



# **APPLICATION GUIDE FÜR AC DAISY CHAINING OPTION**

**Richtige Dimensionierung von Sicherungen und Kabeln bei  
Verwendung von AC Daisy Chaining**

© Fronius International GmbH  
Version V1.0 May/2021 Peter Schmidhuber, Jasmin Gross  
Solar Energy

Fronius behält sich alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vor. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung von Fronius reproduziert oder unter Verwendung elektrischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben in diesem Dokument trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Autors oder von Fronius ausgeschlossen ist.  
Geschlechterspezifische Formulierungen beziehen sich gleichermaßen auf die weibliche und männliche Form

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>AC Daisy Chaining Option .....</b>	<b>5</b>
2.1	Was ist AC Daisy Chaining? .....	5
<b>3</b>	<b>Richtige Anwendung von AC Daisy Chaining .....</b>	<b>6</b>
3.1	AC Daisy Chaining mit Tauro .....	6
3.2	Sicherungs-Baugrößen .....	6
3.3	Strombelastbarkeit von Kabeln unter der Erde.....	7
3.3.1	200kW Daisy Chain .....	7
3.3.2	150kW Daisy Chain .....	8
3.3.3	100kW Daisy Chain .....	8
3.4	Strombelastbarkeit von Kabeln über der Erde.....	9
3.4.1	200kW Daisy Chain .....	9
3.4.2	150kW Daisy Chain .....	9
3.4.3	100kW Daisy Chain .....	10
<b>4</b>	<b>AC Daisy Chaining mit SnapINverter.....</b>	<b>11</b>
4.1	Sicherungen und Installation .....	11
4.2	Beispiel .....	12
4.2.1	20 kW Symo mit Tauro ECO 100-3-D .....	12

# 1 EINLEITUNG

Dieses Dokument befasst sich mit der neuen Option AC Daisy Chaining, die in Kombination mit der Commercial Wechselrichter-Serie Fronius Tauro verwendet werden kann.

In den folgenden Kapiteln erhalten Sie einen Eindruck von der innovativen Designoption, sowie wichtigen Sicherheitsinformationen, die Ihnen bei der Dimensionierung und Auswahl der richtigen Kabeln und Sicherungen unterstützen soll. Darüber hinaus helfen Ihnen praktische Beispiele mit unterschiedlichen Systemgrößen dabei, die Option AC Daisy Chaining im Detail zu verstehen.

Außerdem wird die Kombination von SnapINverter und Tauro in Verbindung mit AC Daisy Chaining erläutert.

## 2 AC DAISY CHAINING OPTION

Der Fronius Tauro ist mit einer Designoption namens AC DAISY CHAINING erhältlich, wodurch er höhere Flexibilität im System Design sowie großes Potential zur BOS-Kosteneinsparung bietet.

### 2.1 Was ist AC Daisy Chaining?

AC Daisy Chaining ist bei Fronius Tauro als Option verfügbar. Bei dieser Option ist im AC-Bereich ein rudimentärer AC-Verteiler integriert, welcher eine Verkettung von mehreren Wechselrichtern AC-seitig ermöglicht. Mit dem speziellen AC-Bereich im Gerät für die Kabelverbindung ist es möglich, mehrere Geräte bis zu 200 kW direkt aneinander zu schalten. Dadurch ergibt sich eine enorme Einsparung an AC-Kabeln sowie anderer Komponenten wie AC-Verteiler oder AC-Trenner. Für einen 200kW-Block im PV Feld hätte AC Daisy Chaining folgenden Einfluss:

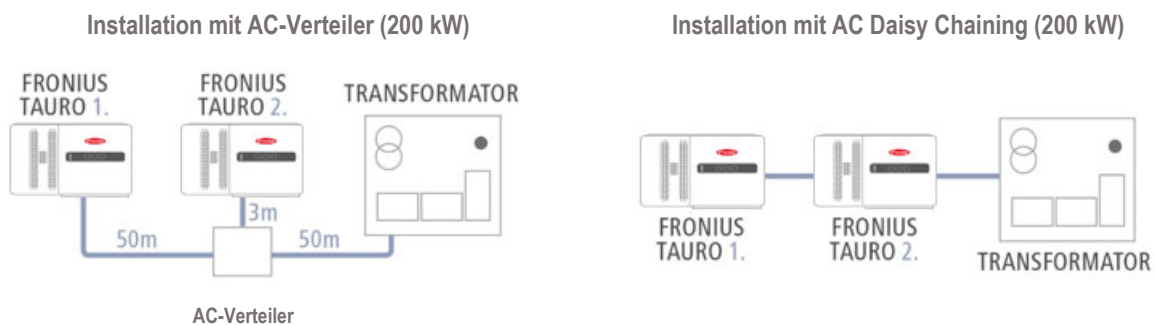


Abbildung 1: Vergleich von Systemdesign 1 mit AC-Verteiler und Systemdesign 2 mit AC Daisy Chaining Option

Der PV-Block im linken Teil der Grafik weist zwei Kabellängen mit je einem 100kW Wechselrichter auf. Aufgrund der Distanz und des Kabelquerschnittes müssen am Weg zum Trafo mehrere AC-Verteiler eingesetzt werden, um die AC-Kabel an einem Punkt zusammenzufassen.

Bei der AC Daisy Chaining Option – dargestellt im rechten Teil der Grafik - hingegen besteht die Möglichkeit zwei 100kW-Wechselrichter, vier 50kW-Wechselrichter, oder eine Mischform AC-seitig miteinander zu verschalten und gesammelt, eine AC-Leitung zum Trafo bzw. Hauptanschluss zu legen. So werden in diesem Beispiel nicht nur der AC-Verteiler gespart, sondern auch ein Drittel der AC-Kabel. Dies ergibt am Ende des Tages große Einsparungen bei den BOS-Kosten.

### 3 RICHTIGE ANWENDUNG VON AC DAISY CHAINING

Bei Verwendung dieser neuen Option ist die Auswahl des richtigen Kabelquerschnitts sowie der richtigen Sicherungen von entscheidender Bedeutung. Um die richtigen Kabel auszuwählen, ist es hilfreich, sich einen imaginären Wechselrichter mit der Gesamtleistung vorzustellen. Wenn Sie beispielsweise AC Daisy Chaining mit zwei Tauro Eco 50-3-D verwenden, stellen Sie sich einen Wechselrichter mit 100 kW Leistung vor und wählen Sie die entsprechende Sicherung für diesen aus.

Die wichtigste Frage in Bezug auf Sicherheits- und Installationsstandards ist, welches Kabel zu welcher Sicherung passt. Darüber hinaus ist es klug, auch Kabelverluste zu berücksichtigen. Nur weil theoretisch ein kleinerer Querschnitt verwendet werden kann, ist es nicht immer die beste Lösung, das Kabel mit dem kleineren Querschnitt und daher meist auch das preisgünstigere Kabel zu wählen.

**Kabelverluste können erheblich sein und sollten immer berücksichtigt werden.**

Die folgenden Beispiele werden mit dem deutschen Verkabelungsstandard berechnet. Bitte beachten Sie immer Ihre lokalen Richtlinien und Anforderungen.

#### 3.1 AC Daisy Chaining mit Tauro

Da es sich bei AC Daisy Chaining um eine neue Designoption handelt, die nur mit Fronius Tauro erhältlich ist, wird diese Produktfamilie immer miteinbezogen. AC Daisy Chaining kann viele Vorteile bringen. Bei Verwendung dieser Option ist es wichtig, dass die richtigen Kabel und Sicherungen ausgewählt werden. Es ist wichtig, dass die Sicherungen alle nachfolgenden Kabel und Geräte schützen.

