



Handbuch zur Durchführung von PV-Workshops

Masterprojekt – Mach selber PV! im Master-Studiengang Erneuerbare Energien
an der Technischen Hochschule Köln

vorgelegt von: Nils Keller
 Hendrik Klein
 Lucas Nitsche
 Max Pazda
 Daniel Ravenstein

eingereicht bei: Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Köln, 27.09.2023

Inhalt

Einleitung	1
1 Materialien	2
1.1 Hardware	2
1.2 Präsentation	2
2 Einladung und Anmeldungen	2
2.1 Werbemaßnahmen	2
2.2 Anmeldung	3
3 Durchführung	4
3.1 Steckersolar	4
3.2 PV-Inselanlagen	5
3.3 PV-Flachdachinstallation	6
4 Evaluation	7
5 Zusammenfassung und Empfehlungen	8
Nützliche Links und Quellen	9
Anhang	10

Einleitung

Im Rahmen des Masterprojektes „Mach selber PVI!“ im Studiengang Erneuerbare Energien wurden drei unterschiedliche Workshops zu den Themen Steckersolar, PV-Insulanlagen und PV-Flachdachmontage durchgeführt. Dabei sollte für jedermann aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten es gibt, Photovoltaik zu nutzen, ohne dass dazu professionelle Hilfe in Anspruch genommen werden muss.

Das Handbuch beschreibt den gesamten Prozess von der Beschaffung der Materialien über Einladung und Anmeldung bis zur Durchführung und Evaluation der Workshops.

1 Materialien

1.1 Hardware

Für die Workshops im Sommersemester 2023 wurden zum Teil eigene Materialien angeschafft, die für weitere Workshops genutzt werden können. Für die Steckersolargeräte inkl. Zubehör konnte ein lokaler Händler aus Köln (solar-pac) als Stifter gewonnen werden. Kleinere Anschaffungen waren über das Budget des Professors möglich. Dazu zählen die Energiemessgeräte, 12 V Wechselrichter und Batterieladeregler. 12 V Batterien wurden aus dem Bestand der Hochschule genommen und die 12 V Photovoltaik-Module vom Solarförderverein ausgeliehen. Eine vollständige Materialliste findet sich im jeweiligen Kapitel der einzelnen Workshops.

1.2 Präsentation

Die Präsentationen für den theoretischen Teil sind angelehnt an den Steckersolar-Workshop von Stefanie Könen-Sagui und Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt aus dem Jahr 2022. Diese wurden optisch modernisiert, mit Bildern der eigenen Materialien ergänzt und thematisch erweitert, um die jeweiligen Schwerpunkte abzudecken.

Die Präsentationen für PV-Inselanlagen und PV-Flachdachmontage wurden neu erstellt. Hierbei sind viele eigene Fotoaufnahmen und Beispiele enthalten. Zudem wurden die im praktischen Teil verwendeten Materialien und Komponenten in die Präsentation mit aufgenommen, um die teilnehmenden Personen darauf vorzubereiten.

Da die Gesetze hinsichtlich des Ausbaus der Erneuerbaren Energien zurzeit immer wieder angepasst werden, sollten die entsprechenden Inhalte regelmäßig auf Aktualität überprüft werden. Dabei sind die Internetauftritte von großen Verbänden wie VDI/VDE oder der Verbraucherzentrale empfehlenswert. Das gleiche gilt natürlich für Preisbeispiele, da diese hinsichtlich der dynamischen Marktentwicklung jederzeit Veränderungen unterworfen sind.

Weitere Anlaufstellen für aktuelle Informationen sind Vereine und Initiativen, die sich um den Ausbau der Photovoltaik kümmern. Dazu zählen neben dem Solarenergie Förderverein Deutschland lokale Selbstbau-Initiativen wie beispielsweise SoLocal Energy aus Kassel oder die PV-Selbstbau-Gruppe aus Aachen. Eine Gruppe solcher Initiativen hat ein Handbuch für den Solar-Selbstbau in Deutschland geschrieben. Einige Weblinks zu den hier genannten Quellen finden sich im Anhang.

