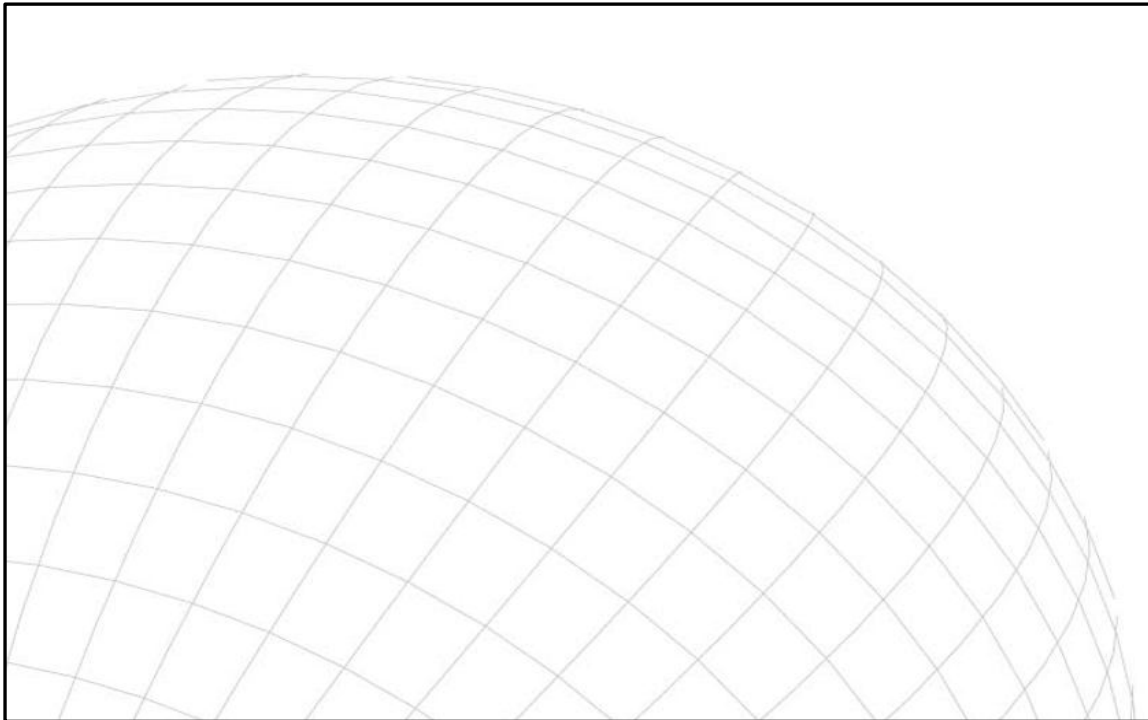

MoNaL - Mobilität nachhaltig über den Lebenszyklus gedacht

Förderkennzeichen: 16EXI4011A

Qualifizierungskonzept

*Zu E-Mobilität, Mini-Grids, Solarsysteme und Recycling sowie zur
Verbreitung von Umweltwissen und -bewusstsein*



PROF. DR.-ING. SEMIH SEVERENGIZ

Labor für Nachhaltigkeit in der Technik

Hochschule Bochum - Fakultät für Elektrotechnik und Informatik

Am Hochschulcampus 1

44801 Bochum

T +49.(0)234.32 10-328



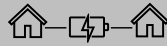


semih.severengiz@hs-bochum.de

Inhalt

| | |
|--|----|
| Einführung..... | 3 |
| Qualifizierungskonzept Teil I: Umweltbewusstsein, Grundlagen von E-Mobilität, Mini-Grids..... | 4 |
| Qualifizierungskonzept Teil II: Nutzung- und Wartungsanleitung Solarladestation (User & Maintenance Manual Solar Charging Station for Micromobility Vehicles | 19 |
| Bericht zur Durchführung des Training of Teachers and Professionals in Ghana..... | 28 |

Einführung

Im Rahmen des Projekts MoNaL wurde ein **Qualifizierungskonzept** mit insgesamt fünf Modulen zu E-Mobilität, Mini-Grids, Solarsysteme und Recycling sowie zur Verbreitung von Umweltwissen und -bewusstsein entwickelt. Die Module sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

| Module |  1. Umweltbewusstsein |  2. Grundlagen Wartung & Betrieb E-Fahrzeuge |  3. Grundlagen Mini-Grids |  4. Grundlagen Off-Grid-Solarladestation |  5. Recycling, sustainability, circular economy |
|---------------|--|---|--|---|---|
| Lehreinheiten | 1.1 Sustainability 1.2 Case Study: Sustainability in Urban Transport 1.3 Sustainability in Daily Life 1.4 Circular Economy, Repair vs. Recycling | 2.1 Introduction and Overview 2.2 Case Study: Urban Mobility Concepts 2.3 Praktisches Beispiel: E-Bike and DIY Conversion 2.4 Case Study: E-Mobility for Public Transportation | 3.1 Basics of Photovoltaics 3.2 Advanced PV Systems – AC Coupling 3.3 Sizing of PV Systems 3.4 IT Network Basics | 4.1 Design 4.2 Transport and Handling, 4.3 Set-up, usage and relocation 4.4 Maintenance, End-of-Life 4.5 Other applications 4.6 Environmental Impact | 5-1 Sustainability, Recycling and Circular Economy, IOG 5.2 Maintenance of PV Systems 5.3 Recycling of PV Panels |
| Ergebnis | <ul style="list-style-type: none"> Qualifizierungskonzept Teil I: Modulbeschreibung (Zielgruppe, Dauer, Lernziele, Inhalt, Unterrichtsform, Teilnahmevoraussetzungen, Prüfungsform, Materialien) Schulungsmaterialien (Foliensatz) | | <ul style="list-style-type: none"> Qualifizierungskonzept Teil II: Nutzungs- und Wartungsanleitung Schulungsmaterialien (Foliensatz) | | |

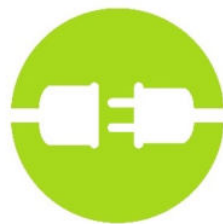
Auf Grundlage des Qualifizierungskonzepts wurden verschiedene **Schulungsmaterialien** erstellt und in einem **Training-of-Teachers** zu „Grundlagen E-Mobilität, Mini-Grids und Recycling von Solarmodulen“ erprobt. Nachfolgend werden die Qualifizierungskonzepte sowie das ToT dargestellt. Schulungsmaterialien werden auf Anfrage zur Verfügung gestellt.

Projekt MoNaL

Qualifizierungskonzept

Umweltbewusstsein Grundlagen von E-Mobilität Mini-Grids

Modulbeschreibung



Green Power Brains

Author: Michele Velenderic, Green Power Brains

In Kooperation mit:

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences



Labor für
Nachhaltigkeit
in der Technik



Inhalt

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Modul Umweltbewusstsein | 3 |
| 1.1 | Sustainability..... | 3 |
| 1.2 | Case Study: Sustainability in Urban Transport..... | 4 |
| 1.3 | Sustainability in Daily Life | 5 |
| 1.4 | Circular Economy, Repair vs. Recycle, Recycling..... | 6 |
| 2 | Modul E-Mobilität..... | 7 |
| 2.1 | E-Mobility Introduction and Overview..... | 7 |
| 2.2 | Case Study: Urban Mobility Concepts..... | 8 |
| 2.3 | Praktisches Beispiel: E-Bike and DIY Conversion..... | 9 |
| 2.4 | Case Study: E-Mobility for Public Transportation | 10 |
| 3 | Modul Mini-Grids..... | 11 |
| 3.1 | Basics of Photovoltaics..... | 11 |
| 3.2 | Advanced PV Systems – AC Coupling..... | 12 |
| 3.3 | Sizing of PV Systems..... | 13 |
| 3.4 | IT Network Basics | 14 |

1 Modul Umweltbewusstsein

1.1 Sustainability

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| Modul: 1. Umweltbewusstsein | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 1.1 Sustainability | Dauer 6 h |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen verstehen den Begriff Nachhaltigkeit und wissen, wie sich das Thema Nachhaltigkeit in den letzten Jahrhunderten entwickelt hat. Sie kennen die drei Säulen der Nachhaltigkeit und können Beispiele für Inhalte, die in den drei Säulen passen bringen. Die TeilnehmerInnen verstehen Begriffe wie "Biocapacity" und "Ecological Footprint" und sind in der Lage, die Auswirkung der Menschheit auf die Natur zu beschreiben. Sie haben ein Gefühl für die genutzten Ressourcen und Wissen, wann die Menschheit und spezifische Länder alle natürlichen Ressourcen, die in einem Jahr zur Verfügung stehen genutzt haben. Die TeilnehmerInnen kennen die Planetaren Grenzen und die Konsequenzen, wenn diese Grenzen überschritten werden. Die TeilnehmerInnen kennen die UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals) und deren Bedeutung. | |
| 3 | Inhalt Im Bereich Sustainability wird zunächst eine Übersicht über die Bedeutung von Nachhaltigkeit und über die Erklärung der Entstehung des Konzeptes „Nachhaltigkeit“ in der Geschichte vermittelt. Die drei Säulen der Nachhaltigkeit, Ökonomie, Ökologie und Soziales werden vorgestellt, mit dem Ziel, das Konzept der Nachhaltigkeit näher zu erklären. Um „Nachhaltigkeit“ besser zu verstehen, werden die Konzepte „Biocapacity“, „Impact of humans on the environment“ und „The ecological footprint“ erklärt. Damit ist es möglich die Auswirkung einer steigender und zunehmend wohlhabenderen Weltbevölkerung auf die Umwelt zu verstehen und die Knappheit der weltweitem Ressourcen in der Form vom „Earth Overshoot Day“ für verschiedene Länder zu quantifizieren. Schließlich werden die Planetaren Grenzen vorgestellt, die für die Erhaltung eines stabilen Ökosystems und einer stabilen Lebensgrundlage für die Menschheit stehen. Die Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals) der Vereinten Nationen werden vorgestellt und erklärt. Informationen über Nachhaltigkeit in drei Beispiel-Sektoren werden gegeben: - Energie - Transport - Landwirtschaft Abschließend wird eine Diskussion über die Nachhaltigkeit in den vorgestellten Sektoren geführt. | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Gruppendiskussion | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | |

1.2 Case Study: Sustainability in Urban Transport

| | | | |
|--|--|---|------------------------------------|
| Modul: 1. Umweltbewusstsein | | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 1.2 Case Study: Sustainability in Urban Transport | Dauer 2 h | |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen haben einen Überblick über die Auswirkung des Transportsektors auf die Umgebung. Sie verstehen die Begriffe wie “Spatial footprint of transport and mobility” und “Cycle of automotive dependency” und können diese anhand von Zahlen und Beispielen erklären. Die TeilnehmerInnen verstehen die Chancen, die durch ein breites Mikromobilitätsangebot gegeben sind und verstehen die Schlüsselkomponenten und Erfolgsfaktoren von Micromobility und Micromobility as a service Angebote. Ihnen sind die besondere Herausforderungen an Mikromobilität im afrikanischen Raum bekannt. | | |
| 3 | Inhalt Herausforderungen, Änderungsbedarf an Technik, benötigte Infrastruktur, Regulierung und Ziele im Bereich „Sustainability in Urban Transport“ werden vorgestellt und besprochen. Die Themen “Spatial footprint of transport and mobility” und “Cycle of automotive dependency” werden als Denkanstoß über den Änderungsbedarf im urbanen Mobilitätsangebot vorgestellt. Micromobility wird als mögliche Verbesserung der urbanen Mobilität erklärt, mit Beispielen über Technik und Initiativen und Firmen die weltweit in dem Bereich aktiv sind und Schlüsselkomponenten in deren Geschäftsmodell. Micromobility as a service wird mit folgenden Anwendungen erklärt: car sharing, e-moped sharing, e-bike and e-scooter sharing. Combined transportation apps, self-renting, combined trips. Firmen, die im Bereich Micromobility in Afrika aktiv sind werden vorgestellt, mit besonderem Fokus auf die Herausforderungen im afrikanischen Raum. | | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Gruppendiskussion | | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | | |

1.3 Sustainability in Daily Life

| | | | |
|--|---|---|------------------------------------|
| Modul: 1. Umweltbewusstsein | | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 1.3 Sustainability in Daily Life | Dauer 2 h | |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen verstehen die Auswirkung vom eigenen Konsumverhalten, der Herkunft von Produkten und von der Verwendung von Produkten, von alternativen Optionen wie Teilen statt Kaufen auf die Umgebung und was im Alltag gemacht werden kann, um die Auswirkung auf die Umwelt zu reduzieren. | | |
| 3 | Inhalt Nachhaltigkeit muss durch eine gesetzliche Regulierung sichergestellt werden, fängt aber bei jeder einzelnen Person an. Themen wie das Konsumverhalten, die Herkunft von Produkten, die Verwendung von Produkten, alternative Optionen wie Teilen statt Kaufen sowie die Beachtung von End of Life Optionen und Auswirkungen bei den verwendeten Produkten beeinflussen stark den ökologischen Abdruck jeder einzelnen Person. Ein Rollenspiel eignet sich bestens, um eine Reflexion über das eigene Konsum- und Lebensverhalten im Gang zu setzen. | | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Rollenspiel. | | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | | |

1.4 Circular Economy, Repair vs. Recycle, Recycling

| | | | |
|--|---|---|------------------------------------|
| Modul: 1. Umweltbewusstsein | | Zielgruppe BerufschullehrerInnen, BerufsschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 1.4 Circular Economy, Repair vs. Recycle, Recycling | Dauer 6 h | |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen verstehen das Modell der Circular Economy und sind in der Lage, Vorteile gegenüber das Linear Economy Modell aus Sicht der Umwelteinfluss von Produkten zu erklären. Sie erkennen die Probleme des Linear Economy Modells und kennen alternative Vorgehensweise und deren Vorteile. Die TeilnehmerInnen kennen Circular Economy Business Modelle wie Sharing Plattformen, Product use Extension und Resource Recovery. | | |
| 3 | Inhalt Die Grundlage wird durch die allgemeine Motivation, die Vorstellung des aktuellen linear economy „Take – Make – Use – Dispose“ Modells und der damit verbundenen Problemstellung gesetzt. Circular Economy wird als Lösung der aktuellen, durch die „Linear Economy“ verursachten und im Bereich „Sustainability“ beschriebenen Probleme: Definition, Butterfly Diagramm und Benefits vorgestellt. Darüber hinaus werden Circular value und Circular Economy Business Modelle wie Sharing Plattformen, Product as a Service, Product Use Extension und Resource Recovery besprochen. Im Bereich Repair vs. Recycling wird zunächst am Beispiel von PV Installationen erklärt, wie die Lebensdauer von einem Produkt durch Wartung verlängert werden kann. Darüber hinaus wird die Vorgehensweise Root Cause Analysis am Beispiel erklärt und Quellen für Repair Wissen werden angegeben. | | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Diskussion. | | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | | |

