

Lukas Bernhard, Sven Strebel, Michael Wild, Jürg Rohrer
ZHAW IUNR, Forschungsgruppe Erneuerbare Energien

Ausgangslage/Ziel

Mit heutiger Simulationssoftware lassen sich Frei- und Dachflächen PV-Anlagen problemlos planen. Ertragsabschätzungen und Optimierungen für alpine Solarinstallationen sind durch Schneereflektionen, den Einsatz bifazialer Module, sowie die Aufständering an Hängen mit grösseren Unsicherheiten behaftet. Um entsprechende Software zu validieren, sind Daten aus realen Installationen in genügender Qualität und Parametervielfalt notwendig. Da solche nicht oder nur in sehr geringem Umfang existieren, ist der Bau von alpinen Versuchsanlagen notwendig. Die hier vorgestellte Miniatur-Versuchsplattform ist hoch flexibel einsetzbar: Sie kann sowohl den Reihenabstand, die Modulneigungen, als auch die Hangneigung dynamisch in einem grossen Spektrum verändern. Gleichzeitig werden diverse äussere Einflüsse wie beispielsweise die Boden-Albedo bestmöglich kontrolliert, und alle relevanten meteorologischen Daten aufgezeichnet. Durch die rasche Veränderung der Anlagenkonfiguration können unterschiedliche Parametervariationen bei virtuell gleichbleibenden Bedingungen gegenübergestellt werden. Parallel dazu können für ein breites Spektrum an Konfigurationen Ertragsmessungen über einen längeren Zeitraum erhoben werden. Die entsprechenden Daten werden in der Folge frei verfügbar einsehbar sein.