2 Einladung und Anmeldungen

2.1 Werbemaßnahmen

Um die Termine der Workshops publik zu machen, wurde ein Flyer (Powerpoint-Folie) erstellt, der den Zweck der Workshops sowie Ort und Termine enthält. Dieser Flyer

wurde im PDF- und JPG-Format an unterschiedliche Gruppen und Vereine verteilt. Dazu zählten:

- Energiegewinner e.G.
- BürgerEnergie Rhein-Sieg e.G.
- VDE Ortsgruppe
- Solarförderverein
- Stadt Köln
- Kleingartenvereine (via Mail & Facebook)
- TH Köln (Whatsapp-Gruppen EE, Mailverteiler, Tag der offenen Tür)
- Smart City Cologne
- Runder Tisch Erneuerbare Energien
- Solaroffensive Köln
- Social Media

Das Thema Social Media wurde über ein TikTok Video auf dem Kanal energiewende.erklärt von Eva Grommes und WhatsApp-Gruppen der EE-Studierenden bespielt. Trotz fünfstelliger Aufrufe hat das TikTok Video keinen Beitrag zu den Teilnehmerzahlen geleistet. Über die EE-Gruppen konnten ein paar Anmeldungen erreicht werden. Über die Vereine & Genossenschaften ebenfalls. Hier macht es evtl. noch Sinn über die Stadt Köln zu werben oder auch in Zeitungen, um ältere Generationen zu erreichen. Die Anfrage der Gartenbauvereine brachte keinen Erfolg.

2.2 Anmeldung

Um die Übersicht bei den Anmeldungen zu behalten und die Gruppen der Einzeltermine nicht größer als 20 Teilnehmende werden zu lassen, wurde ein E-Mail-Postfach eingerichtet. Dieses ist bei mail.de registriert und wie folgt erreichbar:

machselberpv@mail.de

PW: MachsSelbst2023

Auf dem Flyer und jeglicher anderer Kommunikation wurde um formlose Anmeldung per Mail gebeten. Die eingegangenen Anmeldungen wurden vom Workshop-Team manuell mit folgender Vorlage bestätigt:

*Hallo liebe*r Interessent*in,*

wir freuen uns sehr über Ihr Interesse am Workshop Balkonkraftwerke und bestätigen Ihre Anmeldung zum gewünschten Termin! Der Workshop wird am Campus Deutz (Betzdorfer Str. 2, 50679 Köln) in Raum _____ stattfinden. Bitte mit dem Aufzug in den ___ Stock fahren und den Raum im _____flügel (Z_) aufsuchen. Im Anhang finden Sie eine Übersichtskarte mit Parkplätzen und einer Markierung am Haupteingang.

Wir wünschen Ihnen noch eine schöne Woche und bis dann.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Workshop-Team

Um den Überblick zu behalten wurde eine einfache Excel-Tabelle mit Terminen, Namen und E-Mail-Adressen der angemeldeten Teilnehmenden erstellt. Kurz vor dem Workshop wurde noch eine Info zur Anfahrt und den Räumlichkeiten an der TH verschickt. Es hat sich bewährt, die Angemeldeten vor dem Haupteingang zu empfangen und zum Raum zu geleiten. Zudem gibt es auf Anfrage die Möglichkeit, Aufsteller beim Empfang auszuleihen. Darauf können DIN-A4-Blätter angebracht werden, die den Weg zu dem reservierten Raum aufzeigen können. Eine Anmeldung der Workshops an der Pforte ist generell sinnvoll, falls Personen die Räumlichkeiten nicht auffinden können.

3 Durchführung

Die Workshops bestehen immer aus einem Theorie-Teil (Folien-Präsentation) und einem Praxis-Teil (auf der Dachterasse im 9. OG). Ein passender Raum ist im Vorfeld zu reservieren. Der Ansprechpartner der TH Köln lautet:

Prof. Dr. Christoph Bold, Mail: christoph.bold@th-koeln.de

Im Raum sollte die Technik zur Präsentation rechtzeitig vorher aufgebaut und getestet werden. Es ist auch nicht immer garantiert, dass der reservierte Raum aufgeschlossen oder ein HDMI-Anschluss bzw. -Kabel vorhanden ist. Es ist also empfehlenswert rechtzeitig vorher dort zu sein. Zudem gibt es die Möglichkeit sich für die reservierten Räume eine Schlüsselkarte zu besorgen. Diese kann am Tag des Workshops dann gegen den Schlüssel für den Raum eingetauscht werden. Um die Personen im Gebäude richtig zu leiten, gibt es die Möglichkeit den Workshop bei der Pforte anzumelden. Bei Fragen von Besuchenden kann der richtige Weg gezeigt werden und zudem Aufsteller ausgeliehen werden.

