



Anschlusskonzepte mit Fronius Tauro

Umfrage

Installieren Sie überwiegend in der Nieder- oder Mittelspannung?

- Niederspannung (VDE AR-N 4105:2018-11)
- Mittelspannung (VDE AR-N 4110:2019-11)

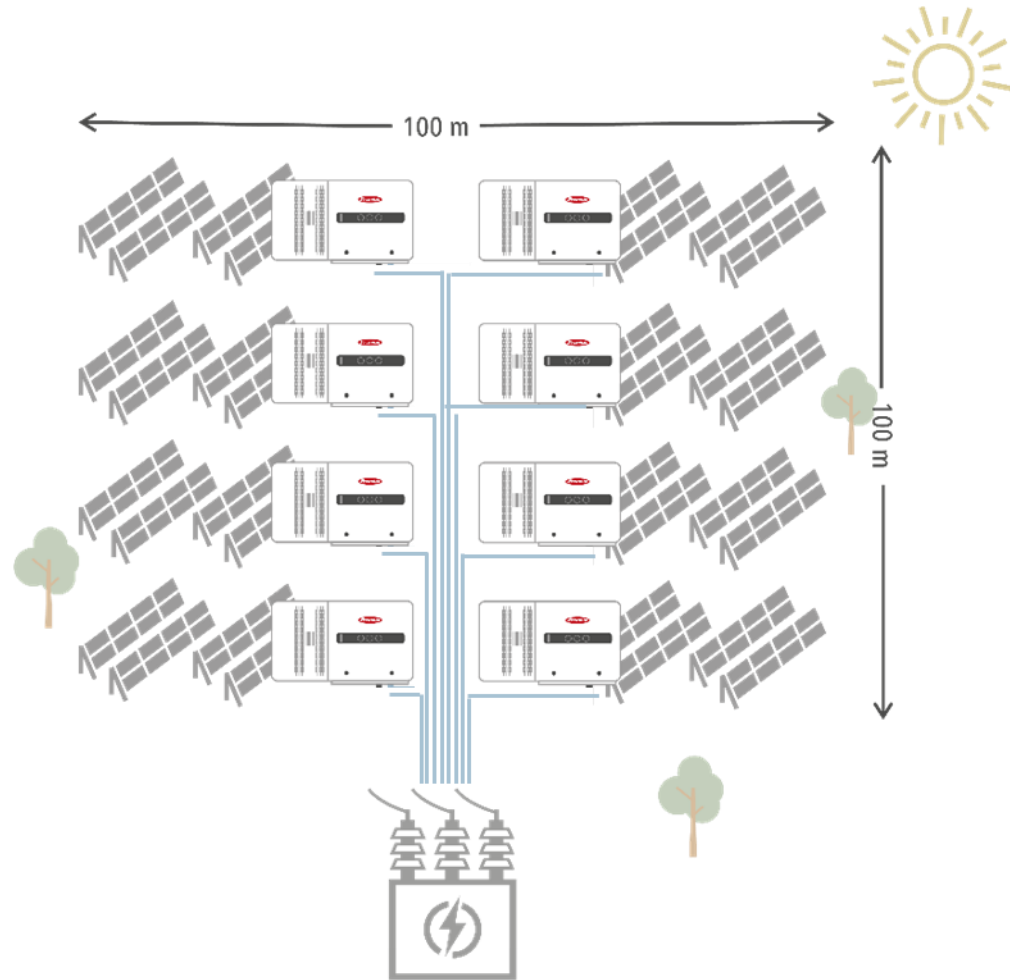
Positionierung

– Wie entscheiden Sie sich für ein Systemdesign?

- Vorgegebener Aufstellort von WR
- Vorgegebener Aufstellort von Trafo
- Kosten der unterschiedlichen Varianten
- Verluste
- Einfachheit der Installation
- Einfachheit der Wartung, Zugänglichkeit

Gewohnheit?

Freiflächen Anlage dezentral



1MW PV-Installation (Freifläche)

Vorteile:

- Keine zusätzlichen DC Sammler
- Einfache Planung
(Standard Design)

