

Gefahrenpotential bei mehreren Verbindungen

Autoren: SW-Nico / hoschiking
Stand: 01.12.2024

Was ist die Gefahr?

Es besteht die Gefahr, dass Geräte oder Kabel zerstört werden, weil hohe Ströme über Verbindungen wie zum Beispiel VE.Direct oder BMS-CAN fließen. Im schlimmsten Fall kann es auch zu einem Brand führen.

Das Hinterhältige daran ist, dass die installierten Anlagen oft jahrelang ohne Probleme arbeiten und es dann plötzlich zu einem Fehlerfall kommt.

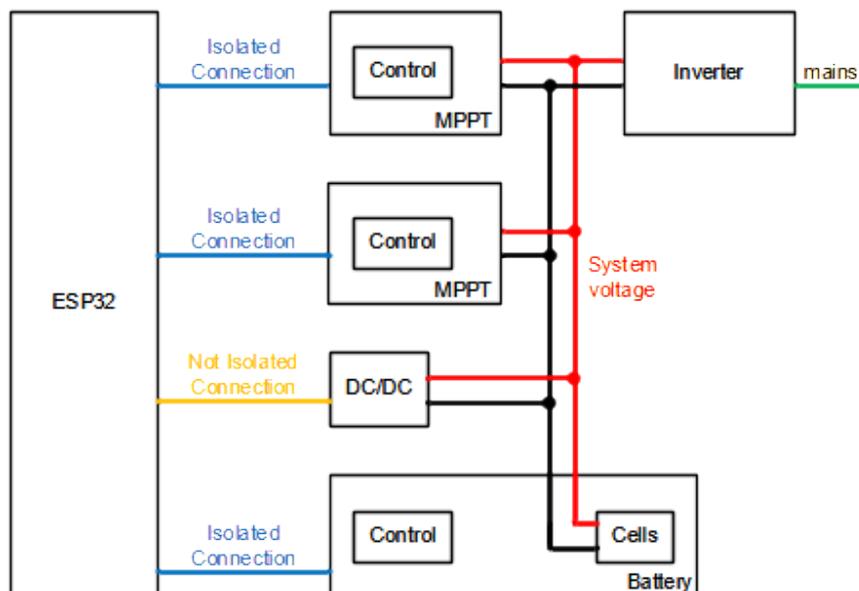
Was muss ich machen damit das nicht passiert?

Es gibt eine einfache Regel, die man immer anwenden sollte.

Von allen Verbindungen, die von der ESP32-PCB an Geräte gehen, die zusätzlich mit der Systemspannung verbunden sind, darf nur eine einzige Verbindung nicht galvanisch getrennt sein.

Beispiel:

Vier Verbindungen gehen von der ESP32-PCB an Geräte, die alle auch eine Verbindung zur Systemspannung haben. Nur die Verbindung über den DC/DC-Wandler ist **nicht** galvanisch getrennt.



Der Aufbau ist sicher. Die Regel wird eingehalten.

Systemspannung (System voltage):

Die Systemspannung (24VDC, 48VDC) ist die starke Hauptleitung (plus und minus) an der die Batterie, die Inverter, die Laderegler usw. angeschlossen sind.

Verbindungen:

Verbindungen sind alle zusammengehörenden Leitungen zwischen den Geräten. Dazu gehören zum Beispiel:

- VE.Direct zu den Laderegler / SmartShunt
- CAN/RS232/RS485 zu den Batterien / BMS
- DC/DC-Wandler, die an einer Seite an die Systemspannung angeschlossen sind

Galvanisch getrennte Verbindung:

Das sind Verbindungen, die über eine spezielle konstruktive Maßnahme eine elektrische Isolierung gegenüber der Systemspannung bewerkstelligen. Das sind zum Beispiel:

- Steuerverbindungen (CAN/RS232/RS85) über einen ADUM12xx
- USB-Steckernetzteile
- Galvanisch getrennte DC/DC-Wandler
- Relais
- Geräte mit interner galvanischer Isolierung zwischen Systemspannung und Steuerung

An welcher Stelle die galvanische Trennung realisiert wurde ist egal. Das kann im Kabel oder an der ESP32-PCBA gemacht werden. Vielleicht enthalten die angeschlossenen Geräte auch bereits eine galvanische Isolierung. Bei der Vielzahl an unterschiedlichen Geräten, kann ich keine Auskunft geben, welche Geräte bereits eine galvanische Trennung der Kommunikationsanschlüsse haben und welche nicht.