Der Theorie-Teil dauert in der Regel etwa eine Stunde inklusive der Beantwortung individueller Fragen. Diese schon im Laufe des Vortrags zu beantworten, lockert die Atmosphäre auf und schafft sofort einen angenehmen Austausch mit den Teilnehmenden. Um dazu ausreichend Zeit zu haben, ist die reine Folienpräsentation auf circa 40 Minuten begrenzt. Zum Abschluss folgen noch einige kurze Hinweise zur elektrischen Sicherheit und dann geht es zum praktischen Teil gemeinsam auf die Dachterasse. Der Ablauf wird in den folgenden Kapiteln geschildert.

3.1 Steckersolar

Zum Start des praktischen Teils, sollten die Materialien schon bereit liegen. Ab einer Gruppenstärke von 6 Personen macht es zudem Sinn, bereits im Vortragsraum eine Gruppeneinteilung vorzunehmen und jede Gruppe einem Betreuer zuzuordnen. Jede

Gruppe kann sich dann einem Set widmen und selbst die Komponenten der Steckersolaranlage zusammenstecken. In Kleingruppen kommt es außerdem zu einem besseren Austausch und alle haben die Möglichkeit Fragen zu stellen.

Ein Set besteht aus ein oder zwei PV Modulen, einem Wechselrichter, einem Kabel mit Schuko-Stecker für den Netz-Anschluss des Wechselrichters und einem Energiezähler für die Steckdose. Um die Gruppen auf der Dachterrasse besser zu verteilen, kamen noch Verlängerungskabel und Mehrfachstecker zum Einsatz, die jedoch aus privaten Beständen geliehen wurden.

Folgende Materialien stehen zur Verfügung:

1	2x PV-Panel, 285 Watt, polykristallin, 172 cm x 113 cm
2	2x PV-Panel, 170 Watt, monokristallin, 120 cm x 67 cm
3	1x Wechselrichter Envertec EVT560, 560 Watt, 2 Anschlüsse
4	1x Wechselrichter Hoymiles HM-600, 600 Watt, 2 Anschlüsse
5	2x Wechselrichter AEconversion Inv315-50EU, 300 Watt, 1 Anschluss (ein WR vermutlich defekt)
6	4 x Verlängerungskabel mit MC4 Stecker (je 2x rot & schwarz)
7	4x Anschlusskabel Schuko-Stecker
8	4x REV Energiekostenmessgerät

Der Erfahrung nach dauert der praktische Teil 30-40 Minuten. Nur bei intensiven Einzelgesprächen kann es auch mal eine Stunde werden.

Die wichtigsten Themen aus Steckersolar-Perspektive sind Verschattung, Regeln zu Installation und Anschluss sowie die Nutzung des Stroms im eigenen Haushalt. Gerade zum letzten Punkt werden viele Verständnisfragen gestellt. Auch die Frage nach der Kombination mit Batteriespeichern ist häufiger aufgekommen. Diese lohnen sich jedoch aufgrund der aktuell noch hohen Kosten und der vergleichsweise geringen Menge der erzeugten elektrischen Energie nicht.

3.2 PV-Insulanlagen

Im Workshop zu PV-Insulanlagen werden die Hintergründe der Technologie, der generelle Aufbau und mögliche Anwendungsfälle von off-grid Solarsystemen mit 12 V Batterie dargestellt. Für den praktischen Teil werden auf der Terrasse vorher vier unterschiedliche Systeme vorbereitet. An einem schon fertig montierten System wird gezeigt, wie die einzelnen Komponenten installiert werden können, sodass die Teilnehmer im nächsten Schritt in Kleingruppen selbst die Möglichkeit bekommen ein System zusammenzustellen. Der Aufbau wird im Theorieteil vermittelt und kann der Präsentation im Anhang entnommen werden. Vor dem Anschluss an die Batterie muss von einem Betreuer überprüft werden, ob alle Komponenten korrekt miteinander verkabelt worden sind, da es sonst zu einem Kurzschluss kommen kann. Nach dem das System zusammengebaut ist, können zu Demonstrationszwecken 230 V Verbraucher

an den Wechselrichter angeschlossen werden. Mit 12 V LED-Streifen kann direkt am Ladegerät der Betrieb der Anlage geprüft werden. Durch den MPPT-Laderegler von Victron Energy lässt sich über die Bluetooth Funktion die aktuelle Stromproduktion, der Ladestand der Batterie und der Verbrauch sehr anschaulich auf einem Smartphone darstellen. Dadurch lassen sich Unterschiede in der Stromproduktion durch Verschattung oder der Einstrahlungsstärke ablesen. Die anderen simpleren Laderegler verfügen hingegen nur über einfache LEDs die den Betriebszustand anzeigen.