2 Modul E-Mobilität

2.1 E-Mobility Introduction and Overview

| | | | |
|--|--|---|------------------------------------|
| Modul: 2. E-Mobilität | | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 2.1 E-Mobility Introduction and Overview | Dauer 6 h | |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen haben einen Überblick über aktuelle E-Fahrzeugtypen und kennen die wichtigsten Komponenten von E-Fahrzeugen. Sie kennen Vor- und Nachteile von E-Fahrzeugen und verstehen den Bedarf und die Anforderungen an die Ladeinfrastruktur sowie die Eigenschaften von Batterien für E-Fahrzeugen, als deren Schlüsselkomponente. | | |
| 3 | Inhalt Die Einführung in die Elektromobilität gibt den TeilnehmerInnen eine Übersicht über die Motivation, eine Transition auf E-Mobilität anzustreben. Darüber hinaus wird das Thema E-Mobilität und folgenden Bereichen eingeführt: Geschichte der E-Mobilität, Typen von E-Fahrzeugen und wichtige Parameter in der E-Mobilität. Vorteile und Herausforderungen der E-Mobilität werden vorgestellt und mit den TeilnehmerInnen besprochen. Die Batterien werden als sehr wichtige Komponenten in E-Fahrzeugen vorgestellt. Darüber hinaus wird auf die benötigte Ladeinfrastruktur eingegangen. | | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Diskussion. | | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | | |

2.2 Case Study: Urban Mobility Concepts

| | | | |
|--|--|---|------------------------------------|
| Modul: 2. E-Mobilität | | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 2.2 Case Study: Urban Mobility Concepts | Dauer 2 h | |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen haben einen Überblick über die Auswirkung des Transportsektors auf die Umgebung. Sie verstehen Begriffe wie "Spatial footprint of transport and mobility" und "Cycle of automotive dependency" und können diese anhand von Zahlen und Beispielen erklären. Die TeilnehmerInnen verstehen die Chancen, die durch ein breites Mikromobilitätsangebot gegeben sind und verstehen die Schlüsselkomponenten und Erfolgsfaktoren von Micromobility und Micromobility as a service Angebote. Ihnen sind die besondere Herausforderungen an Mikromobilität im afrikanischen Raum bekannt. | | |
| 3 | Inhalt Herausforderungen, Änderungsbedarf an Technik, benötigte Infrastruktur, Regulierung und Ziele im Bereich „Sustainability in Urban Transport“ werden vorgestellt und besprochen. Die Themen "Spatial footprint of transport and mobility" und "Cycle of automotive dependency" werden als Denkanstoß über den Änderungsbedarf im urbanen Mobilitätsangebot vorgestellt. Micromobility wird als mögliche Verbesserung der urbanen Mobilität erklärt, mit Beispielen über Technik und Initiativen und Firmen die weltweit in dem Bereich aktiv sind und Schlüsselkomponenten in deren Geschäftsmodell. Micromobility as a service wird mit folgenden Anwendungen erklärt: car sharing, e-moped sharing, e-bike and e-scooter sharing. Combined transportation apps, self-renting, combined trips. Firmen, die im Bereich Micromobility in Afrika aktiv sind werden vorgestellt, mit besonderem Fokus auf die Herausforderungen im afrikanischen Raum. | | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Gruppendiskussion | | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | | |

2.3 Praktisches Beispiel: E-Bike and DIY Conversion

| | | | |
|--|---|---|------------------------------------|
| Modul: 2. E-Mobilität | | Zielgruppe BerufschullehrerInnen, BerufsschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 2.3 Praktisches Beispiel: E-Bike and DIY Conversion | Dauer 4 h | |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen haben einen Überblick E-Motoren für Fahrräder. Sie wissen, welche Komponenten für die Konversion von Fahrrädern in E-Fahrrädern je nach E-Fahrrad Anwendung benötigt werden. Die TeilnehmerInnen wissen, wie ein Fahrrad zu E-Fahrrad konvertiert werden und sind in der Lage, eine Fahrrad-Konversion selber zu planen. | | |
| 3 | Inhalt E-Fahrrädern werden als eine Lösung für Micromobilität vorgestellt. Die Konversion von Fahrrädern in E-Fahrrädern als Gelegenheit, lokale Wertschöpfungsketten und Business Modelle zu etablieren wird. Übersicht und Anleitung für die Auswahl von Komponenten und den Einbau von E-Motoren auf „konventionellen“ Fahrrädern. | | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Diskussion. | | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | | |

2.4 Case Study: E-Mobility for Public Transportation

| | | | |
|--|--|---|------------------------------------|
| Modul: 2. E-Mobilität | | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 2 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 2.4 Use Case Study: E-Mobility for Public Transportation | Dauer 4 h | |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen verstehen die Vorgehensweise und die nötigen Schritte für die Einführung von E-Fahrzeugen für Personentransport, sowie für die benötigte Ladeinfrastruktur. Darüber hinaus wissen die TeilnehmerInnen, wie ein Vergleich zwischen verbrennungsmotorbetriebenen und E-Fahrzeugen angestellt wird, unter Berücksichtigung von technischen, finanziellen und Umweltaspekten. | | |
| 3 | Inhalt Im Bereich des öffentlichen Verkehrs hat die E-Mobilität durch die Vorhersehbarkeit des Bedarfs große Chancen. Aufgrund einer Studie für die Einführung von E-Bussen in der Ghana Free Trade Zone, ein Gewerbegebiet in Tema, Ghana wird das Thema näher gebracht und wichtige Aspekte in der technischen Planung, der Bestimmung des Bedarfs, der Ladeinfrastruktur sowie finanzielle und umweltbezogene Vergleiche zu konventionellen Fahrzeugen behandelt. Es wird zunächst auf den Bedarf eingegangen: Das benötigte Fahrzeug, Entfernungen und Verbrauch. Daraus entwickelt sich der Energiebedarf und ein Vergleich mit verbrennungsmotorbetriebenen Fahrzeugen wird ermöglicht. Die Optionen für die Ladeinfrastruktur werden erklärt und es wird ein Vergleich zwischen Laden über das Stromnetz sowie Laden über eine Solare Ladeinfrastruktur durchgeführt. | | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Diskussion. | | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation. | | |

3 Modul Mini-Grids

3.1 Basics of Photovoltaics

| | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| Modul: 3. Mini-Grids | Zielgruppe BerufschullehrerInnen, BerufsschülerInnen | Dauer 8 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 3.1 Basics of Photovoltaics | Dauer 16 h |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen verstehen die Eigenschaften der Solarstrahlung und die Komponenten einer Solaranlage. Sie sind in der Lage, einfache Solaranlagen anhand vom Strombedarf zu planen und wissen, wie sie installiert und gewartet werden. | |
| 3 | Inhalt Für das Verständnis von Mini-Grids wird eine Basis von PV Wissen benötigt. Zunächst wird die Solarstrahlung erklärt. Komponenten von Solaranlagen werden einzeln erklärt: Solarmodule, Laderegler, Batterien und Inverter. Die Installation von Solaranlagen wird erklärt. Darüber hinaus werden die Themen Arbeitssicherheit, Instandhaltung und Reparatur besprochen. | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Diskussion. | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse über Elektrotechnik, Kenntnisse über Photovoltaik (z.B. TVET Kurs „Basics of Photovoltaics“) | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation, Buch “Solar Photovoltaic Systems“ von Br. Christof Baum, SDB | |

3.2 Advanced PV Systems – AC Coupling

| | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| Modul: 3. Mini-Grids | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 8 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 3.2 Advanced PV Systems – AC Coupling | Dauer 16 h |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen verstehen den Unterschied zwischen AC- und DC-gekoppelten Anlagen, deren Vor- und Nachteilen und die Anwendungsbereiche. Sie verstehen die Funktion von Komponenten von AC-gekoppelten Anlagen und verstehen die Probleme, die bei AC-gekoppelten Anlagen entstehen können. | |
| 3 | Inhalt Bei größeren PV Energiesystemen, insbesondere, wenn sie aus mehr als einem Generator bestehen ist es nicht mehr ausreichend oder oft nur unter großem technischem Aufwand möglich, die Solargeneratoren und ggf. mehrere Solaranlagen DC-seitig miteinander zu verbinden. Die AC-seitige Kopplung von Solaranlagen bringt eine höhere Komplexität, öffnet aber Möglichkeiten für eine Nutzung von Solaranlagen in einem größeren Umfang. Dies ist die Basis für die Errichtung von Mini-Grids. Zunächst werden DC-gekoppelte Anlagen wiederholt. Danach werden AC-gekoppelte Anlagen vorgestellt, sowie hybride Anlagen, mit mehr als einer Stromquelle. Die Komponenten von AC-gekoppelten Solaranlagen werden erklärt, insbesondere wird hier auf die Netz- und Batteriewechselrichter eingegangen sowie auf das Thema Grid Forming. AC- und DC-gekoppelte Anlagen werden verglichen. Darüber hinaus werden gängige Architekturprobleme wie Dead Locking besprochen, die Frequenzkontrolle wird eingeführt und es wird ein Vergleich von Vor- und Nachteilen beider Arten von Systemen durchgeführt. | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Diskussion. | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse über Elektrotechnik, Kenntnisse über Photovoltaik (z.B. TVET Kurs „Basics of Photovoltaics“) | |
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation, Buch “Solar Photovoltaic Systems“ von Br. Christof Baum, SDB | |

3.3 Sizing of PV Systems

| | | |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| Modul: 3. Mini-Grids | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 8 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 3.3 Sizing of PV Systems | Dauer 24 h |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen sind in der Lage, AC- und DC-gekoppelte Anlagen auszulegen und die Komponenten dazu auszuwählen. | |
| 3 | Inhalt Die Auslegung von PV Energiesystemen wird wie folgend aufgebaut und sukzessive erklärt: <ul style="list-style-type: none"> - Calculation for <ul style="list-style-type: none"> o solar generator o battery o inverter o charge controller - Hints for good cabling - Calculation for cable sizing Anhand von einer Step by Step Anleitung für die Dimensionierung von Solaranlagen werden reelle Beispiele nach folgenden Schritten dimensioniert: <ul style="list-style-type: none"> - Optimizing the loads - Determination of the energy demand - Determination of the electrical load - Solar irradiation - Determining the peak power of the system - Battery capacity - User behavior - Load management - Targeted self sufficiency | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Diskussion. | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse über Elektrotechnik, Kenntnisse über Photovoltaik (z.B. TVET Kurs „Basics of Photovoltaics“) | |
| 6 | Prüfungsform Planung einer PV Anlage. | |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation, Buch “Solar Photovoltaic Systems“ von Br. Christof Baum, SDB | |

3.4 IT Network Basics

| | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| Modul: 3. Mini-Grids | Zielgruppe BerufsschullehrerInnen, BerufsschulschülerInnen | Dauer 8 Tage á 8 Stunden |
| 1 | Präsentation 3.4 IT Network Basics | Dauer 16 h |
| 2 | Ziele / Kompetenzen Die TeilnehmerInnen verstehen, wie IT-Netzwerke aufgebaut, kennen die Komponenten eines IT-Netzwerks und Schlüsselwörter wie IP-Adresse, DHCP Server, MAC Adresse. Sie sind in der Lage, Dokumentation für die Einbindung von Komponenten einer Solaranlage in einen IT-Netzwerk zu verstehen und diese Komponenten in einen IT-Netzwerk einzubinden. | |
| 3 | Inhalt Um Geräte in einem Mini-Grid zu konfigurieren und, um Kommunikation zwischen den Geräten zu ermöglichen ist wissen über IT-Netzwerke nötig. Hierzu werden in diesem Untermodul Grundlegende Konzepte erklärt, die das nötige Wissen übermitteln sollen, Anleitungen von Geräteherstellern verstehen und anwenden zu können und im Falle von Problemen in einem Netzwerk, Troubleshooting betreiben zu können. Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> - Motivation: why IT-Network? - Getting started - IT Connections - Languages between IT devices - The IP address <ul style="list-style-type: none"> o Static addresses o DHCP - IT Network setup - Troubleshooting: „seeing“ the network - Practical session: finding out the IP address of various devices - Practical session: setting static and DHCP addresses on various devices - Practical session: connecting devices to a network <ul style="list-style-type: none"> o Victron Color Control GX o Fronius Inverters <ul style="list-style-type: none"> ▪ Single Inverter ▪ Multiple Inverters o SMA Sunny Boy Setup - Practical session: setup of Victron Remote Management (VRM) | |
| 4 | Unterrichtsform Präsentation, Herstellerunterlagen. | |
| 5 | Teilnahmevoraussetzungen Keine | |

| | |
|----------|---|
| 6 | Prüfungsform Schriftlicher Test am Ende des Moduls |
| 7 | Literatur / Arbeitsmaterialien Präsentation, Buch "Solar Photovoltaic Systems" von Br. Christof Baum, SDB |

Qualification Concept, User & Maintenance Manual

Solar Charging Station for Micromobility Vehicles

By SunCrafter GmbH

Contents

| | |
|------------------------------------|---|
| Preface | 2 |
| Visual and Design Choice..... | 2 |
| Transport and Safe Handling | 4 |
| Set Up, Usage and Relocation | 4 |
| Maintenance and End-of-Life | 5 |
| Further Applications..... | 5 |
| Environmental Impact..... | 6 |

List of Figures

| | |
|---|---|
| Figure 1 Solarstation Design Rendering..... | 3 |
| Figure 2 SolarStation Design Choice..... | 3 |
| Figure 3 Scenario analysis..... | 7 |
| Figure 4 Refurbished vs New module GWP..... | 7 |
| Figure 5 Results Scenario analysis | 8 |
| Figure 6 Sensitivity analysis | 8 |

Preface

The purpose of this report is to summarize the practical guidance for usage and maintenance of the delivered Solar Station as outlined in depth in the slidedeck „User & Maintenance Manual for Solar Charging Station for Micromobility Vehicles“.