Wie schaut es bei Victron Geräten aus?

Bei den Victron Laderegler und Smartshunts mit VE.Direct ist augenscheinlich keine galvanische Trennung vorhanden. Im Datenblatt dieser Geräte findet man keinen Hinweis darauf. Aber bei Steuergeräten wie dem Cerbo GX, an dem mehrere Laderegler über VE.Direct angeschlossen werden können, ist im Datenblatt ausdrücklich die galvanische Trennung der VE.Direct Schnittstellen aufgeführt.

	Cerbo GX [®] (PN BPP900450100)	Cerbo GX [®] BPP900450110 + BPP900451100	Cerbo-S GX [®]
Versorgungsspannung	8-70 VDC		
Leistungsaufnahme ohne GX Touch	2,8 W bei 12 V		
Leistungsaufnahme mit GX Touch	Hintergrundbeleuchtung aus: 3,8 W @ 12 V Hintergrundbeleuchtung auf Maximum: 4,8 W bei 12 V		
Montage	Wand oder DIN-Schiene (35 mm) ⁽²⁾		
Schnittstellen			
VE.Direct-Anschlüsse (immer isoliert)	3 (max. mögliche VE Direct-Geräte: 15) ⁽³⁾		
VE.Bus (immer isoliert)	2 parallel geschaltete RJ45-Buchsen		
VE.Can	Ja - nicht isoliert	Ja VE.Can 1 isoliert VE.Can 2 nicht isoliert	Ja - nicht isoliert
BMS-Can-Anschluss	Ja - reiner BMS-Can	Ja - siehe VE.Can	Nein

Technischer Hintergrund (Für Nichttechniker)

Ich versuche mal die Problematik mit einfachen Mitteln zu erklären und lasse ganz bewusst einige elektrotechnische Seiteneffekte links liegen. All diejenigen die sich mit Elektrotechnik besser auskennen mögen mir verzeihen, wenn ich den Sachverhalt etwas oberflächlich anschneide.

Was ist das Problem bei „parallelen Verbindungen“?

Bei parallelen-Verbindungen besteht tendenziell die Gefahr, dass Ströme über eigentlich nicht vorgesehene Kabel oder Adern fließen. In Kombination mit Batterien erhöht sich Gefahr nochmals, weil jetzt auch noch sehr hohe Ströme mit ins Spiel kommen.

Wie kommt es dazu?

Der Fehler-Fall tritt erst dann auf, wenn zwei Dinge zusammentreffen.

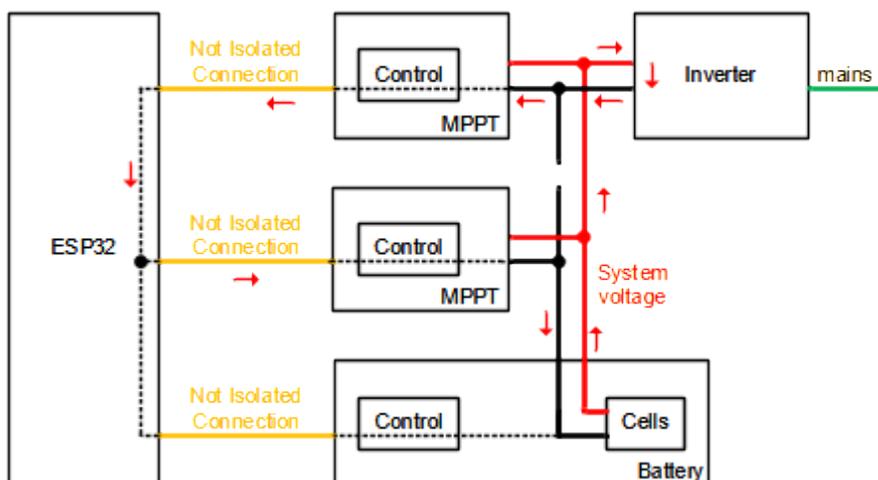
1. Es existieren galvanisch **nicht** isolierte parallele Verbindungen.
2. Die System Masse wird zwischen den parallelen Verbindungen unterbrochen.