1	6x PV-Panel, Siemens SM 50, 50 W, $U_{MP} = 17$ V, monokristallin
2	1x Wechselrichter, solartronics, $U_{Eingang}$ 12 V, $U_{Ausgang}$ 230 V, P_{max} 1000 W
3	1x Wechselrichter, 300 W
4	1x Kabel rot, Länge 5 m, Durchmesser 4 mm ²
5	1x Kabel schwarz, Länge 5 m, Durchmesser 4 mm ²
6	1x Laderegler, Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15 Solarladeregler 12/24V 15A
7	1x Laderegler, Kemo M149N PWM 12 V 10 A
8	1x Laderegler, Victron Energy BlueSolar PWM 12 V 10 A
9	1x Laderegler, Steca Solsum 0808 PWM 12 V, 8 A
10	3x Batterie, 12V, 9Ah, Blei-Gel
11	Verschiedene Verbraucher (Handy-Ladekabel, LED-Streifen (12V), Handstichsäge, Lüfter, ...)

Die Durchführung des praktischen Teils dauert in etwa 30 – 45 Minuten. Da die private Anschaffung einer PV-Inselanlage nur bei einem konkreten Bedarf sinnvoll ist und nicht direkt Kosten eingespart werden können, ist das Interesse der Teilnehmer sehr unterschiedlich, weil viele keine Möglichkeit oder keinen Bedarf für den Betrieb einer Inselanlage haben. Allgemein waren die Teilnehmer jedoch sehr interessiert, die Komponenten während des Workshops anzuschließen und auszuprobieren.

3.3 PV-Flachdachinstallation

Für den Workshop PV-Flachdachinstallation wurden die Materialien des Steckersolar Workshops verwendet. Das Ziel des praktischen Teils ist es, die Handhabung und Aufstellung der Solarmodule den Teilnehmenden beizubringen. Dazu wurden vor Beginn des praktischen Teils die Materialien für 4 Gruppen vorbereitet und separiert voneinander platziert. Die Teilnehmer wurden auf dem Dach gebeten, sich auf die 4 Module selbstständig aufzuteilen. In einzelnen Fällen wurden die Teilnehmer nachträglich aufgeteilt. Jede Gruppe kann sich dann einem Set widmen und selbst die

Komponenten der Steckersolaranlage zusammenstecken. In Kleingruppen kommt es außerdem zu einem besseren Austausch und alle haben die Möglichkeit Fragen zu stellen.

Ein Set besteht aus ein oder zwei PV-Modulen, einem Wechselrichter, einem Kabel mit Schuko-Stecker für den Netz-Anschluss des Wechselrichters und einem Energiezähler für die Steckdose. Um die Gruppen auf der Dachterrasse besser zu verteilen, kamen noch Verlängerungskabel und Mehrfachstecker zum Einsatz, die jedoch aus privaten Beständen geliehen wurden.

Folgende Materialien stehen zur Verfügung:

1	2x PV-Panel, 285 Watt, polykristallin, 172 cm x 113 cm
2	2x PV-Panel, 170 Watt, monokristallin, 120 cm x 67 cm
3	4x Montagesystem Flachdach, ValkBox® 3, Modulbreite bis 105 cm
4	1x Wechselrichter Envertec EVT560, 560 Watt, 2 Anschlüsse
5	1x Wechselrichter Hoymiles HM-600, 600 Watt, 2 Anschlüsse
6	2x Wechselrichter AEconversion Inv315-50EU, 300 Watt, 1 Anschluss (einer vermutlich defekt)
7	4 x Verlängerungskabel mit MC4 Stecker (je 2x rot & schwarz)
8	4x Anschlusskabel Schuko-Stecker
9	4x REV Energiekostenmessgerät

Die Teilnahme am praktischen Teil wurde als freiwillig Teilnahme eingestuft. Den Teilnehmern wurde keine zeitliche Grenze zum Ausprobieren gesetzt. Jedoch dauerte der praktische Teil in der Regel 30-45 Minuten. Einzelne Teilnehmer, bei denen das Interesse sehr groß war, sind auch mal bis zu einer Stunde geblieben und haben sich mit der Technik auseinandergesetzt. Zudem war nach beenden des praktischen Teils noch Zeit für intensivere Fragen.

4 Evaluation

Um herauszufinden, welchen Einfluss die Workshops haben und welche Zielgruppen erreicht wurden, wurden zwei ähnliche Umfragen genutzt. Die erste wurde zu Beginn des Workshops durchgeführt, bevor der inhaltliche Vortrag begann. Dazu wurde ein QR-Code eingeblendet und die Teilnehmenden bekamen 5 Minuten Zeit, die Umfrage via Smartphone zu beantworten. Falls die Teilnehmenden kein mobiles Endgerät zur Verfügung hatten, wurde ebenfalls ein Fragebogen in Papierform bereitgestellt.