Further, an overview of applications which can be powered or charged with the station will be given. Lastly, the ecological impact of the charging stations will be delineated and benchmarked against other electricity sources such as power grid and diesel generator.

Visual and Design Choice

The rationale of the system design is centered around three core aspects:

- 1) Ease of use incl. relocation
- 2) Safety
- 3) Efficiency

1. The stations are made of a wooden frame and hereby easy to transport by sack barrel, even on non-concrete underground. The system consists of two separable units which allows for extra flexibility of usage as well as again easier transportation. All components can be easily branched following a “plug and play” principle. Like this also maintenance is simplified, as no substantial work has to be done to system, but rather defect components can be easily exchanged.

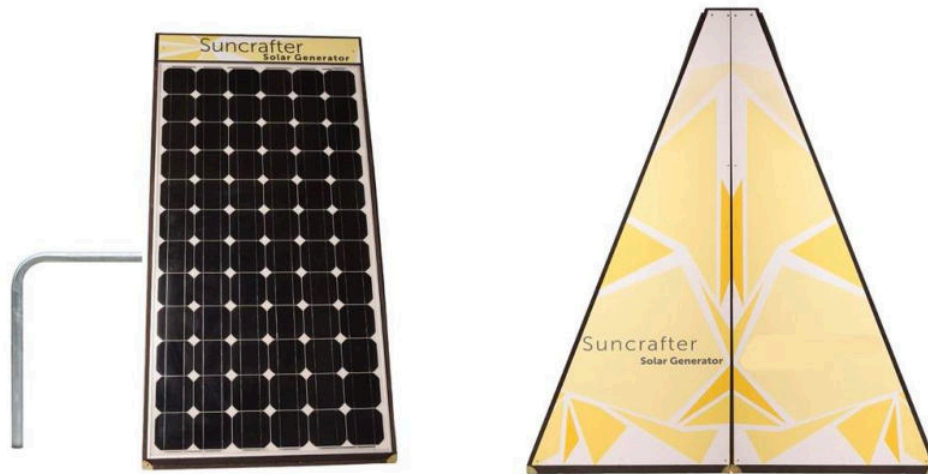


Figure 1 Solarstation Design Rendering

2. The system runs exclusively on DC electricity under the SELV standard, so as to strictly exclude any risk of harm for humans while preserving the semi-mobile character of the station. The DC system requires some extras such as specific charging cables for the vehicles, but it is the safer and more efficient solution in comparison to an AC system. In terms of static safety the system is extraordinarily safe with very high wind loads, fire safety class B1 and design to protect the user from stumbling and injury.

| Energy generation of standalone system in Accra, Ghana | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------|-------------|--------------|-----|-----|-----|--------------|--|-----|
| Formula | E=A*r*H*PR | | | | | | | | | |
| Latitude | | | | | | | | | | |
| System Capacity | System flat | | | System Steep | | | | System Combi | | |
| | Tilt | | | | | | | | | |
| Azimuth | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | | | |
| 90 | 753 | 721 | 673 | 615 | 551 | 484 | 417 | 208.5 | | |
| 180 | 763 | 740 | 701 | 643 | 590 | 523 | 407 | 370 | | |
| 270 | 762 | 738 | 698 | 645 | 586 | 520 | 452 | 226 | | 226 |
| Energy per System | 740 | | | | | | | 434.5 | | 596 |
| Adjust for hypothetical PR | 60% | 65% | 70% | 75% | 80% | 85% | 90% | | | |
| | 641 | | | | | | | 521 | | 592 |
| System Comparison | Flat | Steep | Combi | | | | | | | |
| Required area in qm | 3.2 | 1.6 | 2.4 | | | | | | | |
| Capacity in kWh | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | |
| Azimuth in degree | 180 | 90 and 270 | 270 and 180 | | | | | | | |
| Tilt in degree | 20 | 70 | 70 and 20 | | | | | | | |
| Hyp PR | 65% | 90% | 65 and 90 | | | | | | | |
| Generation in kWh | 641 | 521 | 592 | | | | | | | |
| Annual charges | | | | | | | | | | |
| Av. Daily charges | | | | | | | | | | |

Figure 2 SolarStation Design Choice

3. When comparing different system design options, the choice falls on the proposed design, with two solar modules on a 70 degree angle facing opposite of each other with an azimuth of 90 and 270 degrees respectively. The advantage of this design lies in the relatively high score in all categories, namely ease of use, safety and efficiency, although the system is not the single most efficient design. In the course of the project it will be relevant to observe the effect of the steep model angle on the performance ratio, as it is assumed that the angle will allow for more air movement and hitherto lower temperatures behind the modules, as compared to modules on a flatter angle.

Transport and Safe Handling

All circuit breakers need to be turned off and the two units are electrically disconnected. For long distance transport, both units should be secured back to back on a pallet. For short transport, the units can be transported individually via trolley, but not be tilted more than 30 degrees! The battery should be removed, packed and sent separately for long distance transport, for small relocations, at least the circuit breakers should be turned off.

The station should not be installed in a location prone to flooding, it should not be used during heavy rain and lightning storms.

The charging adapter should not be used if wet or corroded.

Maintenance and repairs can only be conducted by a qualified electrician and according to the instructions provided in a handbook upon delivery.

Set Up, Usage and Relocation

The exact set up instructions from the qualification guideline are to be followed. For usage, simply connect the provided charging cable to the parked vehicle and lock the vehicle.

To relocate, disconnect the units and follow the instructions on "Relocation", "Transport" and "Set Up" provided in the guidelines.

Maintenance and End-of-Life

To ensure functionality of the station the charging cables should be stored out of direct rain and solar panels should be regularly wiped down to remove dust which reduces the power production.

If the e-bikes are not charging follow the process “maintenance” from the practical guideline step by step. If the problem cannot be resolved following these instructions, get in touch with SunCrafter.

The different components range from 5 to 20 years in anticipated lifetime. They are covered by the warranty of the original producers. When the entire system or parts of it fail outside of the warranty period, the waste hierarchy should be respected to allow for ecologically optimal treatment. First, repairs should take place. Only components which cannot be repaired at an economically justifiable rate, should be replaced. If the station or parts of it cannot be used for the primary application anymore it can be adjusted and reused for alternative use scenarios. Only once the station or parts of it are beyond, repair, replacement and reuse, should the system be disassembled and the individual components recycled according to industry standards.

Further Applications

Charging Systems for all types of light electric vehicles can be integrated by adjusting the output voltage and current on the DC/DC converters through a qualified electrician and connecting the suitable DC charging cable.

Vehicles that can be charged include E-Bikes, E-Scooters, Cargo E-Bikes and drones. The battery capacity or load should not exceed 500 Wh.

Additional features which could be integrated into the station are data related such as environmental sensing e.g. for air quality or pollution or camera surveillance. For user convenience phone charging, lighting or WiFi may be included. The station is also suitable for alternative applications such as ventilation, refrigeration, irrigation pumps, charging of laptops and other DC devices or powering TVs.

Environmental Impact

Methodology

To operationalize the environmental impact of the solar station, global warming potential (GWP) is chosen as a metric, which the Life Cycle Assessment (LCA) delivers the data for.

The methodology of LCA includes all life stages of a product, from production to end of life and accounts for their environmental impacts by connecting an inventory of energy and materials used, with an impact calculation. In this case the impact is calculated as kilogram of CO₂ equivalent (kg CO₂ eq.), deploying the metric of GWP.

The scope of this impact assessment is to determine the relative CO₂ eq./ kWh of electricity produced by the SunCrafter solar stations as compared to either electricity from the Ghanaian power grid or electricity produced by a Diesel generator.

The analysis includes solar stations built with alternatively refurbished and new solar panels.

With a sensitivity analysis the minimum utilization rate of the solar stations required to undercut the CO₂ eq. /kWh of the other electricity sources is determined.

The Bochum University of Applied Sciences and SunCrafter are co-responsible for the following impact assessment.

Analysis

The 15 different materials of the solar station are listed with their weight and analyzed for their individual GWP. The electronics and the battery system are found to be the two most CO₂ eq. intense components contributing to 80% of the total GWP while only accounting to 46% of the weight of the station.

- Solar modules:
- 0.2kW, tilt 70 degree, azimuth 90
 - 0.2kW, tilt 70 degree, azimuth 180
 - Annual standby losses: 70 kWh

| | Scenario 1: GH 90% utilization, 90% PR, refurbished module | Scenario 2: GH 90% utilization, 80% PR, refurbished module | Scenario 3: GH 90% utilization, 70% PR, refurbished module | Scenario 4: GH 70% utilization, 90% PR, refurbished module | Scenario 5: GH 90% utilization, 90% PR, new module |
|---|--|--|--|--|--|
| System efficiency [%] | 90% | 80% | 70% | 90% | 90% |
| Type of solar module | refurbished | refurbished | refurbished | refurbished | new |
| number of modules | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Solar module Power output (per module) [Wp] | 200 | 200 | 200 | 200 | 220 |
| Yearly power output degradation [%] | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 0.5% |
| Potential electricity yield over lifetime [kWh] | 5908.176 | 5088.38 | 4268.58 | 5908.176 | 6645.994 |
| Electricity consumption over lifetime [kWh] | 5317.3584 | 4579.542 | 3841.722 | 4135.7232 | 5981.3946 |
| Utilisation rate [%] | 90% | 90% | 90% | 70% | 90% |

Figure 3 Scenario analysis

Materials, manufacturing and transport are being assessed for both new and refurbished solar modules. While the transport and manufacturing show little difference, the material bill of the refurbished module leads to less than half of the emissions compared to the materials of the new module.

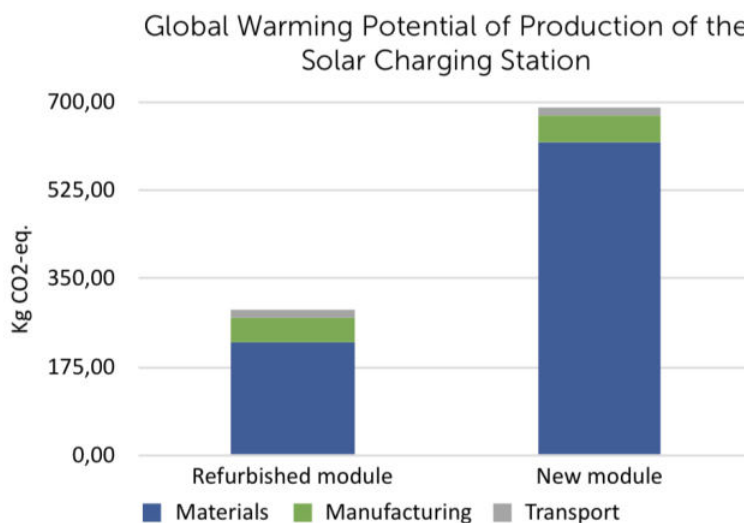


Figure 4 Refurbished vs New module GWP

To transfer these results to kg CO2 eq/kWh5 scenarios with varying performance and utilization rates are prepared, including one scenario with a new and four with refurbished modules. The results show a significant effect of both utilization and performance rate, yet all stations with refurbished modules perform better in terms of environmental impact than the station with the new module.

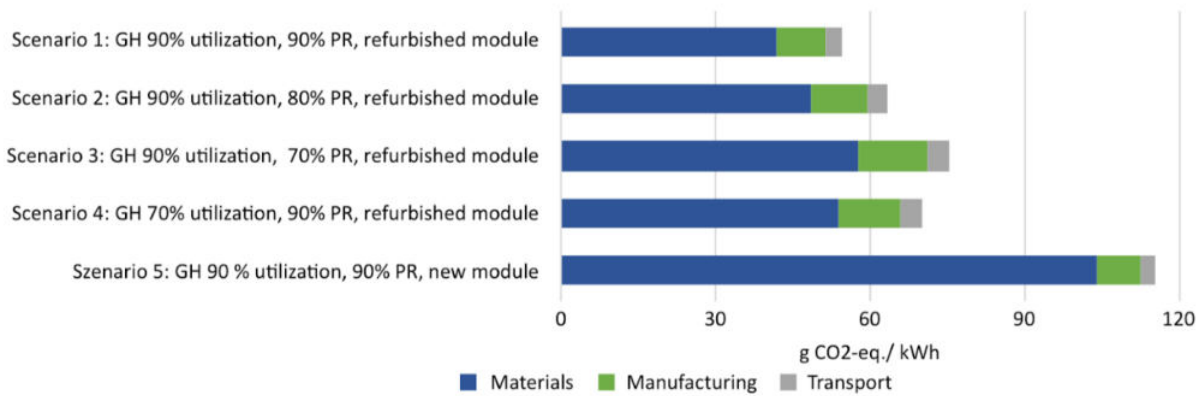


Figure 5 Results Scenario analysis

Next, a sensitivity analysis regarding the different utilization rates of the solar stations with either new or refurbished modules is conducted.

The steepest drop in the kg CO₂ eq./kWh occurs between a utilization rate of 10% to 23% for all four solar station types (refurbished solar modules with 90%, 80% and 70% performance rate (PR) and new solar modules with 90% PR). The curves flatten successively and become almost horizontal at 60% utilization rate.

The kWh of the station with the new model starts at 1kg CO₂ eq. at 10% utilization and drops to 0.2 kg CO₂ eq. at a rate of 60%.