#### 3.2 Sicherungs-Baugrößen

Es gibt Sicherungen (Trenner, ..) mit unterschiedlichen Größen bzw. Nennwerten. In diesem Artikel werden nur „NH-Sicherungen“ betrachtet, da diese allgemein verfügbar, einfach zu installieren und preisgünstig sind. Die folgende Tabelle zeigt verschiedene NH-Sicherungen und Größen.

		SIZE OF NH FUSES			
		00	1	2	3
RATING [A]	6				
	10				
	16				
	20				
	25		25		
	32		32		
	40		40		
	50				
	63		63	63	
	80		80	80	
	100		100	100	
	125		125	125	
	160		160	160	
			200	200	
			224	224	
			250	250	
				315	315
				355	355
				400	400
				500	
				630	

Tabelle 1: NH fuse sizes

### 3.3 Strombelastbarkeit von Kabeln unter der Erde

Aus der Strombelastbarkeit von Kabeln kann berechnet werden, welcher Querschnitt und welche Sicherung für das jeweilige System erforderlich ist. Für die Strombelastbarkeit macht es einen Unterschied, ob ein Kabel unter der Erde vergraben oder freigelegt ist. Die folgenden Beispiele befassen sich mit Systemen, in denen die Kabel vergraben sind.

Die folgenden Beispiele werden mit dem deutschen Verkabelungsstandard berechnet. Bitte beachten Sie immer Ihre lokalen Richtlinien und Anforderungen.

Querschnitt [in mm]	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
	Strombelastbarkeit [in A]														
<b>NY Y</b>	27	36	47	59	79	102	133	159	188	232	290	318	359	406	473
<b>NY CWY</b>	27	39	49	59	79	102	133	160	190	234	280	319	357	402	463
<b>NA YY</b>	-	-	-	-	-	-	102	123	144	179	215	245	275	313	364
<b>NA YCWY</b>	-	-	-	-	-	-	103	123	145	180	216	246	276	313	362

Tabelle 2: Strombelastbarkeit von Kabeln unter der Erde in Anlehnung an DIN VDE 0 298-4

#### 3.3.1 200kW Daisy Chain

Da Fronius Tauro Geräte in 50, 99 und 100 kW erhältlich sind, gibt es drei Möglichkeiten, mit Tauro-Geräten ein 200-kW-System zu bilden.

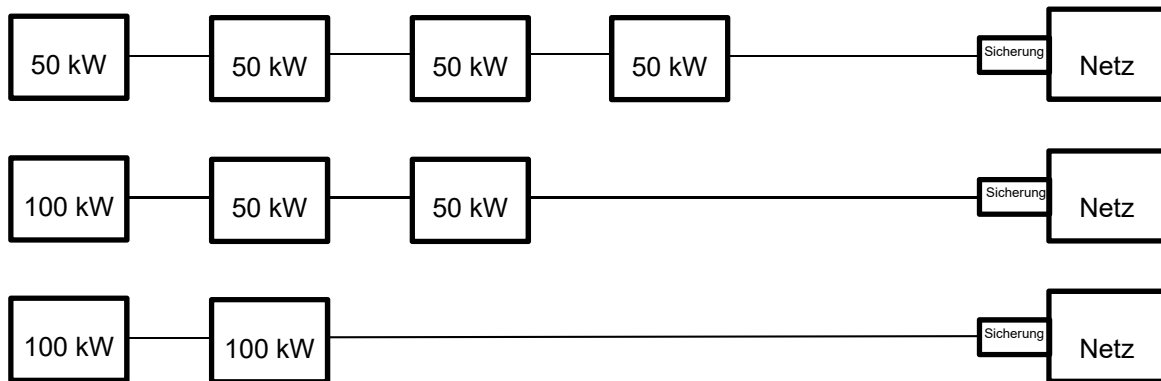


Abbildung 2: Mögliche Kombination in einem 200kW Tauro System

Es spielt keine Rolle, welcher Tauro-Typ (ECO 100, ECO 50, 50) verwendet wird und an welcher Position dieser tatsächlich platziert wird. Der gesamte Wechselstrom des Systems ist relevant, um die richtige Sicherung und damit die richtigen Kabel auszuwählen. Bei der Auswahl des Kabels achten wir auf den kleinstmöglichen Querschnitt für AL-Kabel (NAYY), die den Strom verarbeiten können.