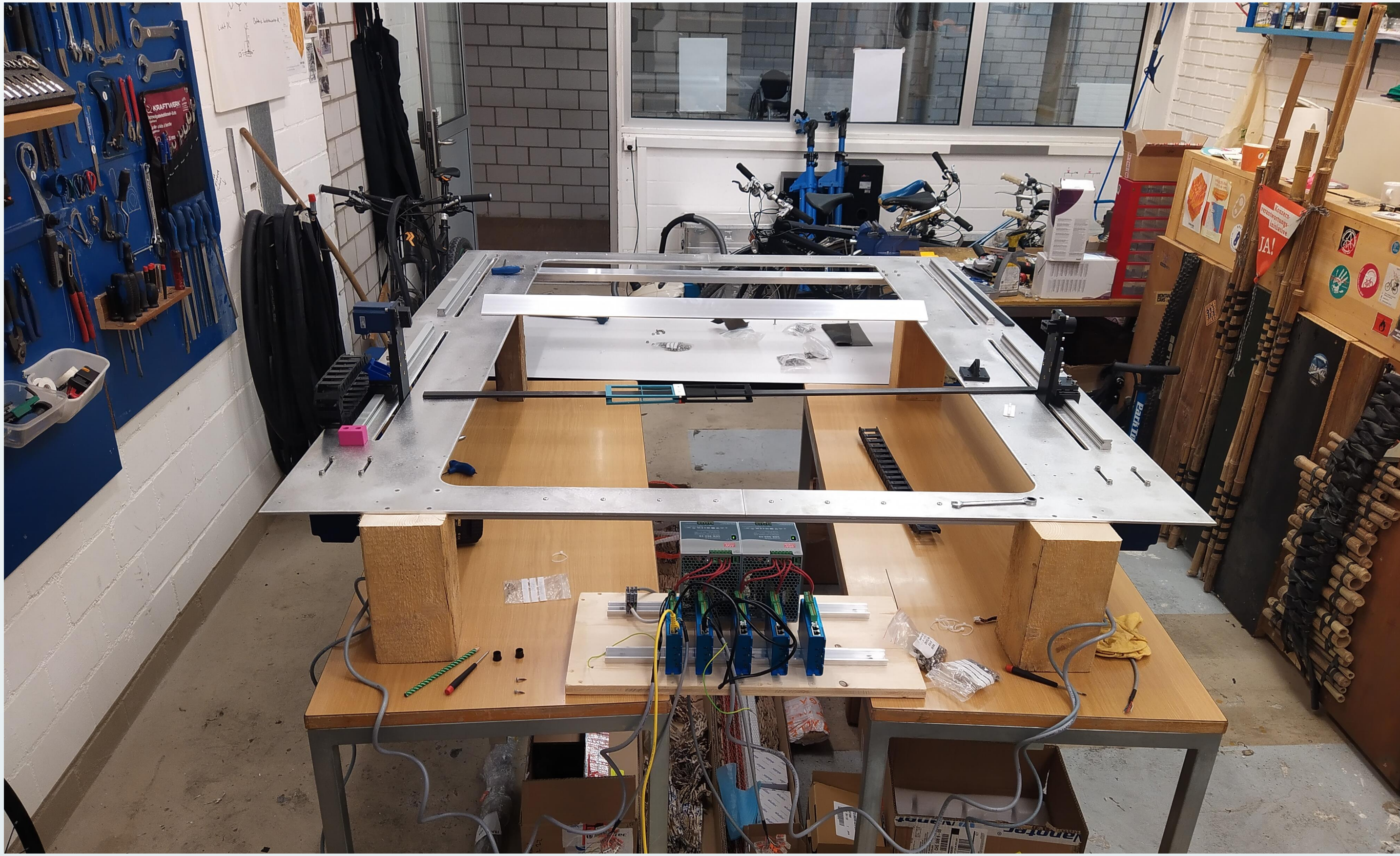


Abbildung 1: Die Anlage im Aufbau in den Werkstätten der ZHAW Wädenswil. Der mittlere Ausschnitt dient der Gewichtsreduktion und wird später mit einer weiss beschichteten Grundplatte bedeckt. Auf der Anlage liegt einer der Karbonträger, der später die Module trägt. Im Vordergrund die Controller für die Schrittmotoren.

Konzept

Die Anlage wird im Massstab 1:12 gebaut. Sie verfügt über drei Reihen mit jeweils sieben bifazialen Modulen. Um für Vorder- und Rückseite separate Messwerte zu erhalten, sind diese als je zwei monofaziale Module ausgeführt (Abbildung 2). Von den 42 verbauten Modulen sind 24 aktiv und können über eine präzise Messelektronik ausgemessen werden. Die restlichen Module sind baugleiche Dummies. Über eine Konfigurationsdatei werden die anzufahrenden Positionen (Reihenabstand, Modulneigung und Hangneigung) definiert. Sobald die Positionen erreicht sind, wird die Messung zur gewünschten Zeit ausgelöst, wobei jedes spezifizierte Modul nacheinander ausgemessen (U_{oc} , I_{sc} und P_{mpp}) wird. Sämtliche Wetterdaten sowie auch Diffus- und Direktstrahlung, Albedo des Schnees und Ertragsdaten eines normalgrossen Vergleichsmoduls werden den Messdaten angehängt. So können später die diversen Einflussfaktoren aufgeschlüsselt und allgemeingültigere Resultate erreicht werden.

