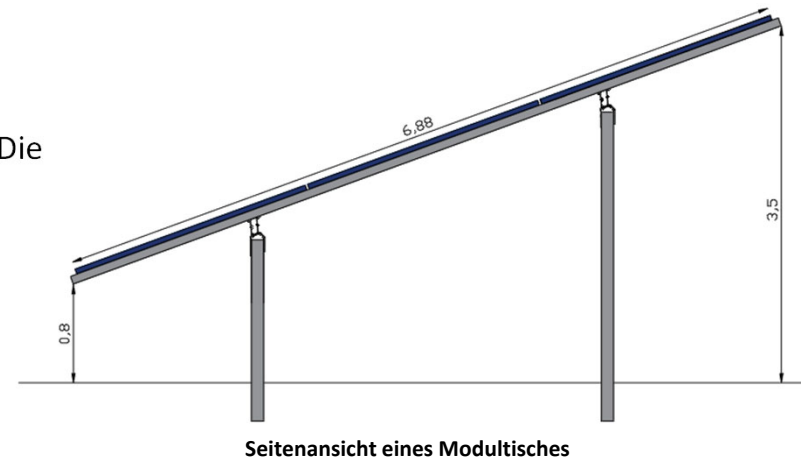


Zellaufbau im Vergleich: monofacial links & bifacial rechts
Quelle: Energies 2021, 14(8), 2076 – 08.04.2021

Unterkonstruktion und Modultische

» Tischlayout

Das Standardlayout der Solarparks beinhaltet dreireihige Modultische. Die Gesamtlänge eines Tisches (26 Module je Reihe) beträgt ca. 30 m. Die Module werden hochkant montiert. Der Anstellwinkel beträgt 19° zur Horizontalen.



» Verschattungstiefe und Reihenabstand

Der minimale **Reihenabstand** zwischen den Modultischen beträgt in jedem Fall **2,5 m** für Wartungsarbeiten.

Bei **EEG-Projekten** und **Großprojekten** werden gleichermaßen die unterste Modulreihe verschattet. Dies ergibt eine **Verschattungstiefe von etwa 2,3 m**. Die Verschattungstiefe bezeichnet die Reichweite des Schattens einer voranstehenden Modulreihe am 21.12. um 12:00 Uhr auf der Tischebene der nachfolgenden Modulreihe. Durch die Verschattung werden eine hohe installierbare Leistungen und somit **absolute Erträge** erreicht.

Wechselrichtertechnologie

Strangwechselrichter

» Strangwechselrichter

- » In Ausschreibungsprojekten (≤ 20 MW) setzt die EnBW aktuell auf Strangwechselrichter in Kombination mit DC-Strangsammlern.
- » 26 Module werden seriell in einem Strang verschaltet. Im DC-Strangsammler werden mehrere Stränge parallel gebündelt und zum Strangwechselrichter geführt.
- » Die Strangwechselrichter werden an einem gemeinsamen Ort nahe der Transformatorstation direkt an der PV-Unterkonstruktion montiert, um einerseits kurze AC-Strecken (Verluste) zu erlangen und um eine effiziente Betriebsführung zu ermöglichen.



SMA Sunny Highpower PEAK 3
(aktuell für viele Projekte in Bau)
Quelle: SMA



**Kaco Blueplanet 150 TL3 (für Projekte 2022
vorgesehen)**
Quelle: Kaco

- » Stand der Technik sind aktuell Geräte in einem Leistungsbereich von 125-350 kVA und einer maximalen DC-Eingangsspannung von 1.500 V bei Wirkungsgraden um 99 %.
- » Durch das dynamische Marktumfeld werden die standardmäßig verwendeten Geräte laufend überarbeitet.

Wechselrichtertechnologie

Zentralwechselrichter

» Zentralwechselrichter

Besonders in PV-Großprojekten setzt die EnBW bevorzugt Zentralwechselrichter in sog. SKID-Ausführung ein. Analog zu Strangwechselrichtern werden mehrere Modulstränge durch DC-Strangsammler zusammengeführt und zum Zentralwechselrichter geführt. Hier sind Leistungen von 2 MW bis ca. 10 MW marktüblich.