Freiflächen Anlage zentral

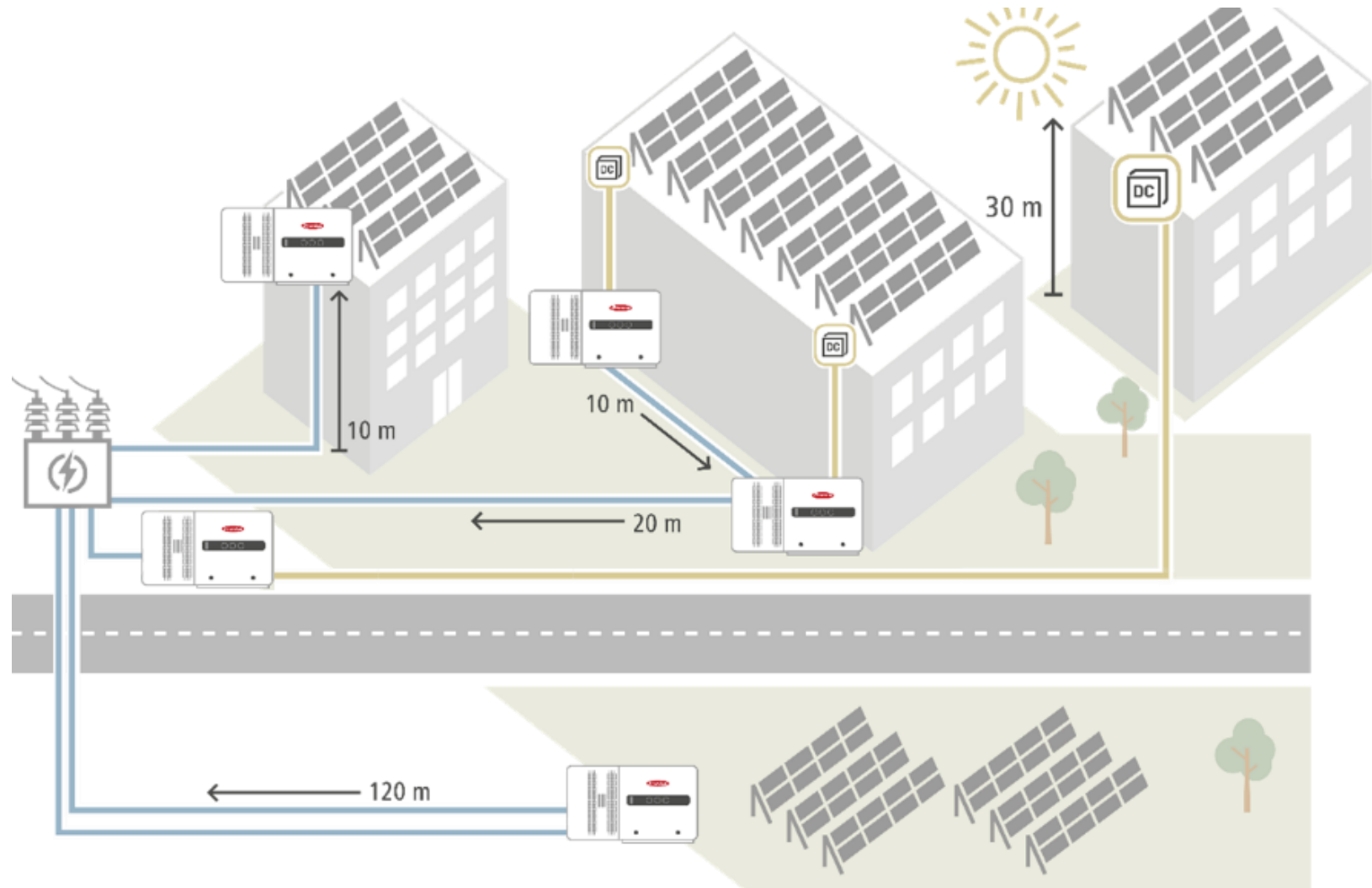


2MW PV-Installation (Freifläche)

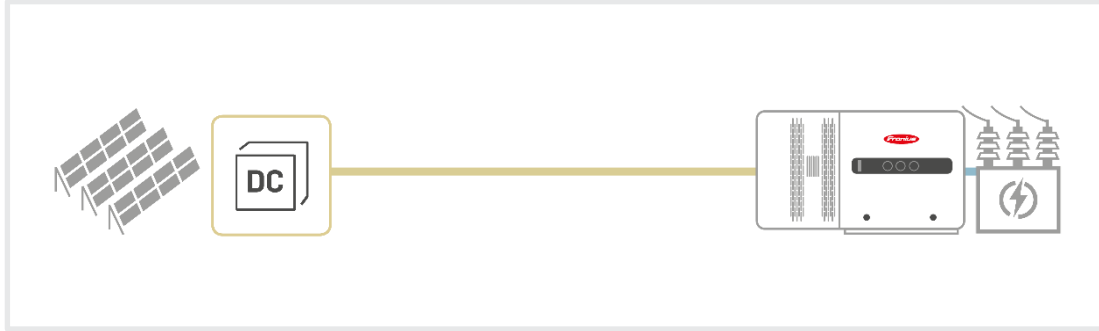
Vorteile:

- Lange DC Kabel (geringerer Kabelpreis & weniger Verluste gegenüber AC Kabel)
- Einfacher Zugang zu allen Wechselrichtern für Installation & Inbetriebnahme, Monitoring und Service