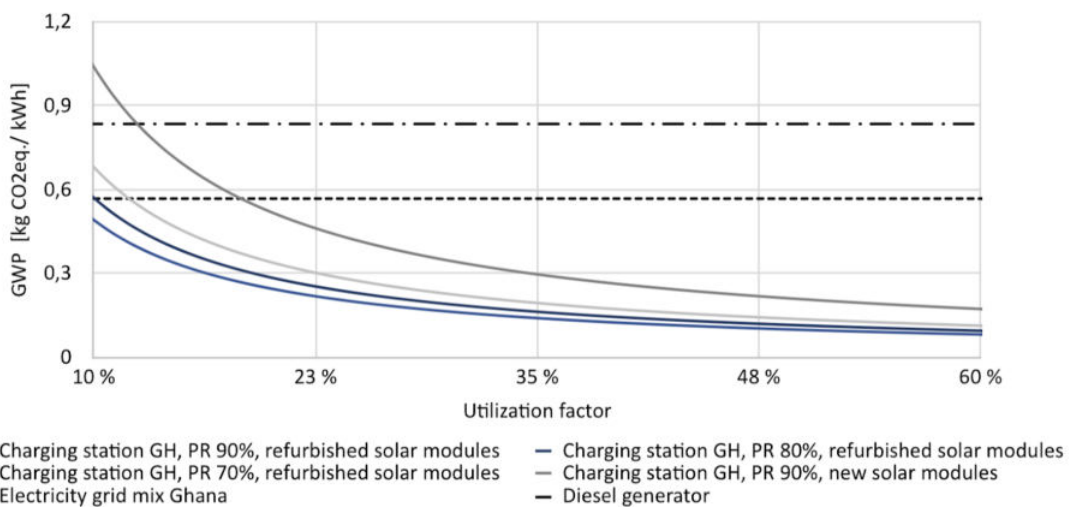


Figure 6 Sensitivity analysis

Lastly, the 4 sensitivity slopes are benchmarked against electricity from the Ghanaian grid mix and diesel generated electricity.

While the refurbished-module stations with 80 and 90% PR undercut the two conventional electricity sources already at a utilization rate of 10% or less, the refurbished modules with only 70% cross the lower benchmark of the electricity grid mix (0.55kg CO₂eq./kWh) at about 13% utilization rate.

The station with the new modules produced electricity which undercuts Diesel generated electricity in terms of CO₂eq. at a utilization rate of 14% and the electricity mix at 19%.

In summary, electricity generated with the solar stations is significantly more environmentally friendly in terms of GWP than diesel generated or grid provided electricity in Ghana, even only a fraction of the production capacity of the solar stations is actually used.

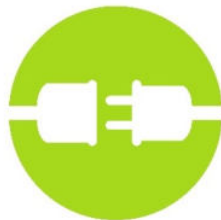
Projekt MoNaL

Report

Training of Teachers and Professionals (ToT) bei Don Bosco

Themen Grundlagen von E-Mobilität, Mini-Grids und Recycling

Organisiert durch:



Green Power Brains

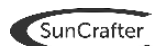
Author: Michele Velenderic, Green Power Brains

In Kooperation mit:

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences



Labor für
Nachhaltigkeit
in der Technik



Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Einführung | 4 |
| 2 | Online Trainings, Januar 2022 | 5 |
| 2.1 | TeilnehmerInnen | 5 |
| 2.2 | Schulung 1: Deployment of Electromobility Devices in Ghana | 7 |
| 2.2.1 | Vortrag: E-Mobility Introduction | 8 |
| 2.2.2 | Vortrag: E-Mobility Visions | 9 |
| 2.2.3 | Vortrag: Off-Grid Charging Stations | 9 |
| 2.3 | Schulung 2: Photovoltaics and electrical engineering | 10 |
| 2.3.1 | Vortrag: Electrical Protection | 10 |
| 2.3.2 | Vortrag: Earthing and Lightning Protection | 12 |
| 2.3.3 | Vortrag: Load Management in PV Systems | 14 |
| 2.4 | Schulung 3: Recycling, sustainability, and circular economy | 16 |
| 2.4.1 | Vortrag: Sustainability, Recycling and Circular Economy | 17 |
| 2.4.2 | Vortrag: Maintenance of PV Systems | 19 |
| 2.4.3 | Vortrag: Recycling of PV Panels | 20 |
| 3 | On-Site Trainings in Tema, Ghana, März 2022 | 22 |
| 3.1 | TeilnehmerInnen | 22 |
| 3.2 | Schulung 1: E-Mobility | 23 |
| 3.2.1 | Vortrag: E-Mobility Introduction and Overview | 24 |
| 3.2.2 | Vortrag: Urban Mobility Concepts | 24 |

| | | |
|------------|--|----|
| 3.2.3..... | Vortrag: E-Bike and DIY Conversion | 26 |
| 3.2.4..... | Vortrag: E-Mobility for Public Transportation – Use Case Study | 27 |
| 3.2.5..... | Hands On-Session: E-Bikes and E-Scooters Components, Assembly, Maintenance and Operation | 29 |
| 3.2.6..... | Gastvortrag: Firma Solar Taxi Ltd. | 33 |
| 3.2.7..... | Gastvortrag: Firma Cargo Bike Ltd. | 36 |
| 3.3..... | Schulung 2: Recycling, sustainability, and Circular Economy | 37 |
| 3.3.1..... | Vortrag: Sustainability: An Introduction | 37 |
| 3.3.2..... | Vortrag: Life Cycle Analysis | 39 |
| 3.4..... | Schulung 3: Photovoltaics, Surge and Lightning Protection | 39 |
| 3.4.1..... | Vortrag: Earthing & Lightning Protection | 40 |

1 Einführung

Im Rahmen des Projekts MoNaL wurden Online und On-Site Schulungen zu den projektrelevanten Themen E-Mobilität, PV Installation und Recycling und Circular Economy gehalten. Dieses Dokument gibt eine Übersicht über die gehaltenen Schulungen sowie über die behandelten Themen.

Die durchgeführten Schulungen beziehen sich auf das Arbeitspaket 2, Punkt 2.4

„Schulung des Personals vor Ort für Betrieb und Wartung“ (Online-Schulungen)

und das Arbeitspaket 4, Punkt 4.2

„Planung/ Durchführung eines Trainings of Teachers and Professionals bei Don Bosco nach dem Qualifizierungskonzept: Grundlagen E-Mobilität, Mini-Grids und Recycling von Solarmodulen“ (On-Site-Schulungen)

Ergebnisse:

1. Qualifizierungskonzept

2. Training of Teachers

Ein erster Teil der Schulung zum Arbeitspaket 2.4 wurde online durchgeführt. Die Entscheidung wurde gemeinsam mit den Projektpartnern, die Hochschule Bochum und Don Bosco in Ghana beschlossen, um die Covid-bedingten Unsicherheiten u.a. bei der Reiseplanung ins Zielland Ghana aber auch der potenziellen Covid-bedingten personellen Ausfälle von TrainerInnen zu umgehen.

Mit den online gehaltenen Trainings wurde sichergestellt, dass der Wissenstransfer stattfand und damit ein für alle Projektpartner ausschlaggebendes Projektziel des MoNaL Projekts erreicht werden konnte.

Der zweite Teil wurde wie geplant in Präsenz in Ghana durchgeführt.

Die Themen beider Schulungs-Teile haben sich nach den im MoNaL Projekt behandelten Themen gerichtet:

1. Grundlagen der E-Mobilität
2. Mini-Grids
3. Recycling von Solarmodulen

2 Online Trainings, Januar 2022 (Arbeitspaket 2.4)

Die online Trainings haben auf drei aufeinanderfolgenden Samstagen im Januar 2022 stattgefunden:

- 15.01.2022: E-Mobility
- 22.01.2022: Photovoltaics and electrical engineering
- 29.01.2022: Recycling, sustainability, and circular economy

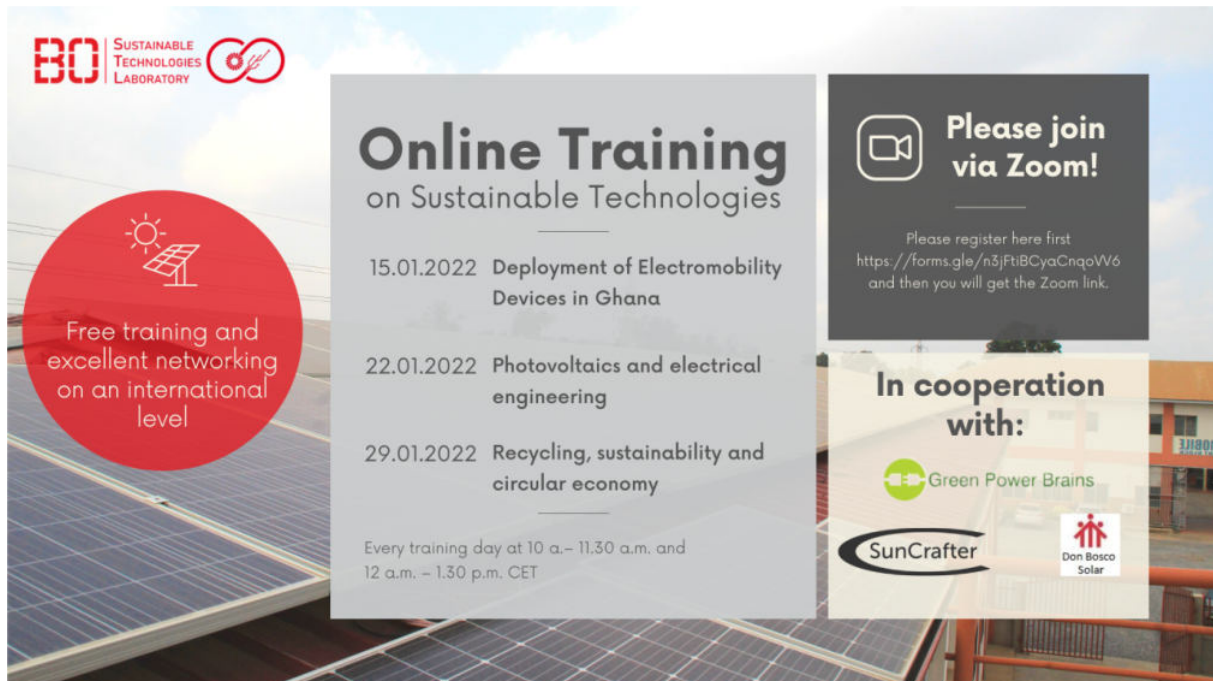


Abbildung 1: MoNaL Einladung Online Trainings

Vortragende waren VertreterInnen der Firmen Green Power Brains und SunCrafter GmbH, sowie VertreterInnen der Organisation „Ingenieure ohne Grenzen e.V.“.

Plattform: Zoom.

2.1 TeilnehmerInnen

93 Personen haben sich auf der dafür geschaffenen Website an der Hochschule Bochum für die Trainings angemeldet. Es wurden bewusst nicht personenbezogene Links für die Online Sessions verwendet, um eine größere Verteilung durch die angemeldeten TeilnehmerInnen an weitere Interessenten und Interessentinnen zu ermöglichen, was auch erfolgreich war. Z.B. hat aus Monrovia, Liberia eine Klasse der Don Bosco Technical High-School aktiv an der Schulung teilgenommen.

Die meisten TeilnehmerInnen waren LehrerInnen und SchülerInnen der Don Bosco Schulen in Tema, Ghana und Monrovia, Liberia, Studierende und Lehrende der Universitäten UENR in Sunyani, Ghana und KNUST in Kumasi, Ghana sowie VertreterInnen aus Politik und Wirtschaft in Ghana.

In der Tabelle weiter unten sind die Organisationen der TeilnehmerInnen aufgelistet.

Organisation

Columbus Diamond Ltd, Ghana

Energy43 Ltd, Ghana

Eyefon foundation, Ghana

Federal Government College, Kwali, Nigeria

GRANDHEDGE INTERNATIONAL, Ghana

Hochschule Bochum

Kwamo Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana

MicroEnergy International GmbH

Ministry of Energy, Ghana

Self employed

Strategic Power Solutions Ltd, Ghana

Translight Solar Ltd, Ghana

University of Energy and Natural Resources, Sunyani, Ghana

University of Hohenheim/Solar Cooling Engineering

University of Mines and Technology, Tarkwa, Ghana

Tabelle 1: Organisationen der TeilnehmerInnen an den MoNaL Online Schulungen

2.2 Schulung 1: Deployment of Electromobility Devices in Ghana

Online Training am 15.01.2022, 10:00 – 13:30 CET.

Moderation: Michele Velenderic, Green Power Brains

ReferentInnen:

- Gizem Yörür, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Franz Ringelhan, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Liza Wendzich, Suncrafter GmbH

Vorträge:

- E-Mobility Introduction, (IoG)
- E-Mobility Visions, (IoG)
- Off-grid Charging Stations, Suncrafter GmbH

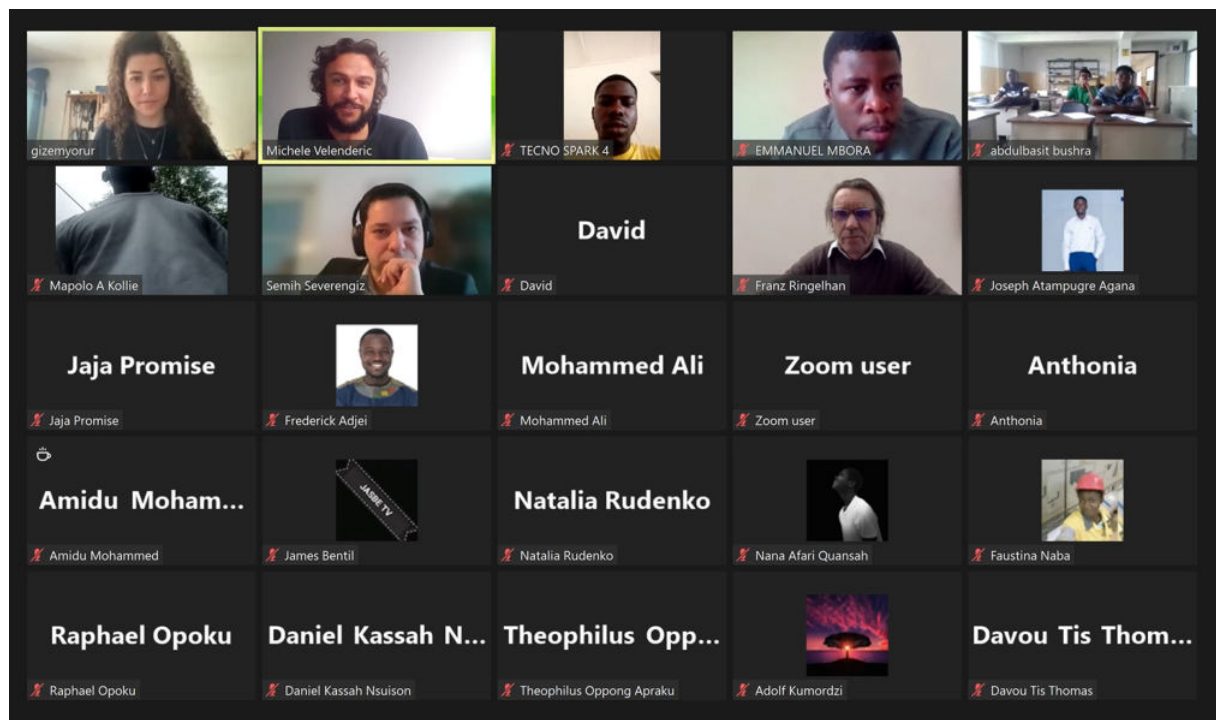


Bild 1: Begrüßung durch Prof. Dr. Semih Severengiz

2.2.1 Vortrag: E-Mobility Introduction

Referentin: Gizem Yörür, IoG

Themen:

- Motivation and Aim for E-Mobility
- Introduction to E-Mobility
- Electric Vehicles
 - o History
 - o Components
 - o Types of Vehicles
 - o Parameters of EVs
- Advantages & Challenges of Electric Vehicles
- Batteries in Electric Vehicles
- Charging Systems

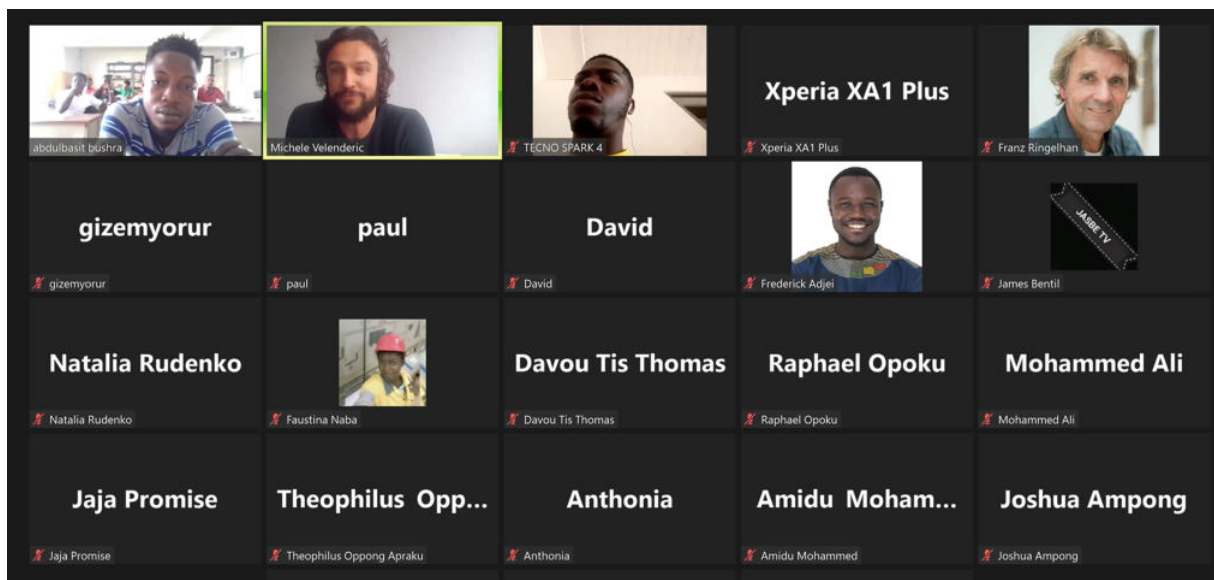


Bild 2: Q&A Session mit Fragenden aus Monrovia, Liberia

2.2.2 Vortrag: E-Mobility Visions

Referent: Franz Ringelhan

Themen:

Übersicht über vorhandenen E-Fahrzeuge, über die alleinige Mobilität hinaus. Vorgestellt wurden existierende elektrisch betriebene Fahrzeuge wie Busse und Traktoren, sowie weitere elektrisch betriebene Geräte, wie Schubkarren und Visionen für die weitere Entwicklung von E-Mobilität.



Bild 3: Folie aus Vortrag E-Mobility Visions

2.2.3 Vortrag: Off-Grid Charging Stations

Referentin: Lisa Wendzich, Suncrafter GmbH

Themen:

- E-Micromobility.
- Vorstellung der von der Suncrafter GmbH entwickelten off-grid Ladestation für kleine E-Fahrzeuge wie Lastenräder und E-Mopeds.
- Environmental Impact

WHY MICRO E-MOBILITY? WHY SOLAR POWERED?

 SunCrafter

The right infrastructure will enable micro mobility to succeed

- Can substitute up to 8% of car trips (in US), facilitate multimodal transport and support municipalities in realizing carbon reduction goals (McKinsey 2019)
- Motorized yet affordable and clean
- Infrastructure crucial to enable any type of mobility
- Charging of e-vehicles an obstacle where power connections unstable or not existent. (In Europe also a problem though).
- Off-grid solar a suitable solution in terms of amount of power and voltage level. Using ample irradiation in Ghana.

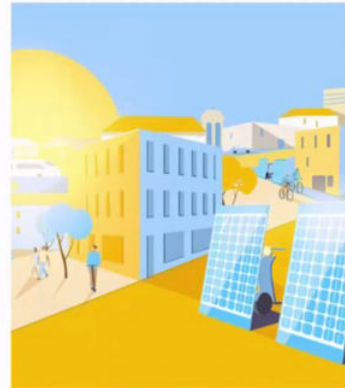


Bild 4: Folie aus Vortrag Off-Grid Charging Stations

2.3 Schulung 2: Photovoltaics and electrical engineering

Online Training am 22.01.2022, 10:00 – 13:30 CET.

Moderation: Michele Velenderic, Green Power Brains

ReferentInnen:

- Anna Spepsi, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Paul Stepan, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Günter Hertlein, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München

Vorträge:

- Electrical Protection, IOG
- Load Management for PV Systems, IOG
- Earthing and Lightning Protection, IOG

2.3.1 Vortrag: Electrical Protection

Referentin: Anna Spepsi, IOG

Themen:

- Electrical work safety
 - o Rules for working on live parts
 - o Why is electricity dangerous for the human body?
 - o Danger from electricity at different voltage levels
 - o Body reactions from electric shocks
 - o Danger from electricity in a PV System
 - o Measuring strings or modules
- Protection of electrical systems
 - o Protection classes
 - o Protection arts of electrical equipment
- Electrical equipment and their function

- Fuse switch, disconnecting switch, load-break switch (e.g., grid and plant protection)
- RCD's
- MCB
- Grid topography
 - TN-C
 - TN-S
 - TN-C-S
 - TT
 - IT

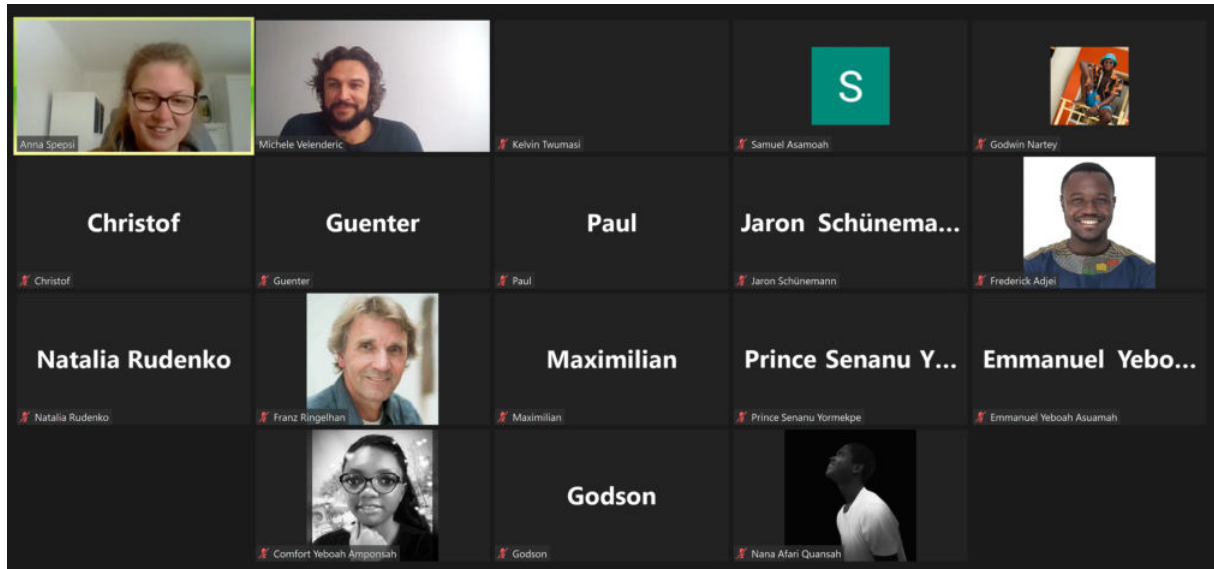



Bild 5: Screenshot aus Vortrag Electric Protection

Electrical work safety



- Rules for working on live parts
- Why is electricity dangerous for the human body?
- Danger from electricity at different voltage levels
- Body reactions from electric shocks
- Danger from electricity in a PV System
- Measuring strings or modules

Bild 6: Folie aus Vortrag Electric Protection

2.3.2 Vortrag: Earthing and Lightning Protection

Referent: Paul Stepan, IOG

Themen:

- Earthing
 - o Definitions
 - o Types of Connections
 - o Components of the earthing system
- Property of lightning and lightning currents
- Lightning overvoltage assessment procedure

Photovoltaics and Electrotechnics

Earthing & Lightning protection



1. Earthing
 1. Definitions
 2. Types of Connections
 3. Components of the earthing system
2. Property of lightning and lightning currents
3. Lightning overvoltage assessment procedure

Bild 7: Vortrag Earthing & Lightning Protection, Themen

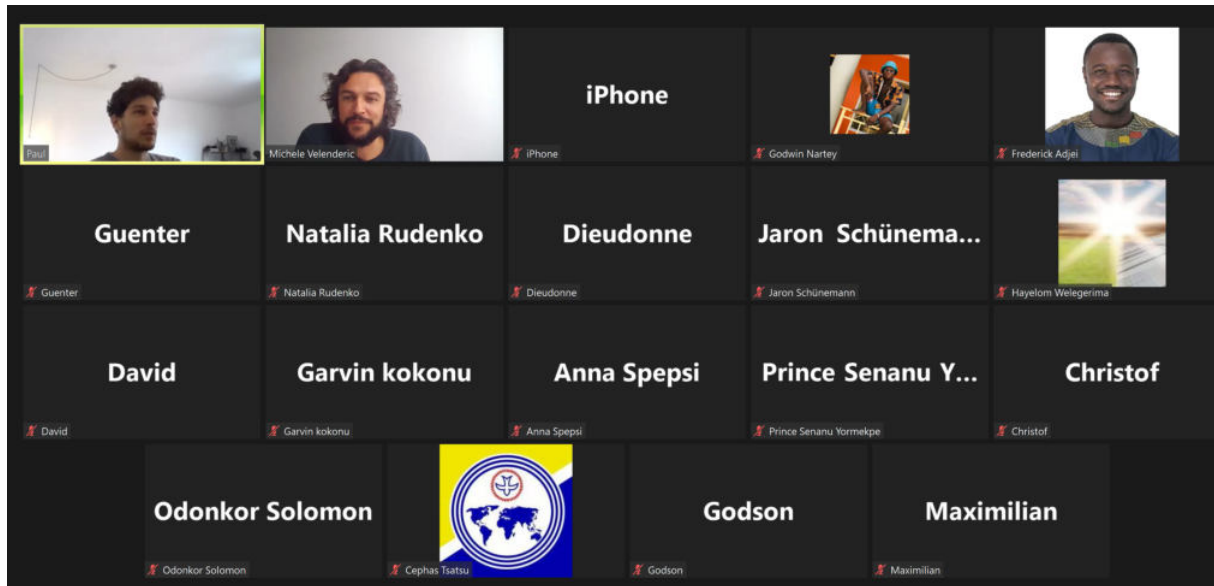



Bild 8: Screenshot aus Vortrag Earthing and Lightning Protection

Relevant definitions



**INGENIEURE
OHNE
GRENZEN**


- Earth 
- Earth electrode (1)
- Earthing conductor (2)
- Earth electrode resistance
- Main protective conductor (3)
- Exposed-conductive-part: Conductive part of equipment, which can be touched but is not a live part, but may become live due to electrical fault events.
- Extraneous-conductive-part (4)
- Bonding conductor (5)

Bild 9: Folie aus Vortrag Earthing and Lightning Protection

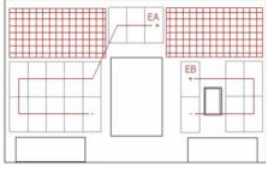
2.3.3 Vortrag: Load Management in PV Systems

Referent: Günter Hartlein, IOG

Themen: Vorstellung einer Smart-Home Case Study mit PV Installation und automatische Verbrauchersteuerung.


Photovoltaic System Home Solution: PV Generation

Concept




Realization





Photovoltaic system:

- High performance modules from Sanyo / Panasonic
- 19 modules: 240W each ▶ 4,56 kWp
- Orientation: SSW (-26°) / roof inclination: 32°
- Systemcomponents: voltage inverter (DC ▶ AC), control unit (Sunny Home Manager)
- Measurement of solar radiation for determination of actual efficiency
- Annual avoidance of CO₂ emission: 3.994 kg/a

Christof

Michele Velend...

Michele Velenderic

abdulbasit bushra

Guenther

Guenther

Paul

Paul

Godson

Godson

Jaron Schünem...

Jaron Schünemann

Bild 10: Folie aus Vortrag Load Management in PV Systems

Types of Electrical Loads

| High consumption & storage capabilities | Medium loads but dependance on user behaviour | Base loads |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Charging stations for electrical vehicles • Hot water heating systems • Air conditioning systems • Heat pumps • Watering systems (e.g. pumps) | <ul style="list-style-type: none"> • Tumble dryers • Washing machine • Dishwasher • Sanitary devices • Tools • Kitchen appliances | <ul style="list-style-type: none"> • Lightning • Heating pumps • IT / Computers • Consumer electronics • Fridges and coolers • Lightning system |

Davou Tis Thom...

Davou Tis Thomas

Michele Velend...