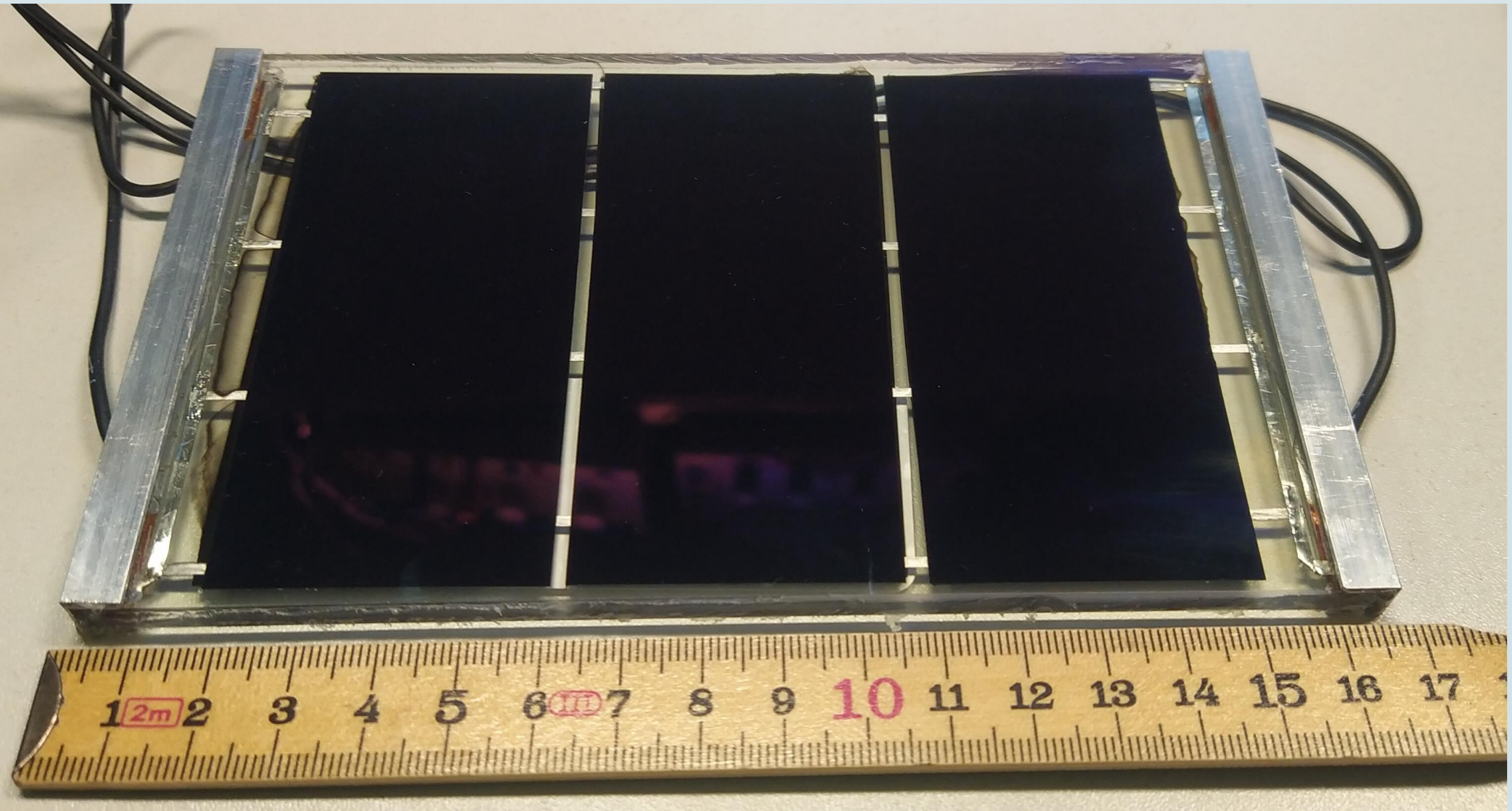


Abbildung 2:
Mini PV Modul

Umsetzung

Der Reihenabstand kann über zwei Trapezspindeln unter der Konstruktion bestimmt werden (Abbildung 1). Während die mittlere Reihe fest installiert ist, werden die nördliche und südliche Reihe mittels Schrittmotoren verschoben, mit einem Fahrweg von ca. 600mm (entsprechend ca. 7.2m in Normalskala). Das Verhältnis Reihenabstand/Modulhöhe kann bei 0° Hangneigung von 1.2 - 7.5-fach eingestellt werden. Die Modulneigung wird direkt über Schrittmotoren am jeweiligen Reihenende eingestellt, mit einem relativen (zur Horizontalen) Winkelbereich von -25° bis 90°. Die Hangneigung (Anstellwinkel der gesamten Konstruktion) ist über zwei Linearaktuatoren in einem Winkelbereich von 0° - 45° einstellbar. Um den Aufbau von Schnee auf der Versuchsanlage zu verhindern, werden Heizmatten angebracht, welche bei Niederschlag aktiviert werden. Um die genaue Positionierung sicherzustellen, sind alle Schrittmotoren mit einem Encoder versehen und werden periodisch referenziert. Alle Aktuatoren werden über eine Zentralsteuerung via Modbus RTU angesteuert.