Die zweite Umfrage wurde dann 4 Wochen nach dem Workshop als Link zum Formular per Mail versendet. Genutzt wurde dazu das Tool „umfrageonline.de“ in der kostenlosen Basisversion. Dieses bietet eine Weboberfläche, die für mobile Geräte optimiert ist und

ausreichend unterschiedliche Fragetypen. Die Umfrageergebnisse wurden in Excel übertragen und ausgewertet.

5 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Workshops stoßen insgesamt betrachtet auf großes Interesse und werden positiv angenommen. Die Teilnehmenden haben meist Vorkenntnisse und sind dem Thema gegenüber sehr aufgeschlossen. Es sollte dennoch darauf geachtet werden, nicht zu sehr in elektrotechnische Details zu gehen, um das Interesse aller Zuhörenden aufrecht zu erhalten. Im Folgenden noch ein paar Optimierungsvorschläge, die sich aus den letzten Erfahrungen ergeben haben:

- 1) Beim PV-Flachdach Workshop gab es aufgrund der hohen Kosten keine eigenen Materialien wie beispielsweise ein Wechselrichter. Hierbei könnten bei Weiterführung des Workshops Materialien (eventuell defekte) angeschafft werden, um den Teilnehmern zu zeigen, wie der Anschluss funktioniert.
- 2) Beim Thema Werbung liegt noch großes Potenzial. Insbesondere die Frage, wie man mehr Leute außerhalb des direkten Hochschulumfeldes erreichen kann, verdient genauere Betrachtung. Die Einladung an lokale Vereine und Genossenschaften weiterzuleiten, hat zwar ein paar Anmeldungen eingebracht, aber die Informationen gehen dort oft auch in Newslettern unter und werden kein zweites oder drittes Mal weitergegeben. Hier sind kreative Ideen gefragt (Ideen: LinkedIn, Kooperation mit lokalen Unternehmen, Paid Ads, lokale Zeitschriften, Fridays for Future)
- 3) Die Sets könnten noch besser vorbereitet werden, sodass die Kleingruppen zunächst selbstständig ihre Anlagen zusammenbauen können (spezifisch Steckersolar)
- 4) Ggf. lohnt es sich zu prüfen, ob die Hochschule ein eigenes Umfragetool hat, das mehr Möglichkeiten bietet als die kostenlose Version eines Online-Tools.
- 5) Das Anmeldeverfahren könnte noch optimiert werden. Die formlose Anmeldung per Mail und manuelle Beantwortung und Übertragung der Anmeldungen in eine Excel-Tabelle verursacht Arbeitsaufwand, der automatisiert werden könnte. Bei den bisherigen Teilnehmerzahlen (im Schnitt 10-15 Personen pro Termin) war die formlose Variante jedoch noch gut handzuhaben.
- 6) Eine weitere Möglichkeit die Workshopreihe auszubauen wäre, ein Videoformat zu konzipieren und somit auch Menschen von außerhalb Kölns zu erreichen.

Nützliche Quellen und Links

- **Verbände**

<https://www.vde.com/de/fnn/themen/tar/tar-niederspannung/erzeugungsanlagen-steckdose>

<https://www.vdi-nachrichten.com/technik/energie/solar-was-sie-ueber-balkonkraftwerke-fuer-zu-hause-wissen-muessen-und-warum-sie-aufpassen-muessen-dass-die-betriebserlaubnis-nicht-erlischt/>

<https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/steckersolar-solarstrom-vom-balkon-direkt-in-die-steckdose-44715>

<https://www.solarwirtschaft.de/>

- **Initiativen und Vereine**

<https://sfv.de/>

<https://selbstbau.solar/initiativen>

Christian Gutsche, Handbuch Gemeinschaftlicher Solar-Selbstbau in Deutschland, 30.03.2023, <https://selbstbau.solar/handbuch/>

VESE, Handbuch PV Selbstbau – Unterlagen zum organisierten Selbstbau von Photovoltaikanlagen, 2018, <https://selbstbau.ch/handbuch/>

- **Ertragsberechnung und Ratgeber**

https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster

<https://www.solaranlage-ratgeber.de/>

<https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>

- **Anmeldung von Anlagen**

<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

Anhang

Präsentation_Steckersolar.pptx

Präsentation_Flachdach.pptx

Präsentation_Inselanlagen.pptx

Einladungen.pptx

Fragebogen_Steckersolar.docx

Paper_PV-Workshops.docx