**AC-Nennstrom gesamt:** ~290 A pro Phase (200.000 W / 3 Phasen / 230 V)

**Nächst größte Sicherung:** 315 A

**Querschnitt von AL-Kabel min.:** 240 mm<sup>2</sup>

**Dies bedeutet: Jede Kabelkombination mit Kabelquerschnitten ab 240 mm<sup>2</sup> ist zulässig!**

### 3.3.2 150kW Daisy Chain

Da Fronius Tauro Geräte in 50, 99 und 100 kW erhältlich sind, gibt es zwei Möglichkeiten, mit Tauro-Geräten ein 150-kW-System zu bilden.

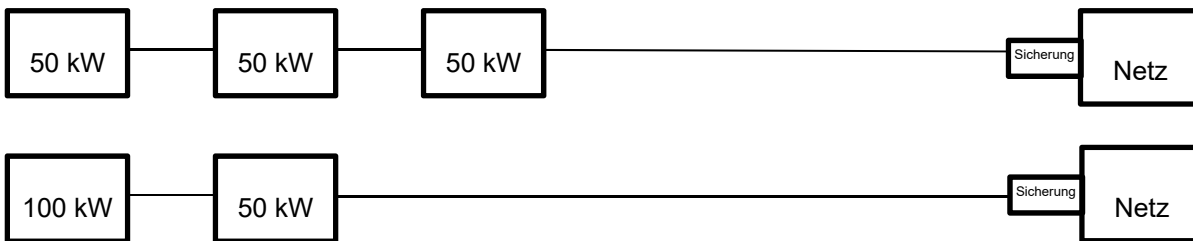


Abbildung 3: Mögliche Kombination in einem 150kW Tauro System

Es spielt keine Rolle, welcher Tauro-Typ (ECO 100, ECO 50, 50) verwendet wird und an welcher Position dieser tatsächlich platziert wird. Der gesamte Wechselstrom des Systems ist relevant, um die richtige Sicherung und damit die richtigen Kabel auszuwählen. Bei der Auswahl des Kabels achten wir auf den kleinstmöglichen Querschnitt für AL-Kabel (NAYY), die den Strom verarbeiten können.

**AC-Nennstrom gesamt:** ~217 A pro Phase (150.000 W / 3 Phasen / 230V)

**Nächst größte Sicherung:** 224 A

**Querschnitt von AL-Kabel min.:** 120 mm<sup>2</sup>

**Dies bedeutet: Jede Kabelkombination mit Kabelquerschnitten ab 120 mm<sup>2</sup> ist zulässig!**

### 3.3.3 100kW Daisy Chain

Da Fronius Tauro Geräte in 50, 99 und 100 kW erhältlich sind, gibt es lediglich eine Möglichkeiten, mit Tauro-Geräten ein 100-kW-System zu bilden.

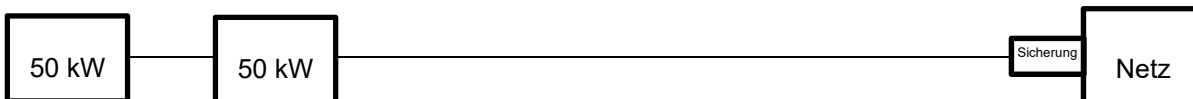


Abbildung 4: Mögliche Kombination in einem 100kW Tauro System

Es spielt keine Rolle, welcher Tauro-Typ (ECO 100, ECO 50, 50) verwendet wird und an welcher Position dieser tatsächlich platziert wird. Der gesamte Wechselstrom des Systems ist relevant, um die richtige Sicherung und damit die richtigen Kabel auszuwählen. Bei der Auswahl des Kabels achten wir auf den kleinstmöglichen Querschnitt für AL-Kabel (NAYY), die den Strom verarbeiten können.