Wie erkenne ich gefährliche parallele Verbindungen?

Immer dann, wenn ein Gerät mehrere Verbindungen an unterschiedliche Stellen an der Systemspannung hat. Im Besonderen ist die ESP32-PCB betroffen, weil hier Verbindungen zu unterschiedlichen Geräten zusammenlaufen.

Beispiel:

Der Rückstrom vom Inverter kann nicht mehr über die unterbrochene System Masse fließen und nimmt die parallele Verbindung über VE.Direct.



Wodurch wird die Systemspannung unterbrochen?

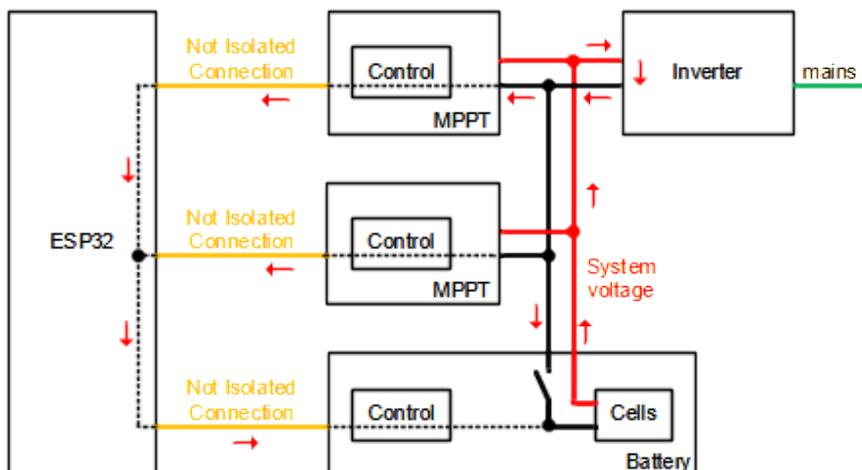
Nun, das kann verschiedene Gründe haben. Einige sind offensichtlich, aber andere versteckt und nicht auf den ersten Blick zu erkennen.

Dazu gehören zum Beispiel:

- Wartungs- oder Umbaumaßnahmen
- Sicherungen in der System Masse
- Trennschalter in der System Masse
- Abschaltvorrichtungen oder Sicherungen in Geräten

Beispiel:

In dem folgenden Beispiel befindet sich eine Abschaltvorrichtung in der Masse des BMS. Damit kann das BMS aus diversen Gründen (z.B. Unterspannung) die Zellen von der Hauptmasse trennen.



Anmerkung: Wenn das BMS die Trennung über die positive Systemspannung macht oder wenn die Steuerverbindung intern galvanisch von der Systemspannung getrennt ist, dann würde nichts passieren.

Hilft eine symmetrische Übertragung wie RS485 oder CAN?

Generell Ja, aber bei 24V oder 48V Systemen Nein.

Diese Schnittstellen benötigen keine direkte Masseverbindung, weil sie mit Differenzspannung arbeiten. Diese Differenzspannung (zwischen 2 Adern) ist nicht das gleiche wie die Spannung der Ader zu Masse!

Man spricht hier von Gleichtaktspannung oder „common mode voltage“ und das ist vereinfacht ausgedrückt die Spannung zwischen den Massen der Geräte.

Laut Spezifikationen verträgt RS485 / CAN mindestens eine Gleichtaktspannung von -9 bis +16V. Und das reicht im Fehlerfall für 24V/48V Systeme nicht aus.

Man kann bei **nicht** galvanisch getrennten RS485 / CAN feststellen, dass bei ungünstigen Bedingungen, am Empfänger IC die volle Batteriespannung anliegt.

Was ist, wenn ich in die Masse Leitung der Verbindung eine Sicherung einbaue?

Das ist keine gute Lösung. Die Sicherung unterbricht zwar den hohen Strom aber dann kann an den Datenleitungen die volle Batteriespannung anliegen.

Sind die RS485/CAN Schnittstellen vom BMS bereits intern galvanisch getrennt?

Diese Frage kann ich nicht pauschal beantworten.

Ich vermute, dass alle Batterien, die man auch in Serie schalten kann und die einen gemeinsamen Datenbus haben, bereits intern galvanisch getrennt sind.