Michele Velenderic

Godwin Nartey

Guenther

Guenther

Paul

Paul

Godson

Godson

iPhone

Bild 11: Folie aus Vortrag Load Management in PV Systems, Types of Electrical Loads

GPB MoNaL Trainings Report

04/2022

Seite 14

Influence of User Behaviour

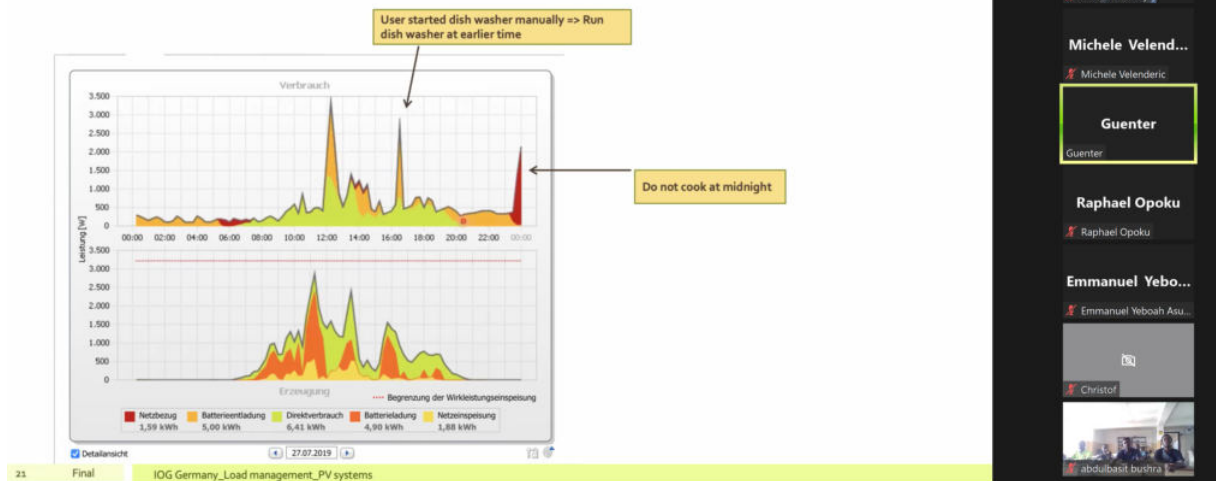


Bild 12: Folie aus Vortrag Load Management in PV Systems, Influence of User Behaviour

2.4 Schulung 3: Recycling, sustainability, and circular economy

Online Training am 29.01.2022, 10:00 – 13:30 CET.

Moderation: Michele Velenderic, Green Power Brains

ReferentInnen:

- Maximilian Wernstädt, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Gizem Yörür, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Victor Bub, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Lisa Wendzich, Suncrafter GmbH

Vorträge:

- Sustainability, Recycling and Circular Economy, IOG
- Maintenance of PV Systems
- Recycling of PV Panels, Suncrafter GmbH

MoNaL online trainings

Saturday, January 29th 2022

9 a.m. Ghana and Liberia

Today's topics:

- sustainability
- circular economy
- maintenance
- recycling

Contact: info@greenpowerbrains.com

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences 

 UENR | University of Energy
& Natural Resources


Don Bosco
Solar


INGENIEURE
OHNE
GRENZEN

Supported by:

 Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



based on a decision of the German Bundestag

Bild 13: Sustainability and Circular Economy Welcome Folie

2.4.1 Vortrag: Sustainability, Recycling and Circular Economy

ReferentInnen:

- Maximilian Wernstädt, IOG
- Gizem Yörür, IOG

Themen:

- Motivation and Aim
- Sustainability
- Circular economy
- Maintenance for longer use
- Repair vs. Recycle
- Recycling

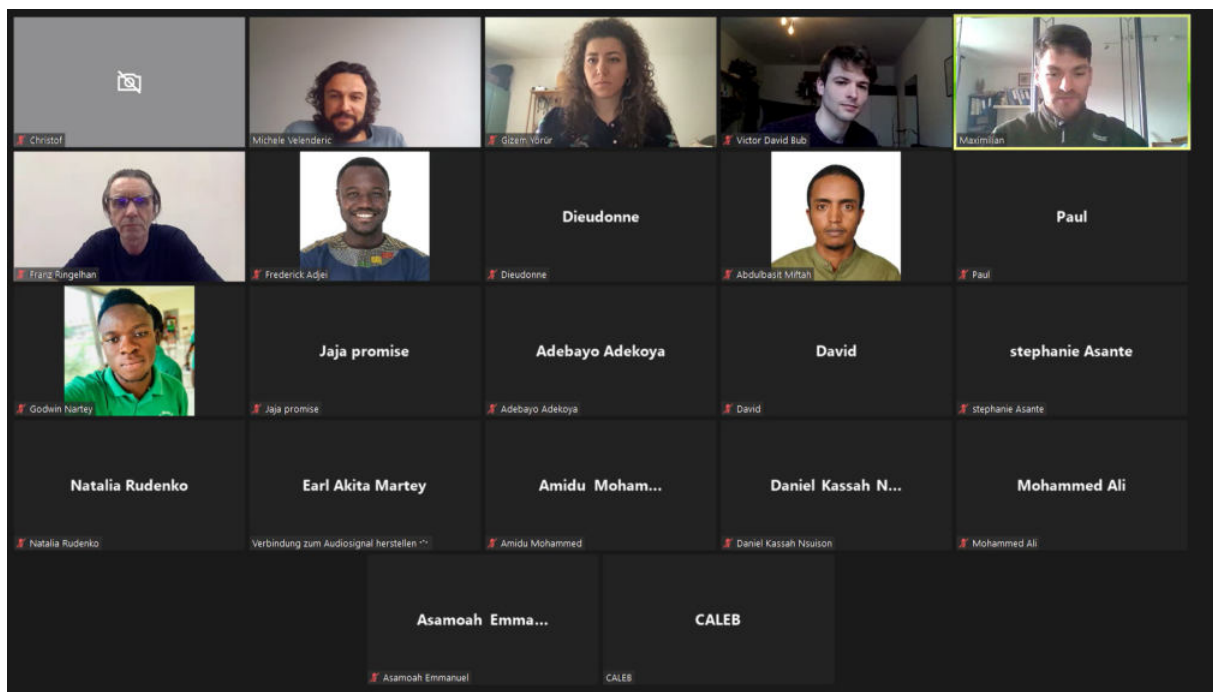



Bild 14: Screenshot aus Vortrag Sustainability, Recycling & Circular Economy

MoNaL – Training for Teachers

Sustainability & Recycling



AGENDA

- Motivation and aim
- Sustainability
- Circular economy
- Maintenance for longer use
- Repair vs. Recycle
- Recycling

01 / 2022 Ingenieure ohne Grenzen e.V. 3

Bild 15: Vortrag Sustainability, Recycling and Circular Economy Agenda



WHAT IS SUSTAINABILITY?



Stand: 02/2021 Ingenieure ohne Grenzen e.V. 5

Bild 16: Folie aus Vortrag Sustainability, Recycling and Circular Economy

2.4.2 Vortrag: Maintenance of PV Systems

Referent: Victor Bub, IOG

Themen:

- PV Maintenance
- Batteries Maintenance
- Repair vs. Recycle
 - o Root Cause Analysis
 - o Recycling

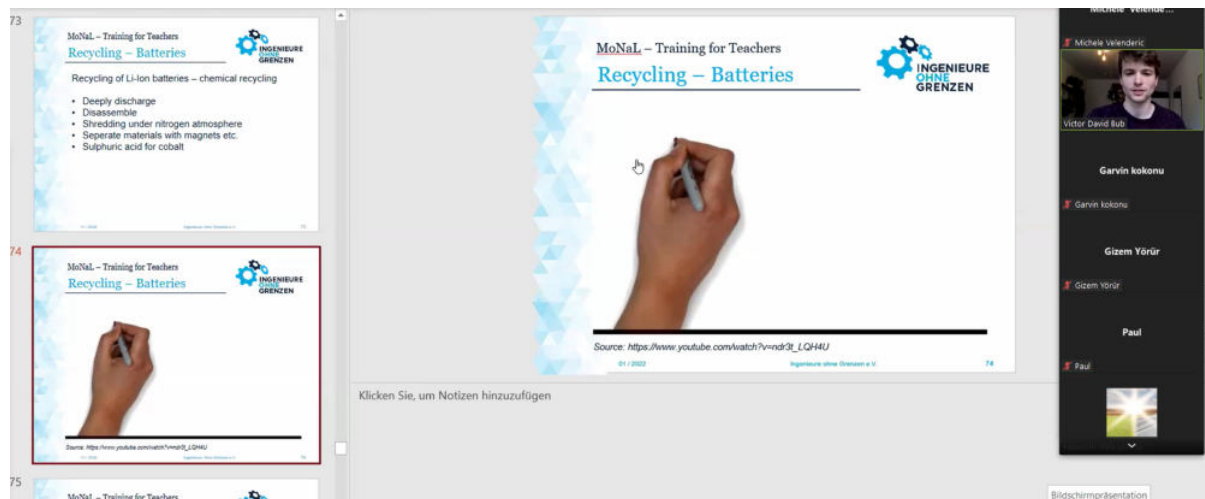



Bild 17: Folie aus Vortrag Maintenance of PV Systems

MoNaL – Training for Teachers

Repair vs. Recycle



- Remember: Recycling should be the last option.
- Once a product does not complete its function any more it's time to repair it!
 - Main challenge often isn't the repair itself, but it is **finding the root cause of the problem**
 - In general, a systematic approach helps
 - **Root Cause Analysis**

01 / 2022
Ingenieure ohne Grenzen e.V.
50

Bild 18: Folie aus Vortrag Maintenance of PV Systems, Repair vs. Recycle

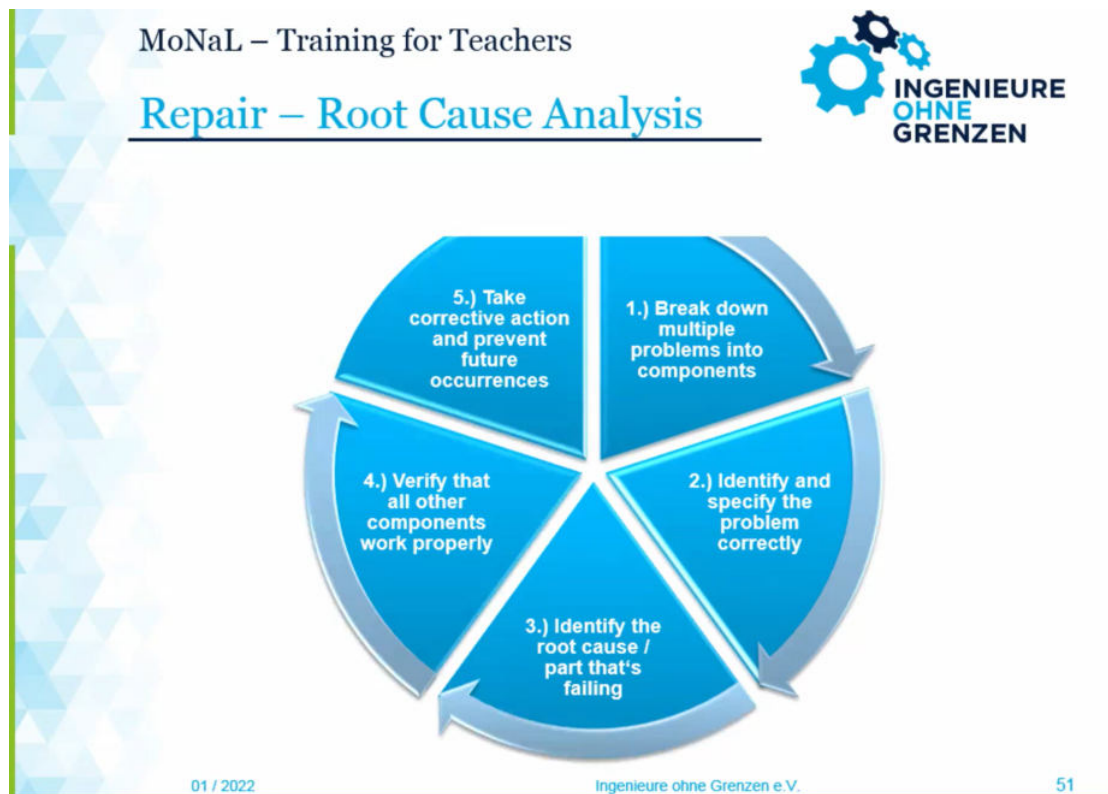


Bild 19: Folie aus Vortrag Maintenance of PV Systems, Root Cause Analysis

2.4.3 Vortrag: Recycling of PV Panels

Referentin: Lisa Wendzich, Suncrafter GmbH

Themen:

- Solar Waste
- Re-use Potential of PV Panels
 - o Guideline for the Assessment & Rehabilitation of Used c-Si Solar Modules
 - Visual Inspection
 - Inspect & Repair: High or Low Voltage
 - Cell Inspection: High or Low Voltage
 - Flash Test Power Output
 - Simple Electrical Inspection & Sorting
- Rehabilitation Process for PV Modules