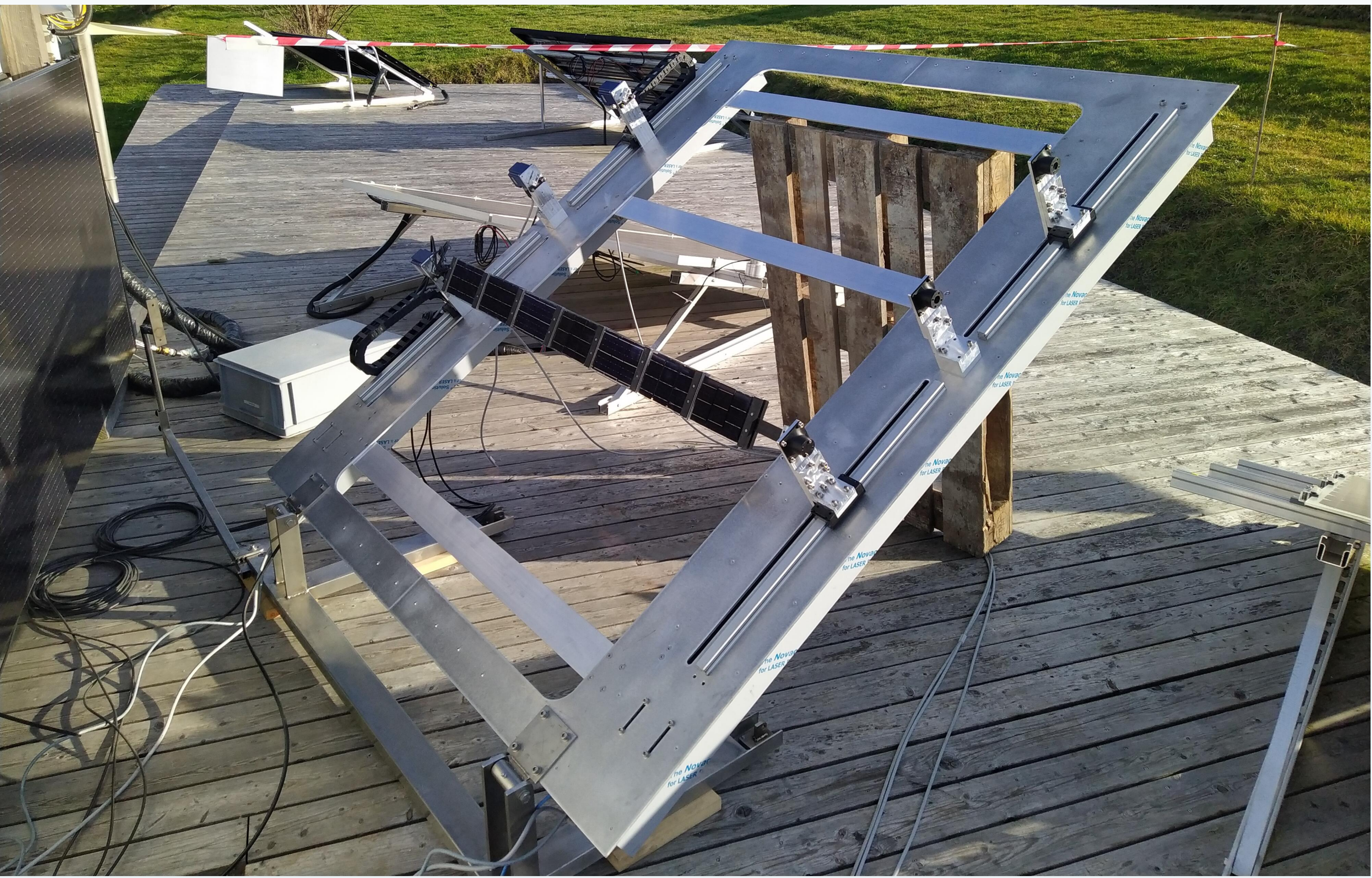


Abbildung 3: Aufbau in Wädenswil im Freien. Zu diesem Zeitpunkt noch ohne Hangneigungsaktuatoren und Reflektionsplatte, und nur einer installierten Modulreihe.