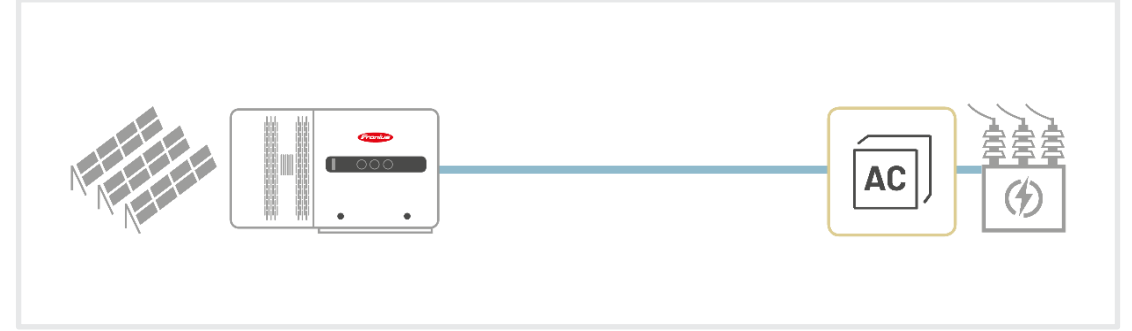
Kombination dezentral/zentral



Zentral vs. Dezentral



- Zentral gesammelte Wechselrichter Position
- Einfacher Transport/Zugang zu allen Wechselrichtern
- Modulstränge werden über DC-Strangsammlerboxen gesammelt und über größere DC-Kabel am WR angeschlossen



- Wechselrichter sind über die Anlage dezentral verteilt aufgestellt
- Modulstränge werden direkt am WR angeschlossen
- Keine DC-Strangsammlerboxen notwendig

Umfrage

Bevorzugen Sie zentrales oder dezentrales Systemdesign?

- Ausschließlich Zentral
- Hauptsächlich Zentral
- 50/50
- Hauptsächlich Dezentral
- Ausschließlich Dezentral

Kabelverluste

Kabelverluste

Position des Wechselrichters

- Konventionelle Design Richtlinie
 - <1% Kabelverluste = 1kW bei 100kW Gerät
- Tatsächliche Verluste < Vollast Verluste
 - Idee: nutze Europäischen Wirkungsgrad

European Efficiency						
Inverter Power	5%	10%	20%	30%	50%	100%
Appearance	3%	6%	13%	10%	48%	20%

Kabelverluste unter Vollast entsprechen nicht den tatsächlichen Verlusten

Kabelverluste dezentral

WR Leistung =WR Strom	5%	10%	20%	30%	50%	100%
Verluste im Kabel ("I ² ")	=5% * 5% = 0.25%	1%	4%	9%	25%	100%
Auftretenswahrscheinlichkeit	3%	6%	13%	10%	48%	20%
Wirksame Gesamtverluste im Kabel	=3%*0.25%=0.0075%	0.06%	0.52%	0.9%	12%	20 %

Spannung ist konstant über die Leistung

- Kabelverluste_{AC,europ.efficiency}
= **33,5%** der VolleLeistungsverluste
- Verluste gänzlich ertragsmindernd, weil nur auf AC Seite

Kabelverlustezentral

$$\frac{P_{DC}}{P_{AC}} > 120\%$$

Spannung ist konstant über die Leistung

WR Leistung =WR Strom	5%	10%	20%	30%	50%	100%
Verluste im Kabel ("I ² ")	=5% * 5% = 0.25%	1%	4%	9%	25%	100%
Auftretenswahrscheinlichkeit	3%	6%	13%	10%	48%	20%
Wirksame Gesamtverluste im Kabel	=3%*0.25%=0.0075%	0.06%	0.52%	0.9%	12%	7 %

Variabel über Ort, Ausrichtung, AC/DC Verhältnis,...

- Kabelverluste_{DC,europ.efficiency} = **20,5%** der VolleLeistungsverluste
- Verluste im Volllastbereich nur teilweise ertragsmindernd
- Verluste im DC Kabel werden vom PV Generator kompensiert

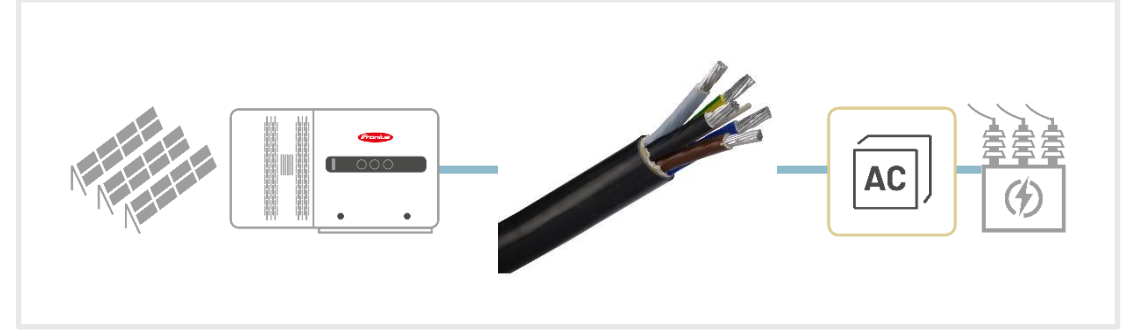
AC Kabelverluste sind vollständig ertragsmindernd, DC nur teilweise

Kabelverluste



Zentral

- 4*95mm² AL-Kabel
- 650V DC
- 76A pro Kabel
- Verluste: $7,5 \frac{W}{m}$



Dezentral

- 5*95mm² AL-Kabel
- 400V AC
- 145A pro Kabel
- Verluste: $20,4 \frac{W}{m}$

Verluste durch dezentrale Positionierung 3x so hoch als bei zentraler Positionierung