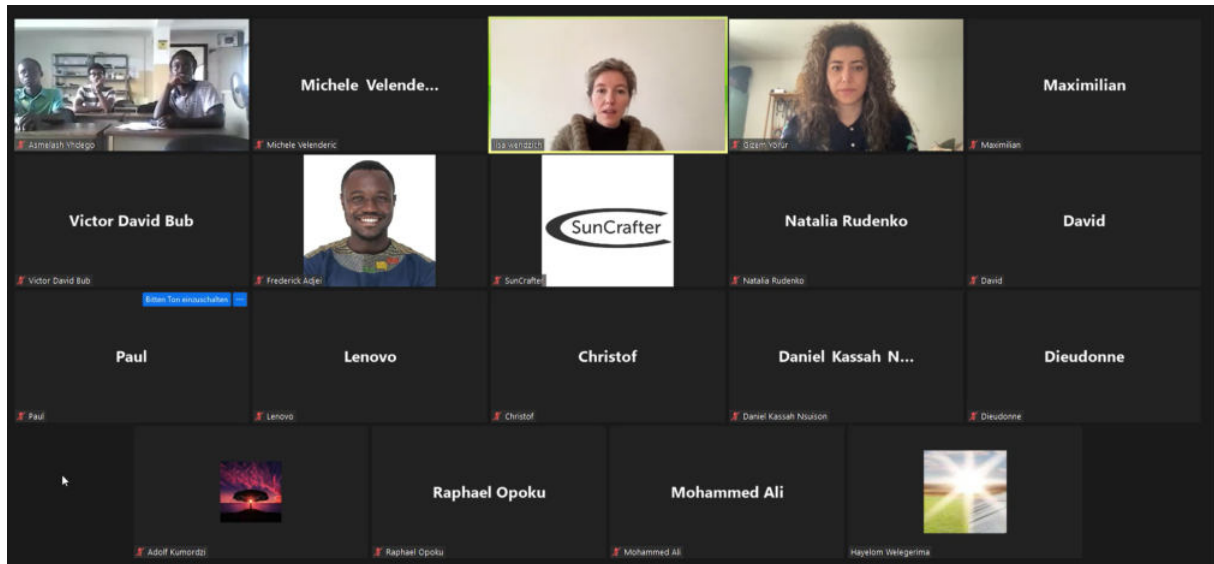


Bild 20: Screenshot aus Vortrag Recycling of PV Panels

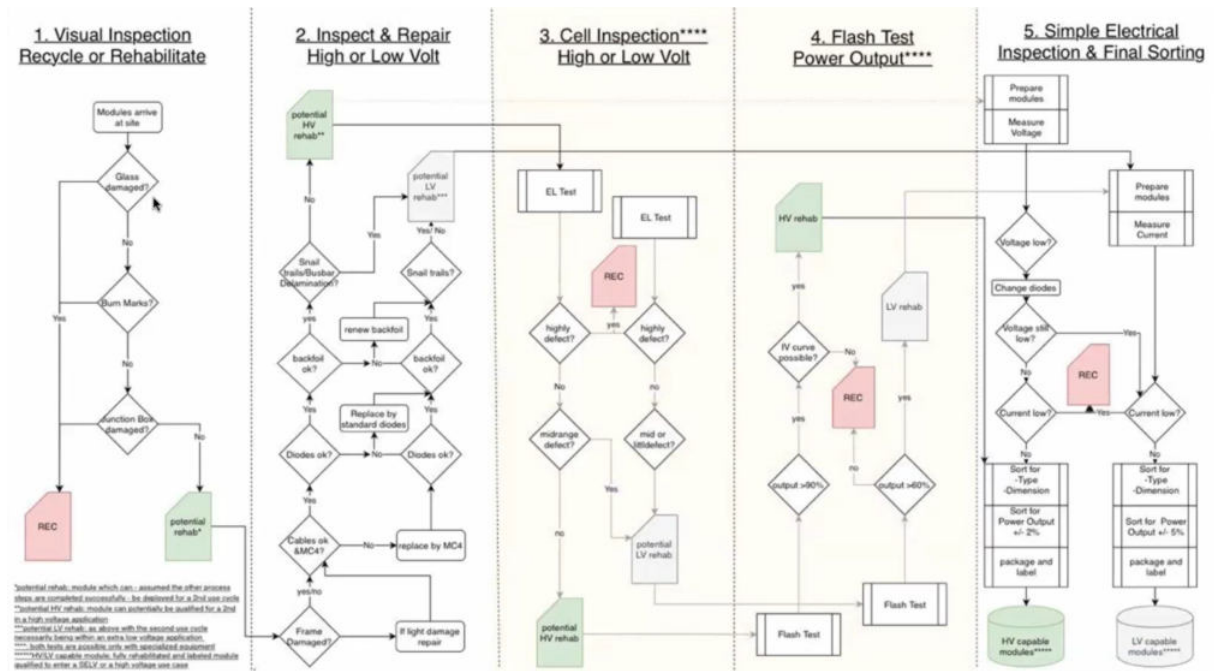


Bild 21: Folie aus Vortrag Recycling of PV Panels

3 On-Site Trainings in Tema, Ghana, März 2022 (Arbeitspaket 4.2)

Die Trainings vor Ort haben zwischen 21.03.2022 und 31.03.2022 stattgefunden:

- 21. und 22.03.2022: E-Mobility
- 23.-25.03.2022: Recycling, sustainability and circular economy
- 28.-31.03.2022: Photovoltaics surge and lightning protection

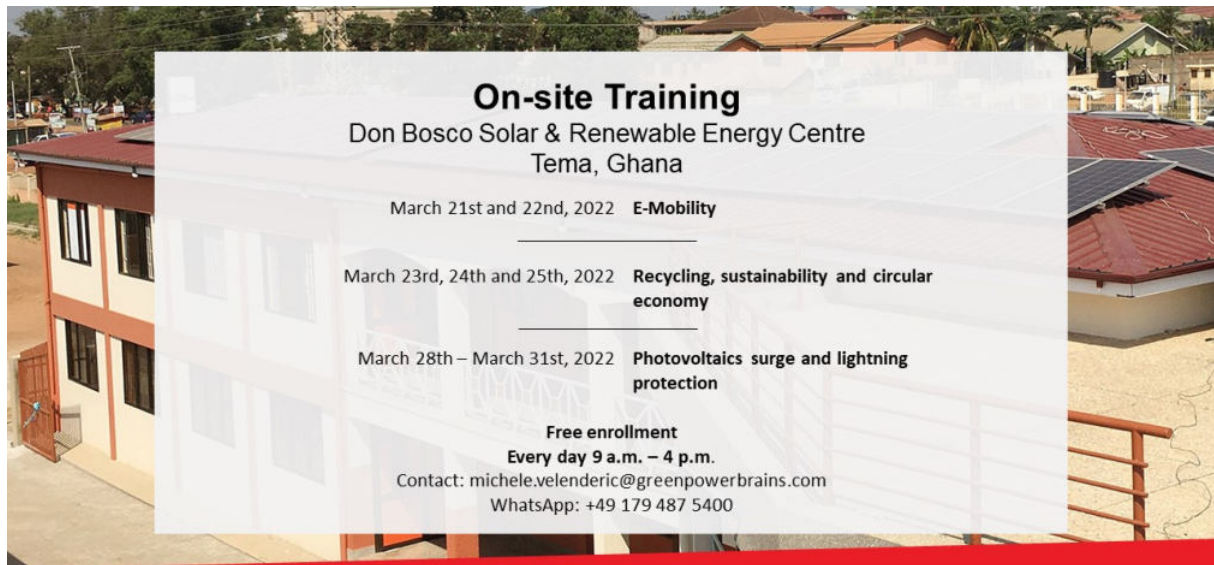


Bild 22: Einladung On-Site Training @ Don Bosco Solar & Renewable Energy Centre, Tema, Ghana

Die Trainings haben bei dem Projektpartner in Tema, Ghana stattgefunden, im Don Bosco Solar & Renewable Energy Centre.

Vortragende waren Vertreter der Firma Green Power Brains, VertreterInnen der Organisation „Ingenieure ohne Grenzen e.V.“ sowie Vertreter der Hochschule Bochum.

Gastvortragende der ghanaischen Firmen Solar Taxi und Cargo Bike haben Vorträge über die respektiven Firmen sowie über deren Produkte und den Markt gehalten.

3.1 TeilnehmerInnen

Die erste Zielgruppe der Trainings waren Lehrerinnen und Lehrer des Don Bosco Solar & Renewable Energy Centre sowie der Don Bosco Berufsschule vor Ort.

Darüber hinaus haben VertreterInnen von den folgenden Firmen und Institutionen an den Trainings teilgenommen:

| Organisation |
|--|
| Ministry of Energy |
| AB Solar Ltd. |
| Solar Taxi Ltd. |
| Cargo Bike Ltd. |
| Ghatronic Foundation |
| Artur-Waser-Stiftung |
| University of Energy and Natural Resources |

Tabelle 2: Organisations der TeilnehmerInnen an den On-Site Trainings

3.2 Schulung 1: E-Mobility

Ort: Don Bosco Solar & Renewable Energy Centre, Tema, Ghana

Datum: 21. und 22.03.2022, 9 – 16 Uhr

Moderation: Michele Velenderic, Green Power Brains

ReferentInnen:

- Gizem Yörür, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Victor Bub, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Hermann Straßberger, Hochschule Bochum
- Michele Velenderic, Green Power Brains

Vorträge:

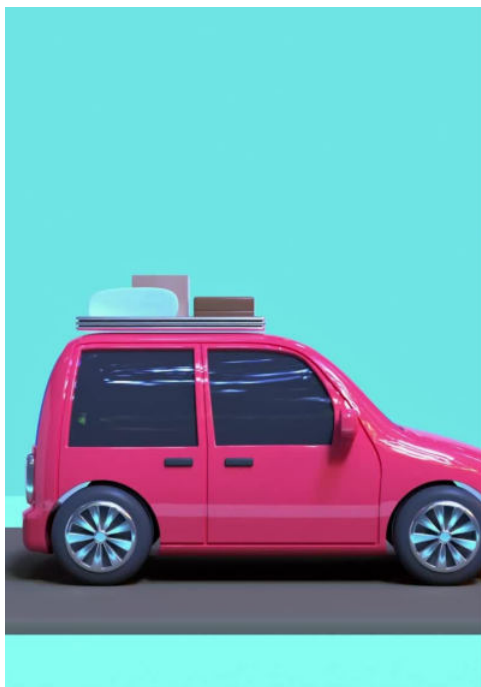
- E-Mobility Introduction and Overview
- Urban Mobility Concepts
- E-Bike and DIY Conversion
- E-Mobility for Public Transportation – Use Case Study

3.2.1 Vortrag: E-Mobility Introduction and Overview

Referentin: Gizem Yörür, IOG

Themen:

- Motivation and Aim for E-Mobility
- Introduction to E-Mobility
- Electric Vehicles
 - o History
 - o Components
 - o Types of Vehicles
 - o Parameters of EVs
- Advantages & Challenges of Electric Vehicles
- Batteries in Electric Vehicles
- Charging Systems



Agenda

1. Motivation and aim
2. Introduction
3. Electric Vehicles (EVs)
4. Advantages & Challenges of EVs
5. EV Parameters
6. Batteries in EVs
7. EV Charging Systems

3

Bild 23: Folie aus Vortrag E-Mobility Introduction and Overview, Agenda

3.2.2 Vortrag: Urban Mobility Concepts

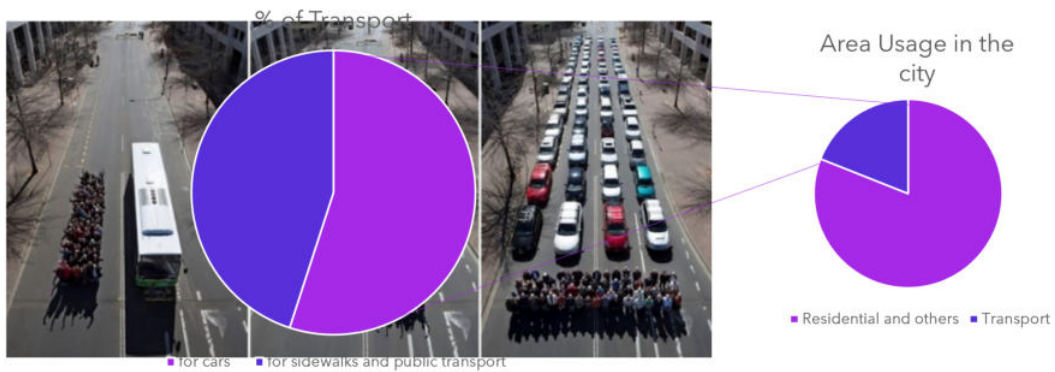
Referentin: Gizem Yörür, IOG

Themen:

Konzepte für die Urbane Mobilität.

- Introduction
- New Mobility
- Vehicles
- Business Models
- Costs

Spatial footprint of transport and mobility



Source: Stefan Gössling, Marcel Schröder, Philipp Späth & Tim Freytag (2016) Urban Space Distribution and Sustainable Transport,

What can technology offer for cities?



- Car sharing
- Self-service rental
- Public transportation trip planning
- As a tourist we can move
- E-hailing
- Shared trips
- Rely on taxi rides

Bild 24: Folien aus Vortrag Urban Mobility Concepts

3.2.3 Vortrag: E-Bike and DIY Conversion

Referent: Victor Bub, IOG

Themen:

E-Fahrräder und Konversion von Fahrrädern in E-Fahrrädern. Übersicht und Anleitung für den Auswahl von Komponenten und Einbau von E-Motoren auf „konventionellen“ Fahrrädern.



Bild 25: Folie aus Vortrag E-Bike and DIY Conversion

3.2.4 Vortrag: E-Mobility for Public Transportation – Use Case Study

Referent: Michele Velenderic, Green Power Brains

Themen:

Vorstellung eine Studie für die Einführung von E-Bussen in der Ghana Free Trade Zone, ein Gewerbegebiet in Tema, Ghana.