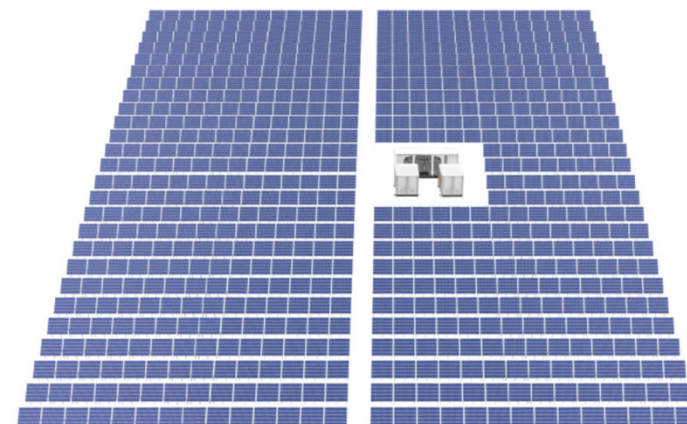


Siemens SKID Lösung mit bis zu 5000 kVA, Quelle: Siemens

Größter Unterschied ist, dass sog. SKID- bzw. Kompaktstation neben den/m Zentralwechselrichter/n auch Mittelspannungskomponenten wie Mittelspannungstransformator und Schaltanlage enthält. Diese Gesamtlösung ist meist auf einem „SKID“ (= Rahmen/Gestell) montiert. Diese Lösung ist besonders **wirtschaftlich** und bietet sich gerade für Großprojekte mit **homogenem Parklayout** an.



SMA Medium Voltage Power Station mit bis zu 4600 kVA, Quelle: SMA



Elektrisches Anschlusskonzept

» Systemspannung

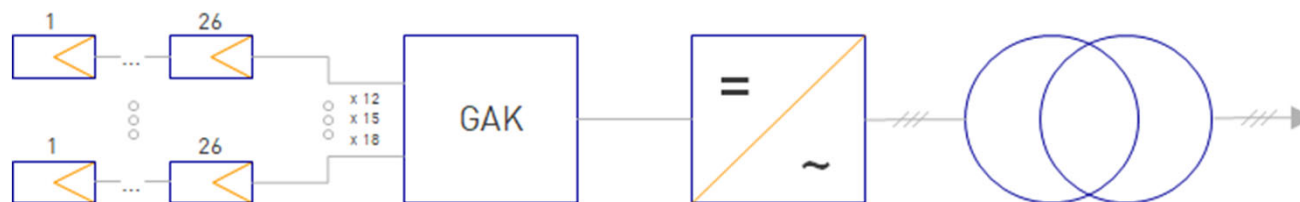
Die DC-seitige Systemspannung beträgt max. 1.500 V. Die parkinterne AC-Spannung liegt, abhängig vom Wechselrichter, bei 690 V – 760 V.

» DC/AC Ratio

Das DC/AC Verhältnis ist bei EEG-Projekten an den verwendeten Wechselrichter und die Leistungsklasse der Module gekoppelt. Diese liegen aktuell zwischen 1,1 bzw. 1,2.

Welches Strangwechselrichterkonzept verwendet wird, hängt vom Zuschnitt der belegten Grundstücksfläche ab. Es werden 12 oder 15 Stränge mit jeweils 26 in Reihe geschalteten Modulen über einen DC-Strangsammler auf einen Wechselrichter geschaltet.

Bei Großprojekten kommt ebenfalls ein DC-Strangsammler zum Einsatz. Die Belegung des Wechselrichters wird anders als bei einem EEG-Projekt individuell ausgelegt, entsprechend schwankt das DC/AC Verhältnis.



Skizze Parkinterne Verschaltung