Kabelverluste

gesamt

- Unterschiedliche Spannungshöhe DC / AC
- Wirkungsgrad bei Kabelverluste berücksichtigt

$$Verluste_{AC} = Verluste_{AC,Volllleistung} * \eta = 20,4 * 0,335 = 6,83 \text{ W/m}$$

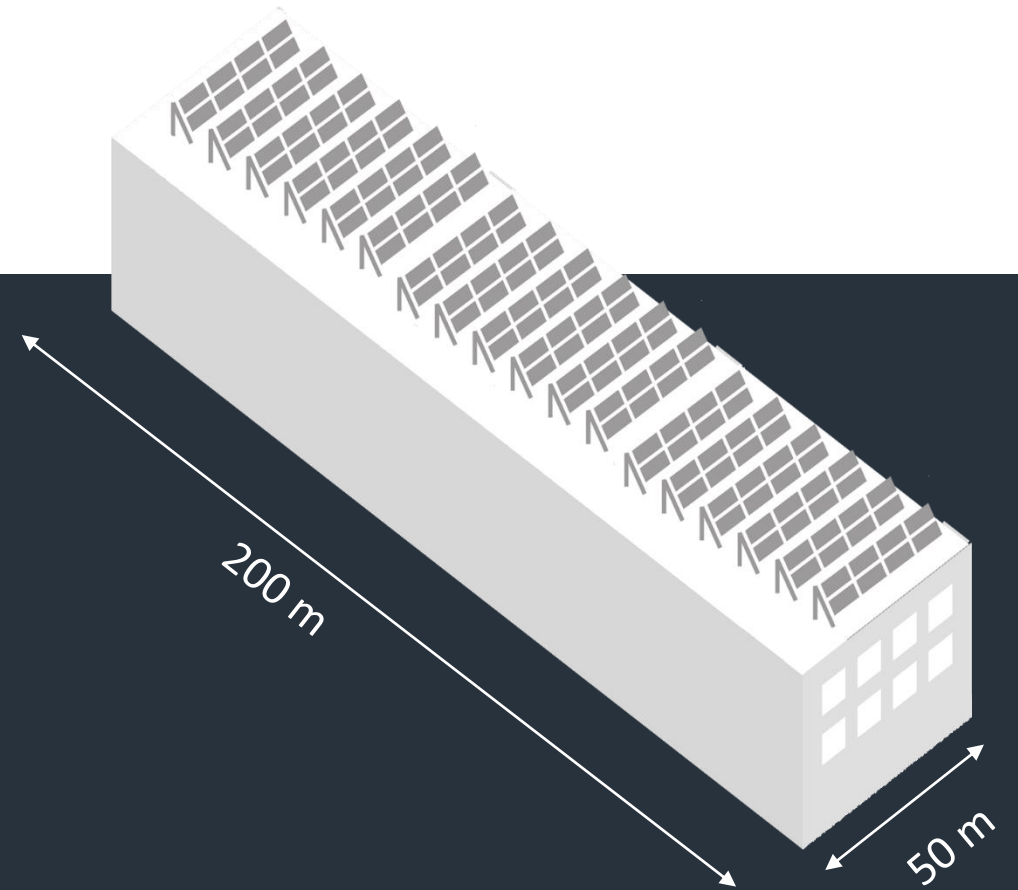
$$Verluste_{DC} = Verluste_{DC,Volllleistung} * \eta = 7,5 * 0,205 = 1,54 \text{ W/m}$$