**AC-Nennstrom gesamt:** ~145 A pro Phase (100.000 W / 3 Phasen / 230V)

**Nächst größte Sicherung:** 160 A

**Querschnitt von AL-Kabel min.:** 70 mm<sup>2</sup>

**Dies bedeutet: Jede Kabelkombination mit Kabelquerschnitten ab 70 mm<sup>2</sup> ist zulässig!**

**ACHTUNG:** Temperatur-Deratings und andere Faktoren sind nicht berücksichtigt. Achten Sie beim Vergraben oder Verwenden von Kabelrinnen immer auf eine ordnungsgemäße Kabelhandhabung. Bitte beachten Sie auch die örtlichen Vorschriften zur Verkabelung und Sicherung.



### 3.4 Strombelastbarkeit von Kabeln über der Erde

Wie bereits erwähnt, spielt es für die Strombelastbarkeit eine tragende Rolle, ob ein Kabel unter der Erde vergraben oder freigelegt ist. Die folgenden Beispiele beziehen sich auf Systeme, bei denen die Kabel oberirdisch installiert sind.

Die folgenden Beispiele werden mit dem deutschen Verkabelungsstandard berechnet. Bitte beachten Sie immer Ihre lokalen Regeln und Anforderungen.

Querschnitt [in mm]	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
	Strombelastbarkeit [in A]														
<b>NY Y</b>	19,5	25	34	43	59	79	106	129	157	199	246	285	326	374	445
<b>NY CWY</b>	19,5	26	34	44	60	80	108	132	160	202	249	289	329	377	443
<b>NA YY</b>	-	-	-	-	-	-	82	100	119	152	186	216	246	285	338
<b>NA CWY</b>	-	-	-	-	-	-	83	101	212	155	189	220	249	287	339

Tabelle 3: Strombelastbarkeit von freigelegten Kabeln in Anlehnung an DIN VDE 0 298-4

#### 3.4.1 200kW Daisy Chain

Es spielt keine Rolle, welcher Tauro-Typ (ECO 100, ECO 50, 50) verwendet wird und an welcher Position dieser tatsächlich platziert wird. Der gesamte Wechselstrom des Systems ist relevant, um die richtige Sicherung und damit die richtigen Kabel auszuwählen. Bei der Auswahl des Kabels achten wir auf den kleinstmöglichen Querschnitt für AL-Kabel (NAYY), die den Strom verarbeiten können.

**AC-Nennstrom gesamt:** ~290 A pro Phase (200.000 W / 3 Phasen / 230V)

**Nächst größte Sicherung:** 315 A

**Querschnitt von AL-Kabel min.:** 240 mm<sup>2</sup>

**Dies bedeutet: Jede Kabelkombination mit Kabelquerschnitten ab 240 mm<sup>2</sup> ist zulässig!**

#### 3.4.2 150kW Daisy Chain

Es spielt keine Rolle, welcher Tauro-Typ (ECO 100, ECO 50, 50) verwendet wird und an welcher Position dieser tatsächlich platziert wird. Der gesamte Wechselstrom des Systems ist relevant, um die richtige Sicherung und damit die richtigen Kabel auszuwählen. Bei der Auswahl des Kabels achten wir auf den kleinstmöglichen Querschnitt für AL-Kabel (NAYY), die den Strom verarbeiten können.

**AC-Nennstrom gesamt:** ~217 A pro Phase (150.000 W / 3 Phasen / 230V)

**Nächst größte Sicherung:** 224 A

**Querschnitt von AL-Kabel min.:** 150 mm<sup>2</sup>

**Dies bedeutet: Jede Kabelkombination mit Kabelquerschnitten ab 150 mm<sup>2</sup> ist zulässig!**

### 3.4.3 100kW Daisy Chain

Es spielt keine Rolle, welcher Tauro-Typ (ECO 100, ECO 50, 50) verwendet wird und an welcher Position dieser tatsächlich platziert wird. Der gesamte Wechselstrom des Systems ist relevant, um die richtige Sicherung und damit die richtigen Kabel auszuwählen. Bei der Auswahl des Kabels achten wir auf den kleinstmöglichen Querschnitt für AL-Kabel (NAYY), die den Strom verarbeiten können.