Visualisierung

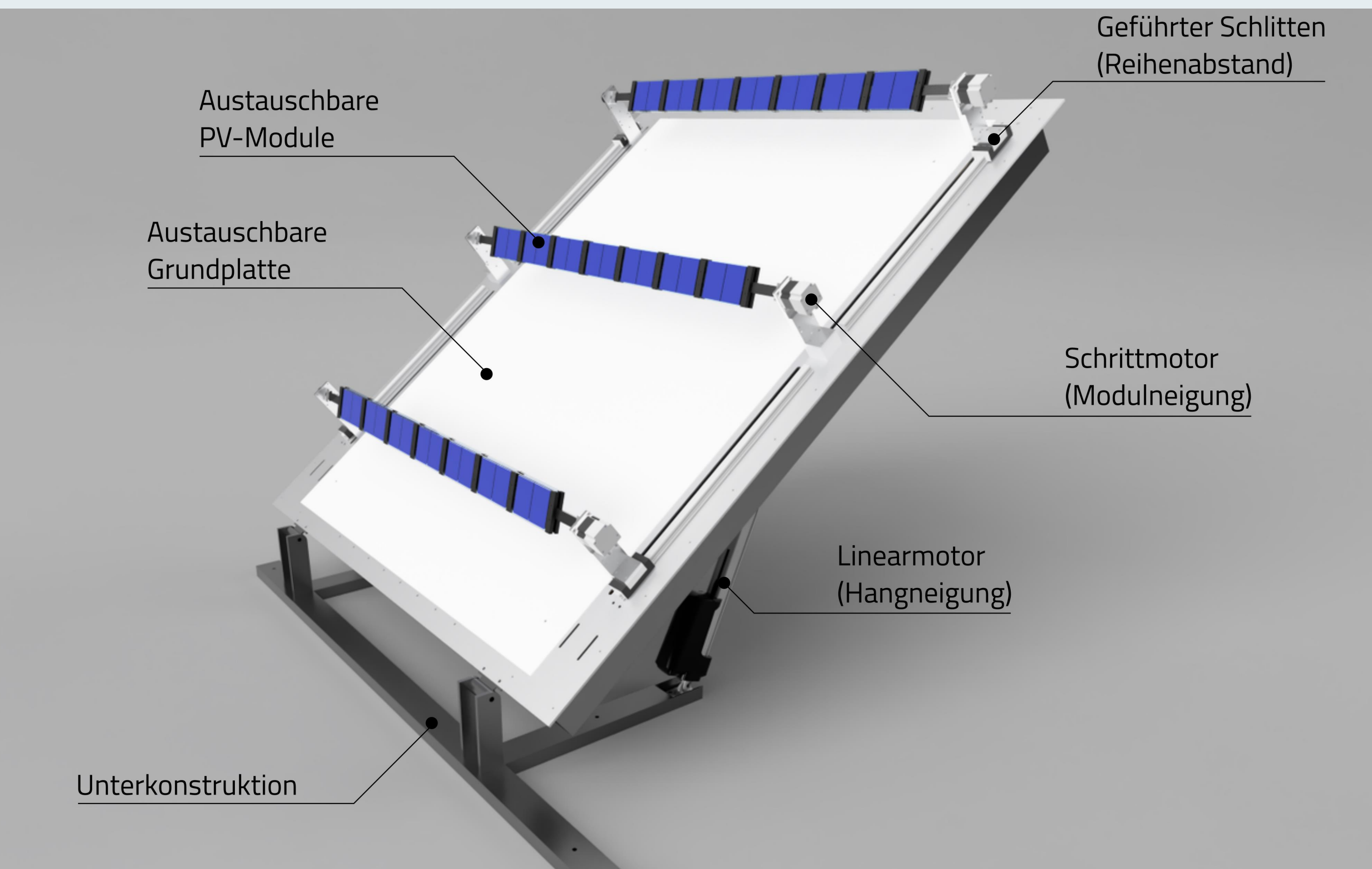


Abbildung 4: 3D-Rendering der Anlage (ohne Verkabelung).

Weitere Schritte

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Posters (März 2023) ist die Anlage in Wädenswil im Freien aufgebaut (Abbildung 3) und wird getestet. Sobald die Testphase erfolgreich abgeschlossen ist, wird die Anlage in Davos auf der Totalp installiert. Dort betreibt die ZHAW in Zusammenarbeit mit EKZ und SLF seit mehreren Jahren eine Testanlage, welche bereits viele Daten produziert hat. Das aktuelle Ziel ist, die Modellanlage noch im März 2023 zu installieren. Die Anlage wurde so konzipiert, dass sie mit geringem Aufwand auch an anderen Standorten aufgebaut werden kann.

Dank

Wir danken der Hauser-Stiftung für die Finanzierung des Projektes.