AC Verluste sind 4 mal so hoch wie DC Verluste

Rechenbeispiel

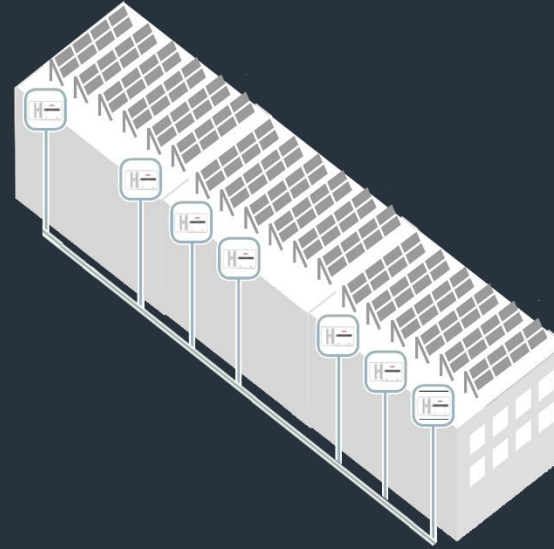
Rechenbeispiel

- 700 kW Projekt
- Aufdach
- Anschluss an 400V Netz im Erdgeschoss

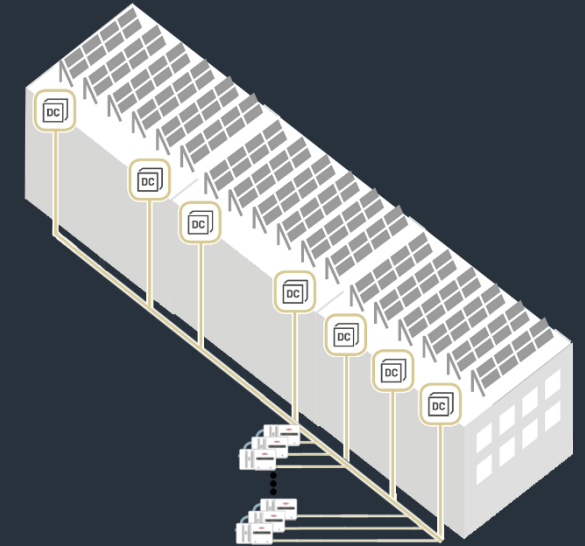


Rechenbeispiel

- 700 kW Leistung
- 200m Länge, 100m Durchschnittslänge
- 7 WR oder 14 GAK
- Stromkosten 0,12€/kWh
- GAK 300€ / 50kW



Dezentral
Tauro Eco D



Zentral
Tauro Eco P

	DC (+&-)	AC (5polig)
70 mm ²	4,08 €/m	
120 mm ²		12,4 €/m

Kabelverluste

Berechnung

120mm² AL AC Kabel bei 100kW:

$$P_{\text{Verlust Kabel}} [kW] = \frac{P_{\text{Verlust Kabel}} \left[\frac{W}{m} \right] * \text{einfacheKabellänge} [m]}{1000 \left[\frac{W}{kW} \right]} = \frac{5,62 \left[\frac{W}{m} \right] * 100 [m]}{1000 \left[\frac{W}{kW} \right]} = 0,56kW$$

$$\begin{aligned} \text{Verluste} [€] &= P_{\text{Verlust Kabel}} [kW] * \text{Jahre} * 1000 \left[\frac{kWh}{kWp} \right] * \text{Energiepreis} \left[\frac{€}{kWh} \right] * \text{Anzahl WR} \\ &= 0,56kW * 20 * 1000 * 0,12 * 7 = 9408€ \end{aligned}$$

Verluste AC = **9408 €**

Kabelverluste

Berechnung

70mm² AL DC Kabel bei 50kW:

$$P_{\text{Verlust Kabel}} [\text{kW}] = \frac{P_{\text{Verlust Kabel}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}} \right] * \text{einfacheKabellänge} [\text{m}]}{1000 \left[\frac{\text{W}}{\text{kW}} \right]} = \frac{1,1 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}} \right] * 100 [\text{m}]}{1000 \left[\frac{\text{W}}{\text{kW}} \right]} = 0,11 \text{kW}$$

$$\begin{aligned} \text{Verluste} [\text{€}] &= P_{\text{Verlust Kabel}} [\text{kW}] * \text{Jahre} * 1000 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kWp}} \right] * \text{Energiepreis} \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] * \text{Anzahl GAK} \\ &= 0,11 \text{kW} * 20 * 1000 * 0,12 * 14 = 4488 \text{€} \end{aligned}$$

Verluste DC = 4488 €

Kabelkosten

Berechnung

120mm² AL AC Kabel:

$$\begin{aligned} \text{Kosten}_{AC-Kabel} [\text{€}] &= \text{Kosten}_{AC-Kabel} \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] * \text{mittlere Kabellänge} [\text{m}] * \text{Anzahl WR} = 12,4 \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] * 100[\text{m}] * 7 \\ &= 8680\text{€} \end{aligned}$$

70mm² AL DC Kabel:

$$\begin{aligned} \text{Kosten}_{DC-Kabel} [\text{€}] &= \text{Kosten}_{DC-Kabel} \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] * \text{mittlere Kabellänge} [\text{m}] * \text{Anzahl GAK} = 4,08 \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] * 100[\text{m}] * 14 \\ &= 5712\text{€} \end{aligned}$$

AC Kabel = **8680€**

DC Kabel = **5712€**

Rechenbeispiel

Ergebnis

	Dezentral Tauro Eco D	Zentral Tauro Eco P
Kabelverluste	9408 €	4488 €
Kabelkosten	8680 €	5712 €
GAK	0 €	4200 €
Wechselrichter	xxxx €	weniger als Tauro Eco D

Dezentral = **18.088€**

Zentral = **14.400€**

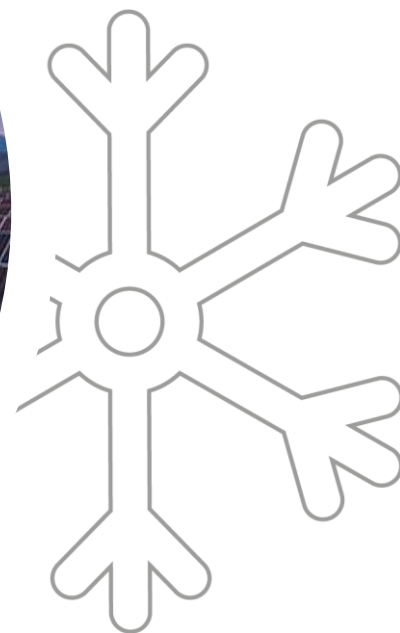
Conclusio

- Topologie hat massive Auswirkungen auf Verluste
- Kosteneinsparungspotential
- Vor- und Nachteile abwägen

~~Gewohnheit?~~

Fronius Tauro

TAURO



Harte Schale,
smarter Kern.