**AC-Nennstrom gesamt:** ~145 A pro Phase (100.000 W / 3 Phasen / 230V)

**Nächst größte Sicherung:** 160 A

**Querschnitt von AL-Kabel min.:** 70 mm<sup>2</sup>

**Dies bedeutet: Jede Kabelkombination mit Kabelquerschnitten ab 70 mm<sup>2</sup> ist zulässig!**

**ACHTUNG:** Temperatur-Deratings und andere Faktoren sind nicht berücksichtigt. Achten Sie beim Vergraben oder Verwenden von Kabelrinnen immer auf eine ordnungsgemäße Kabelhandhabung. Bitte beachten Sie auch die örtlichen Vorschriften zur Verkabelung und Sicherung.

## 4 AC DAISY CHAINING MIT SNAPINVERTER

Es ist auch möglich, die Tauro Option AC Daisy Chaining in Kombination mit der Fronius SnapINverter-Serie zu verwenden. Da nur der Fronius Tauro mit integrierter AC Daisy Chaining Option bestellt werden kann, muss der Fronius SnapINverter immer am Anfang der Kette platziert werden.

### 4.1 Sicherungen und Installation

Wenn Sie einen Fronius SnapINverter und einen Fronius Tauro mit AC Daisy Chaining Option kombinieren, ist eine Sicherung zum Schutz des SnapINverters und des daran angeschlossenen Kabels unbedingt erforderlich. Bitte beachten Sie, dass auch der größte SnapINverter mit **max. 80 A** gesichert werden muss.

