

Anne Spehr, TS2A, April 2026

1. Einleitung und Projektzielsetzung

Dieser Erfahrungsbericht dokumentiert die Ergebnisse eines zweitägigen Praxisprojekts im Fach EVN. Das Kernziel der Projektgruppe bestand darin, einen fundierten Theorie-Praxis-Transfer zu vollziehen, indem die im Unterricht behandelten physikalischen und elektrotechnischen Grundlagen an einer realen PV-Anlage erprobt wurden. Im Fokus standen dabei die mechanische Installation, die Optimierung der Panel-Ausrichtung sowie die Analyse der Systemstabilität unter verschiedenen Lastbedingungen und die Funktionsweise des Wechselrichters.

2. Systemaufbau und mechanische Installation

Der Aufbau der Anlage erfolgte auf dem Schulbalkon unter Verwendung von zwei separaten Gestellsystemen. Die mechanische Installation gestaltete sich aufgrund einer unvollständigen Anleitung komplexer als erwartet. (Befürchtung: ohne entsprechendes technisches Hintergrundwissen wäre eine korrekte Montage der Gestelle kaum zu bewältigen gewesen)

Das System setzt sich aus den folgenden Komponenten zusammen:



- Zwei PV-Module (Photovoltaik-Platten)
- Zwei mechanische PV-Gestelle zur Aufstellung
- Eine Technikbox, bestehend aus:
 - Victron-Laderegler
 - Wechselrichter (maximale Ausgangsleistung 350 W)
- Systemverkabelung zur Verbindung der Module mit der Technikbox

3. Messtechnische Untersuchungen unter variierenden Bedingungen

3.1. Analyse der Strahlungsverhältnisse

Die ersten messtechnischen Untersuchungen wurden bei starker Bewölkung durchgeführt. Als Testlast diente ein 12W Keyboard. Trotz der fehlenden direkten Sonneneinstrahlung konnte eine stabile Stromversorgung des Geräts über den gesamten Versuchszeitraum sichergestellt werden. Dieses Experiment verdeutlichte die Relevanz der **diffusen Strahlung**, die auch bei ungünstiger Witterung ausreichend Energie für Kleingeräte bereitstellen kann.



3.2. Optimierung von Azimut und Neigungswinkel

Um die maximale Leistung aus der geringen Einstrahlung zu generieren, wurde die Ausrichtung der Module manuell optimiert. Durch systematisches Drehen (Azimut) und Anpassen des Neigungswinkels wurde die Position ermittelt, in welcher der Einstrahlungswinkel möglichst senkrecht auf die Modulfläche trifft. Ziel war die Optimierung des Kosinus des Einfallswinkels, was unmittelbar zu einer messbaren Steigerung der Leistungsabgabe führte.

3.3. Verhalten bei Teilverschattung

Zur Untersuchung der Systemreaktion auf Verschattung wurden einzelne Bereiche der Module gezielt mit Jacken abgedeckt. Der Vergleich der Messwerte zwischen verschatteten und unverschatteten Modulen ermöglichte es, die Bypass-Dioden-Funktion in der Praxis nachzuvollziehen. Diese sorgt dafür, dass der Stromfluss im Gesamtsystem trotz teilweiser Blockierung einzelner Zellen aufrechterhalten bleibt und Leistungsverluste minimiert werden.

4. Technische Fehleranalyse und Systemstabilität

Während der Testphase mit höheren Lastanforderungen traten Instabilitäten auf, die eine detaillierte technische Analyse der Systemkonfiguration erforderten.

Fehlersymptom / Ursache	Technische Lösung / Resultat
Symptom: Bei einer Last von ca. 90 W brach die Ausgangsleistung des Wechselrichters wiederholt ein, obwohl die PV-Einstrahlung rechnerisch für eine höhere Leistung ausgereicht hätte.	Lösung: Integration einer 12V-Batterie in Parallelschaltung zum Wechselrichter am vorgesehenen Anschluss des Ladereglers.
Ursache: Der Victron-Laderegler konnte ohne Energiespeicher keine stabile Spannungsreferenz herstellen. Dies führte bei höheren Lasten zu Regelungsfehlern und Instabilitäten im DC-Zwischenkreis.	Resultat: Stabile 300 W Dauerlast (Verbraucher: Keyboard, Smartphones und Tablets) sowie gleichzeitige Ladung der 12V-Batterie.

5. Technisches Fazit

Die praktischen Versuche an der pädagogischen PV-Anlage haben die theoretischen Lehrinhalte erfolgreich nähergebracht. Folgende technische Schlussfolgerungen sind für den Betrieb der PV-Anlage wichtig:

1. **Notwendigkeit eines Energiespeichers:** Eine Spannungsreferenz durch eine 12V-Batterie ist für die Systemstabilität zwingend erforderlich, da der Laderegler insbesondere bei höheren Lasten die Ausgangsspannung ohne Puffer nicht stabil regeln kann und Schaden davontragen könnte.
2. **Schutz der Hardware:** Der Verzicht auf einen Akkumulator führt zu ungedämpften Spannungsspitzen, die nicht nur die Betriebssicherheit der angeschlossenen Lasten gefährden, sondern auch zu dauerhaften Schäden am Laderegler führen können.
3. **Effizienz durch Ausrichtung:** Selbst unter den Bedingungen diffuser Strahlung ist eine exakte mechanische Ausrichtung entscheidend, um die Leistungsgrenzen der Anlage (hier bis zu 300 W stabile Abgabe) voll auszuschöpfen.

6. Technische Daten und Vergleich zur PV-Anlage in der Messestadt Riem



Zusätzlich zum Schulinternen Praxis Unterricht besuchten wir das Messegelände in München Riem. Dort hatten wir eine lehrreiche Führung aufs Dach, um eine der ersten PV-Anlagen die Konstruiert und angebracht wurden anzuschauen. Die folgende Tabelle zeigt einen kurzen Vergleich, bezüglich der maximalen Leistungs-, Strom- und Spannungsdaten der ausgeliehenen Solarplatte des Pädagogischen Instituts und einer

der in Riem angebrachten. Beim Betrachten der Tabelle fällt auf das sich zwei Welten gegenüberstehen. Auf der einen Seite das moderne Hochleistungsmodul von Trina Solar, auf der anderen Seite ein klassisches, älteres Simens-Modul, das technisch wesentlich schlechter ist, aber zu seiner Zeit eine wertvolle Errungenschaft darstellte.

**Pädagogisches Institut PV-
Anlage**
TSM-420DE09R.08 Trina Solar

PV-Anlage Messestadt Riem
M 130 L Siemens

Projektierung und Inbetriebnahme	Im Jahr 2022	Ab August 1995 Bis November 1997
Pmax (Maximum Power)	420 W	130 W
Vmp (Max. Power Voltage)	42,0 V	20,40 V
Imp (Max. Power Current)	10,01 A	6,35 A
Wirkungsgrad	Ca 21 %	Ca. 14 %