MAXIMALE DESIGNFLEXIBILITÄT

ZENTRALES ANLAGENDESIGN

Mit **Precombined** Variante
möglich

INNOVATIVE DESIGNOPTION

AC Daisy Chaining

DEZENTRALES ANLAGENDESIGN

Mit **Direct** Variante möglich

FLEXIBEL BEIM KABELANSCHLUSS

35mm²– 240mm²
AC-Kabelquerschnitt
AL und CU



Fronius Tauro

LEISTUNGSKLASSE

50 kW

MPPT SPANNUNGSBEREICH

400 – 870 V

MPP-TRACKER

3

LEISTUNGSTEILE

2



Fronius Tauro Eco

LEISTUNGSKLASSE

50 / 100 kW

MPPT SPANNUNGSBEREICH

580 – 930 V

MPP-TRACKER

1

LEISTUNGSTEILE

1 / 2



Fronius Tauro

ZUVERLÄSSIGES PRODUKTDESIGN

Langlebige Materialien und
Elektronik

GROSSZÜGIGES PRODUKTDESIGN

Mehr Platz für Möglichkeiten

KOMPAKTES PRODUKTDESIGN

On-board Features,
Leistungsteil-System

SMARTES PRODUKTDESIGN

Zweischaliges
Gehäusesystem



MAXIMALE BESTELLFLEXIBILITÄT

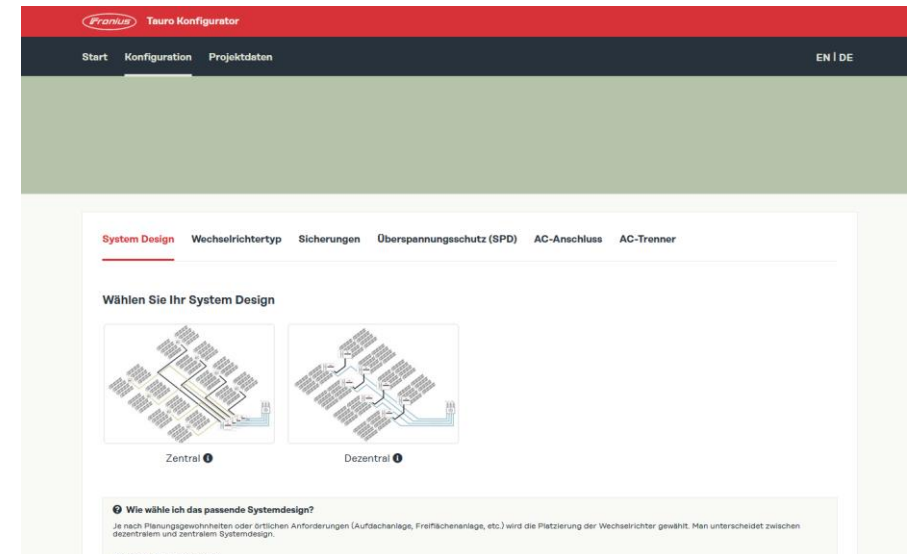
GROßHÄNDLER VARIANTE

Vorkonfiguriert für die
meisten Anwendungen

PROJECT VARIANTE

Individuelle Konfiguration

- AC Anschluss
- DC Anschluss
- SPDs
- Sicherungen
- AC Trenner
- Zubehör



[Tauroconfigurator.fronius.com](https://tauroconfigurator.fronius.com)

KOSTEN SPAREN

DURCH INTEGRIERTEN SPD AC/DC

1 MPPT = 1 Überspannungsschutz



Type 1+2 standardmäßig integriert

KOSTEN SPAREN

BEIM NETZ- UND ANLAGENSCHUTZ

Interner Kuppelschalter verwendbar

→ Zertifiziert durch Bureau Veritas

Funktioniert mit SnapInverter, Gen24 und Tauro

Einsparung des externen Kuppelschalters

AC Daisy Chaining

AC DAISY CHAINING

Einzigartiges Anlagendesign mit AC Daisy Chaining Option

BIS ZU 200 kW

2 x 100 kW Tauro Eco
4 x 50 kW Tauro (Eco)