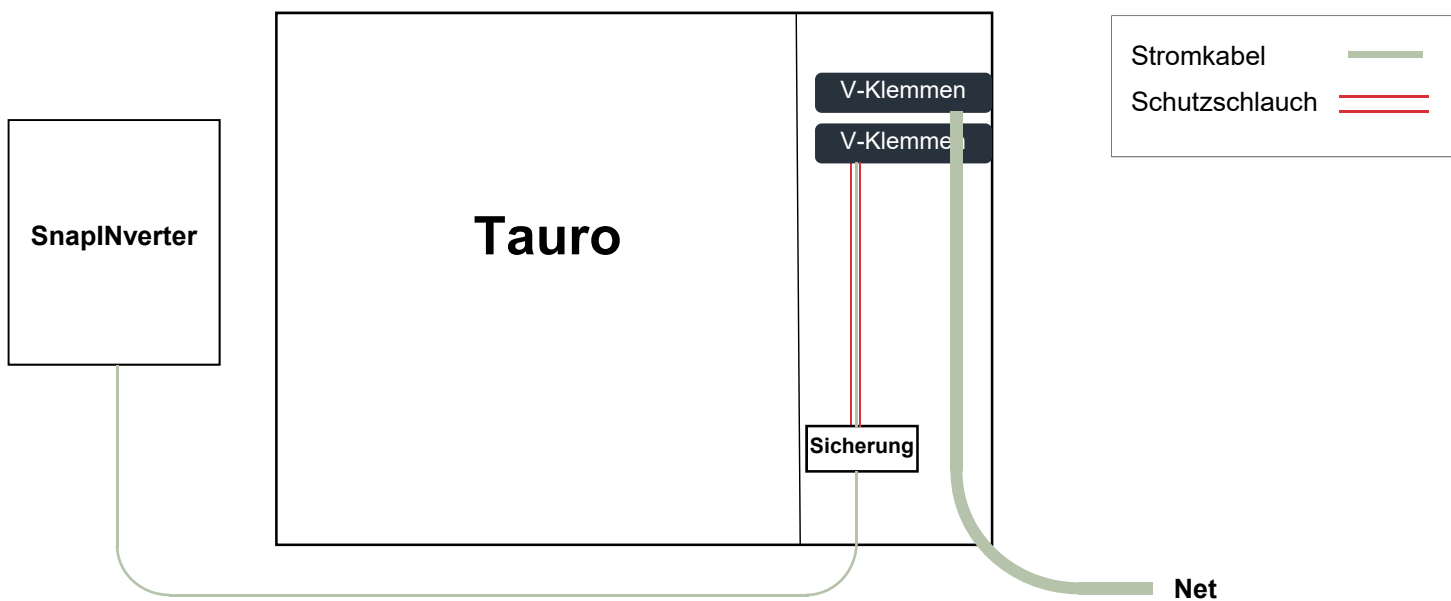


Abbildung 5: Kabelinstallation von SnapINverter Symo 20 und Tauro ECO-100-D

Es ist wichtig, die ordnungsgemäße Sicherung der Kabel auch im Wechselrichter zu berücksichtigen. **Bitte beachten Sie, dass das Innere des Tauro heiß (bis zu 70° C) und kalt werden kann** (siehe Temperaturbetriebsbereich) **und dass die richtige Sicherung ausgewählt werden muss, welche auch hohen Temperaturen problemlos standhält.** Das Kabel für den SnapINverter muss im Tauro geschützt werden, um „kurzschlussfest“ zu sein. Dies bedeutet, dass eine Art Schutzschlauch verwendet werden sollte. Dieser Schutzschlauch schützt auch das Kabel selbst vor hohen Temperaturen. Dieses Kabel kann dann das Kabel mit kleinem Querschnitt sein, welches zum SnapINverter führt. Wenn kein Schutz verwendet wird, muss das Kabel dieselbe Größe und dieselben Spezifikationen wie das Netzkabel haben.

Für die Installation der Sicherung im AC-Anschlussbereich des Tauro muss die C-Schiene, die mit dem Wechselrichter verschraubt ist, durch eine Hutschiene ersetzt werden. Dann kann ein Standard-Sicherungshalter oder ein Leistungsschutzschalter darauf installiert werden. Eine "Kommunikations-Daisy-Chain" zwischen Tauro und SnapINverter kann nicht realisiert werden. Jeder Wechselrichter muss einzeln über ein LAN-Kabel mit dem Netzwerk verbunden werden. Das Netzkabel muss wie gewohnt auf die maximale Leistung des gesamten Wechselrichtersystems ausgelegt sein.

## 4.2 Beispiel

### 4.2.1 20 kW Symo mit Tauro ECO 100-3-D

Der gesamte AC-Nennstrom des Systems ist wichtig, um die richtige Sicherung und damit die richtigen Kabel auszuwählen. Bei der Auswahl des Kabels achten wir auf den kleinstmöglichen Querschnitt für AL-Kabel (NAYY), die den Strom verarbeiten können.

**AC-Nennstrom gesamt:** ~174 A pro phase (120.000 W / 3 Phasen / 230V)

#### **TAURO+SYMO**

**Nächst größte Sicherung:** 200 A

**Querschnitt von AL-Kabel min.:** 95 mm<sup>2</sup>

**Dies bedeutet: Jede Kabelkombination mit Kabelquerschnitten ab 95 mm<sup>2</sup> ist zulässig!**

#### **SYMO**

**Min. Sicherungs-Baugröße:** 30 A

**Querschnitt von CU-Kabel min.:** 4 mm<sup>2</sup>

**Aus Gründen der Verlustreduzierung und der möglichen hohen Temperatur im Tauro wird empfohlen, einen höheren Querschnitt und eine höhere Sicherungsleistung zu wählen (für Symo 20 sind 80 A Sicherungen zulässig).**

**Achtung:** Für den Anschluss eines kleinen Kabelquerschnittes an den Tauro ist eine Kabelschuh erforderlich, da die V-Klemmen nur einen Mindestquerschnitt von 35 mm<sup>2</sup> zulassen.