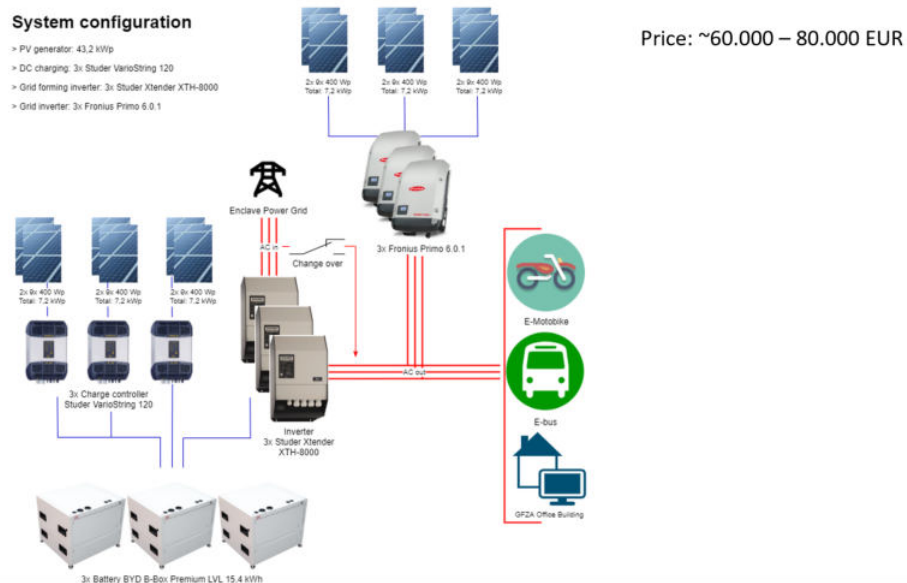
Charging after morning run

| Time start | Time end | Irradiance start [W/m ²] | Irradiance end [W/m ²] | Irradiance average [W/m ²] | Energy produced [kWh/m ²] | |
|--------------|----------|--------------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|------------|
| 8 | 9 | 246.83 | 387.58 | 317,21 | 0.3 | |
| 9 | 10 | 387.58 | 496,43 | 442 | 0.4 | |
| 10 | 11 | 496.43 | 610.48 | 553.46 | 0.5 | |
| Total | | | | | | 1.2 |

$$PV \text{ generator size} = \frac{\text{Needed energy}}{\text{Effective sunshine hours}} = \frac{44 \text{ kWh}}{1.2 \text{ h}} = 36.7 \text{ kWp}$$

More PV is recommended

PV system configuration



Cost comparison grid - PV

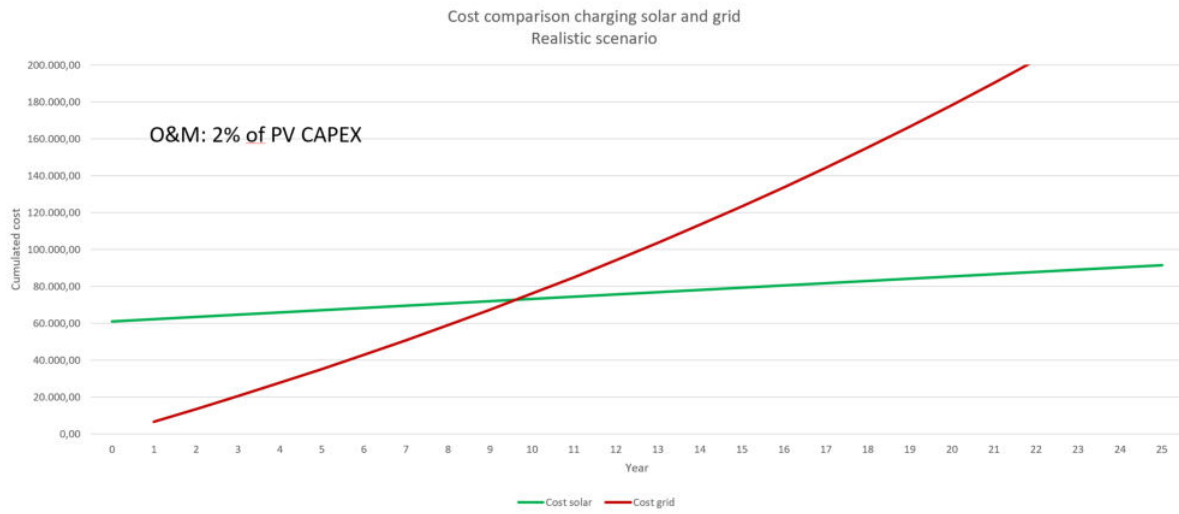


Bild 26: Folien aus Vortrag E-Mobility for Public Transportation – Use Case Study

3.2.5 Hands On-Session: E-Bikes and E-Scooters Components, Assembly, Maintenance and Operation

Referent: Hermann Straßberger, Hochschule Bochum

Themen:

Hands-On Session mit Erklärung über Komponenten, Aufbau, Instandhaltung und Troubleshooting sowie Verwendung von E-Lastenrädern und E-Mopeds beschaffen im Rahmen des Projekts MoNaL.









3.2.6 Gastvortrag: Firma Solar Taxi Ltd.

Themen:

Firmenvorstellung und Vorstellung von E-Fahrzeugen, die von der Firma Solar Taxi Ltd. in Ghana vertrieben und gewartet werden (E-Pick-up) bzw. in Ghana zusammengebaut werden (E-Moped).

Praktische Session an den Fahrzeugen, Erklärung der Funktionsweise, Fahrtests.



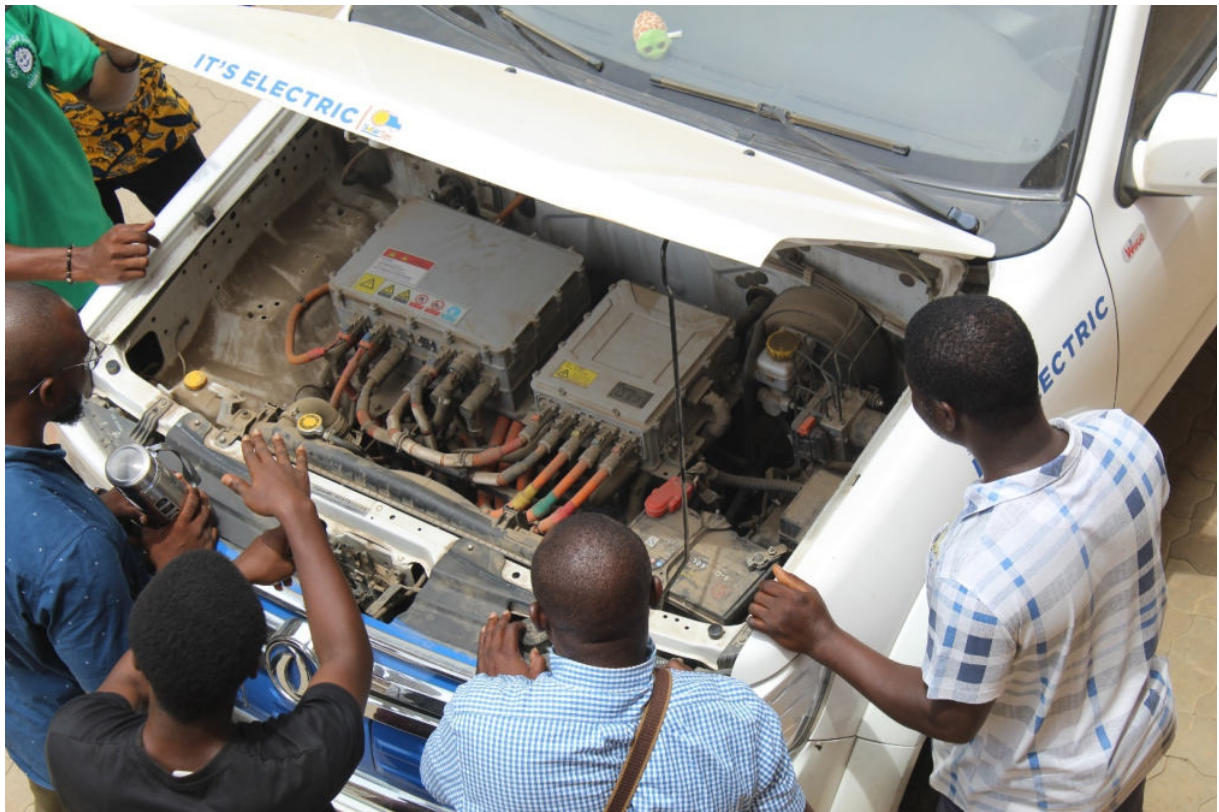




Bild 27: Bilder des Gastvortrags der Firma Solar Taxi Ltd. und der Hands-On Session

3.2.7 Gastvortrag: Firma Cargo Bike Ltd.

Themen:

Firmenvorstellung und Vorstellung eines durch die Firma Cargo Bike kovertierten Fahrrads in Ghana.



Bild 28: Bilder des Gastvortrags der Firma Cargo Bike Ltd.

3.3 Schulung 2: Recycling, sustainability, and Circular Economy

Ort: Don Bosco Solar & Renewable Energy Centre, Tema, Ghana

Datum: 23.-25.03.2022, 9 – 16 Uhr

Moderation: Michele Velenderic, Green Power Brains

ReferentInInnen:

- Gizem Yörür, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Dr.-Ing. Sebastian Finke, Hochschule Bochum

Vorträge:

- Sustainability: An Introduction, IOG
- Life Cycle Analysis, Hochschule Bochum

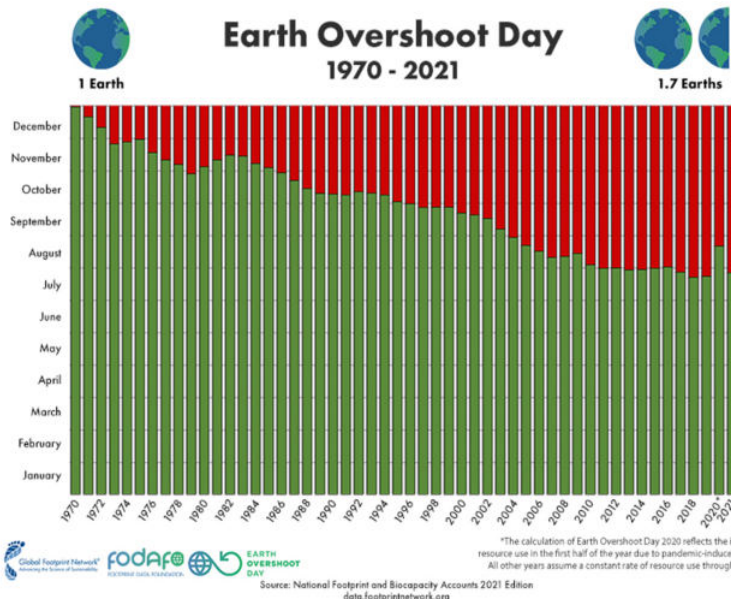
3.3.1 Vortrag: Sustainability: An Introduction

Referentin:

- Gizem Yörür, IOG

Themen:

- Sustainability
- Important Terms to Sustainability
- Sustainable Development
- Sustainability in Different Sectors
- Case Study: Sustainability in Urban Transport
- Sustainability in Our Daily Life



Overshoot Day Ghana:

October 16, 2022

Overshoot Day Germany:

May 4, 2022

Country Overshoot Days 2021

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...

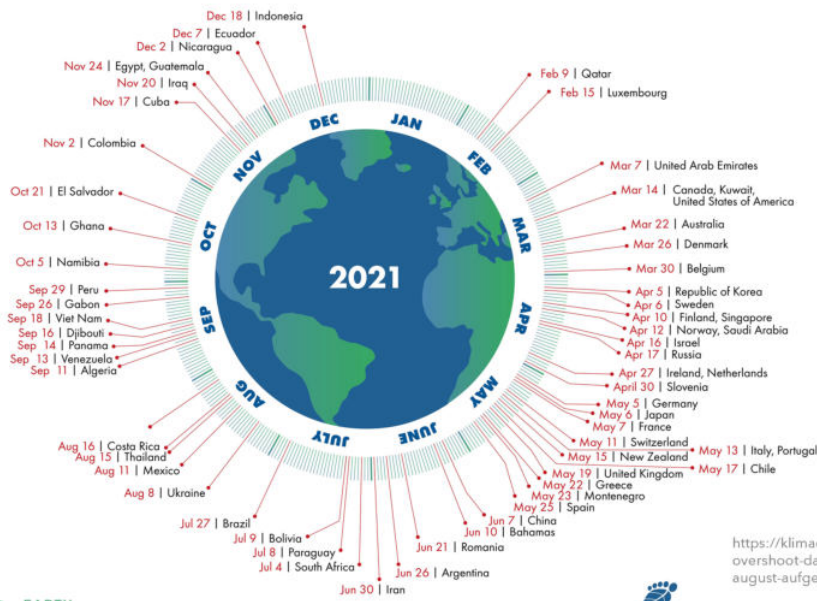




Bild 29: Folien aus dem Vortrag Sustainability: An Introduction

3.3.2 Vortrag: Life Cycle Analysis

Referent:

- Dr.-Ing. Sebastian Finke, Hochschule Bochum

Themen: Life Cycle Analysis Einführung mit diversen Beispielen und praktischer Gruppenarbeit.

3.4 Schulung 3: Photovoltaics, Surge and Lightning Protection

Ort: Don Bosco Solar & Renewable Energy Centre, Tema, Ghana

Datum: 28.-31.03.2022, 9 – 16 Uhr

Moderation: Michele Velenderic, Green Power Brains

Referenten:

- Paul Stepan, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München
- Günter Hertlein, Ingenieure ohne Grenzen e.V. (IOG), Regionalgruppe München

Vorträge:

- Earthing & Lightning Protection, IOG
- PV Load Management, IOG

3.4.1 Vortrag: Earthing & Lightning Protection

Referenten:

- Paul Stepan, IOG
- Günter Hertlein, IOG

Themen:

- Theorie zur Erdung
- Erdungsschemata
- Übung: Messung vom Erdungswiderstand
- Übung: Planung der Erdung von verschiedenen Gebäuden am Don Bosco Capus in Tema, Ghana
- Theorie zum Blitzschutz
- Blitzschutz Risk Assessment, Komponenten, Kosten
- Übung: Site Assessment
- Load Management am Beispiel eines Smart Homes
- Marktübersicht Load Management Technik
- Übung: PV Anlageplanung
- Vorstellung PV Anlage Don Bosco Technical High School, Monrovia, Liberia
- Übung: Planung von Erdung und Blitzschutz für den Don Bosco Campus in Monrovia, Liberia

Photovoltaics and Electrotechnics

Earthing & Lightning protection



| | | | | |
|-----------|--|---|---|--|
| Session 1 | Earthing basics | Presentation of results | Load management for a household with PV installation | Introduction into the PV system in Liberia as an example |
| Session 2 | Standardized earthing schemes and assessment | Lightning protection systems Risk assessment Components and pricing | Overview of market situation and prices | Practical: Earthing and lightning protection assessment |
| Session 3 | Practical: <ul style="list-style-type: none"> • Measurement of the Earthing resistance • Interconnection in earthing schemes | Practical: Site assessment | Practical: Assessment of daily and annual Energy demand | Presentation of results |
| Session 4 | Earthing assessment for Don Bosco grid | Presentation of results | Presentation of results | |

Stand: 02/2021 Ingenieure ohne Grenzen e.V. 2

Bild 30: Earthing & Lightning Protection Training Agenda



Bild 31: Gruppenbild bei der Abschlusszeremonie (nur Don Bosco TeilnehmerInnen)