WENIGER KOMPONENTEN NÖTIG

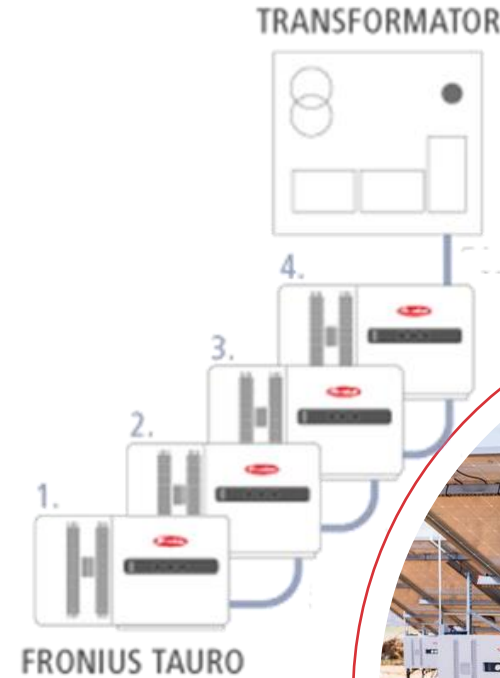
Kein AC Verteiler und nur 1
Trenner pro 200kW

KABELEINSPARUNGEN

Weniger AC-Kabel notwendig

KOMBINATION MIT SNAPINVERTER

Einbindung von SnapINverter möglich

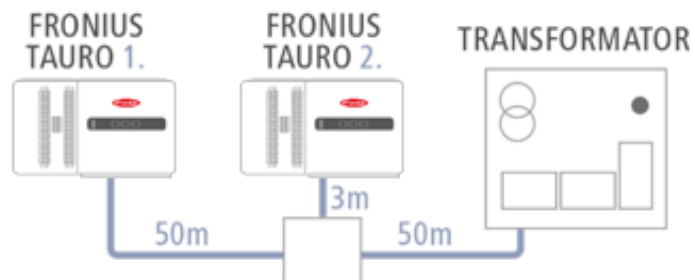


AC DAISY CHAINING

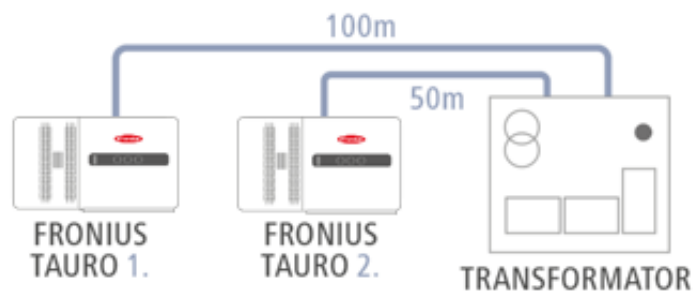
AC-Verkabelung:

1 Drittel weniger
AC-Kabel

Installation mit AC-Verteiler (200
kW)



Installation ohne Verteiler (200
kW)

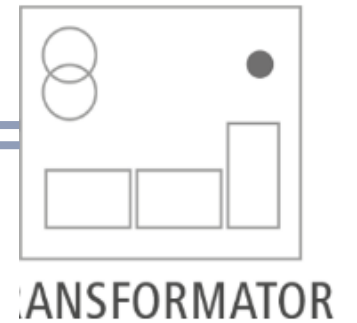


Installation mit AC Daisy Chaining (200
kW)



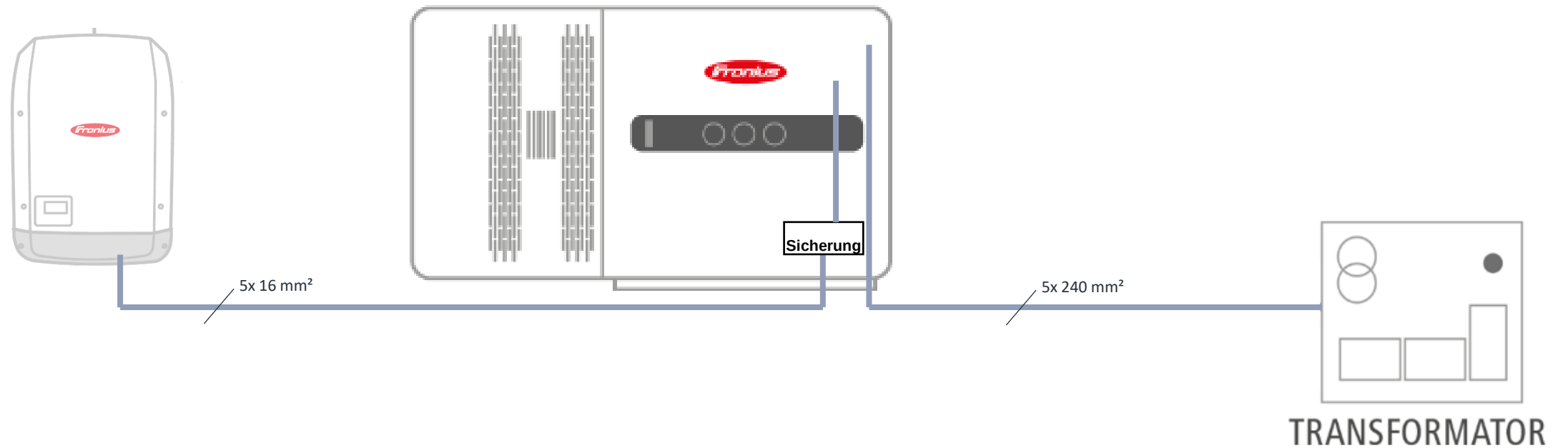
AC DAISY CHAINING

AC Daisy Chaining über lange Distanzen (100 kW)



AC DAISY CHAINING

Kombination Tauro und SnapINverter



Service

SERVICE

Defekt von

- Leistungselektronik
- Überspannungsschutz
- Kommunikation
- MC4 Stecker
- Kabeldurchführungen
- ???

SERVICE KONZEPT

Konventionell

- Garantieverlust bei Öffnung
- Kein Service vor Ort möglich

Fronius Tauro

- Leichte Zugänglichkeit
- Ersatzteile und Anleitungen verfügbar

Gerätetausch

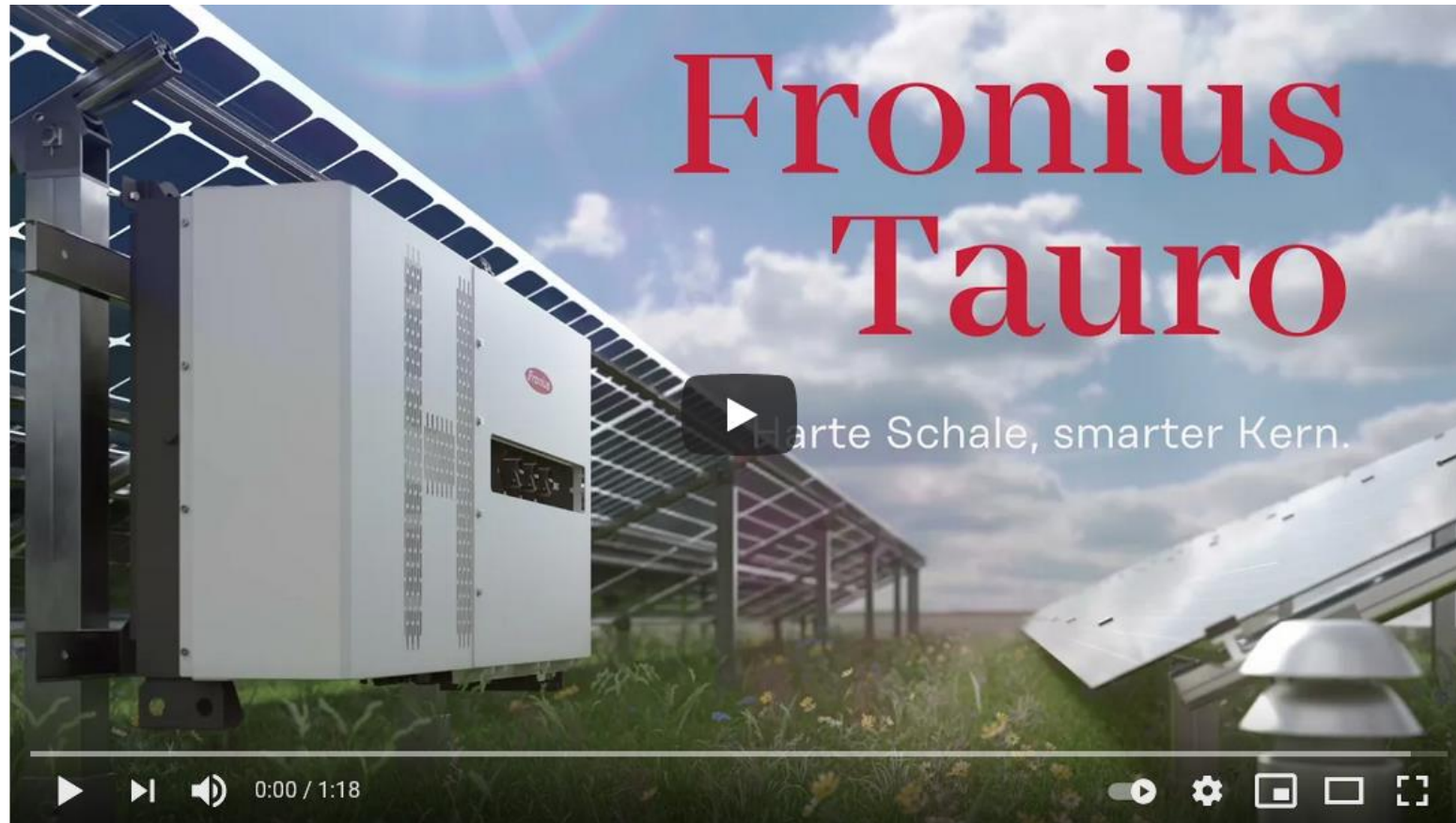
Reparatur

LIVEBEISPIEL

Wie würde das konventionell funktionieren bei

- Dachanlage ohne Kran
- Im Matsch auf der Freifläche
- Mit 240mm² Kabeln
- Mit nur einer Person

Video



[Fronius Tauro Video Youtube](#)

Neugierig?



- Sie haben noch Fragen oder möchten weitere Infos?
- Zentral vs. Dezentral interessiert Sie?

Schreiben Sie uns:

pv-marketing-germany@fronius.com

We are
Fronius.

We inspire
mind-opening solutions.