

## Lernsequenz 2: Erkundung einer Photovoltaikanlage

Phasen	Lehr-/Lern-Aktivitäten	Didaktische Hinweise	Materialien	Zeit
Vorbereitung auf Erkundung	Ausbilder erläutert das geplante Vorhaben, zwei PV-Anlagen zu besichtigen. Azubis bearbeiten die Aufgabenstellungen aus den Leittexten zu den PV-Grundlagen.	Nach Möglichkeit sollten zwei bestehende Anlagen mit unterschiedlicher Konzeption (Inselanlage, Netzanlage) von jeweils einer Gruppe besichtigt werden. Damit ein gewisses Basiswissen vorhanden ist und sinnvolle Fragen zu den Anlagen formuliert werden können, sollen sich die Azubis mit den Aufgaben in den Leittexten auseinandersetzen.	Leittexte	45'
Entwicklung des Erkundungsinstrumentariums	Azubis entwickeln für die Erkundung einen Leitfaden. Azubis präsentieren ihre Ergebnisse. In einer Plenumsdiskussion werden die Erkundungsmaterialien zusammengestellt.	Neben der Erkundung der Anlagentechnik (PV-Anlagentyp, Solarmodultyp, Größe und Ausrichtung, Wechselrichter, Regler, Akkumulator, usw.) sind vor allem Fragen zur Motivation des Betreibers, Kosten, Förderung, Energieertrag, Einspeisevergütung, Montage, Wartung, Störungen zu formulieren.	OH-Folien Leittexte	45'
Organisation der Erkundung	Ausbilder erläutert die Rahmenbedingungen für die Erkundung. Unterrichtsgespräch über die Organisation der Erkundung sowie die Ergebnissicherung. Unterrichtsgespräch über Verhaltensregeln.	Einteilung in z.B. Interviewteam, Filmteam, Datenerhebungsteam. Bedeutsam sind auch Vereinbarungen über Verhaltensregeln, z.B. höfliches Auftreten gegenüber dem Kunden, pfleglicher Umgang mit dem Eigentum des Kunden, auf Unfallgefahren achten.	Leittexte	15'
Durchführung der Erkundung	Azubis führen das Interview mit dem Betreiber und Ersteller der Anlage durch und erstellen darüber ein Protokoll. Azubis ermitteln die Anlagendaten mit Hilfe des Erhebungsbogens. Azubis dokumentieren die Erkundung mit Hilfe einer Videokamera.	Ersteller und Betreiber der Anlage sollten vorher über die Zielsetzungen der Lerneinheit informiert sein. Neben den technischen Details sollten sie in der Lage sein, ökologische und wirtschaftliche Aspekte darzustellen. Wichtig sind auch Informationen über Montage, Wartung und Störungen der Anlage.	Kompass Schreibunterlagen Erhebungsbogen Interviewleitfaden Videokamera	90'
Auswertung der Erkundung	Azubis bereiten die Erkundungsergebnisse in Gruppenarbeit auf.	In den Gruppen sollte die Präsentationsvorbereitung arbeitsteilig erfolgen (Interviewprotokoll, Anlagenskizze, Videoaufbereitung).	Videoanlage bzw. Beamer Wandzeitung OH-Folie	45'
Präsentation der Erkundungsergebnisse	Die beiden Erkundungsgruppen stellen ihre Ergebnisse mit Hilfe von Wandzeitung, OH-Folien und Videofilm vor. Die Ergebnisse werden im Plenum diskutiert.	Es ist darauf zu achten, dass bei der Präsentation mehrere Azubis pro Gruppe beteiligt sind.	Videoanlage bzw. Beamer Wandzeitung OH-Folie	30'
			Summe	270'

### 3. Photovoltaik

#### Lernsequenz 3: Experimente zur Photovoltaik

Phasen	Lehr-/Lern-Aktivitäten	Didaktische Hinweise	Materialien	Zeit
Hinführung zu den Experimenten	Ausbilder stellt den geplanten Verlauf der Lernsequenz vor und fragt, von welchen Faktoren der Energieertrag einer PV-Anlage vermutlich abhängt. Azubis äußern sich über Vermutungen zu Einflussgrößen auf den solaren Energieertrag und deren experimentelle Überprüfung.	Aufgrund der bisherigen Erfahrungen werden die Azubis in der Lage sein, entsprechende Faktoren zu benennen, z.B. solares Energieangebot, Ausrichtung der Solarmodule, Solarmodularten.	PPP oder Folie	15'
Vorbereitung der Experimente	Ausbilder stellt die Experimentiereinrichtungen vor. Azubis teilen sich in Gruppen auf und informieren sich über die Versuchsanordnungen.	Die Vorbereitung der Lernstationen ist relativ zeitaufwendig. Vor allem müssen die notwendigen Materialien zur Verfügung stehen. Es ist unbedingt erforderlich, dass der Ausbilder die angedachten Versuche vorher schon mal selbst durchgeführt hat.	Lernstationen Leittexte	30'
Durchführung der Experimente	Gruppen führen mit Hilfe der Leittexte die Versuche an jeder Lernstation durch (rotierendes Verfahren).  Beschreibung der Phänomene Aufnahmen der Messwerte Protokollieren der Ergebnisse	Die Azubis sollen relativ selbstständig mit Hilfe der Leittexte die Versuche durchführen. Es sollen 4 Lernstationen aufgebaut werden, die von jeder Gruppe durchlaufen werden. Erfahrbare sollen werden: Energieertrag bei unterschiedlicher Ausrichtung und Solarstrahlung, Auswirkungen bei unterschiedlicher Verschaltung der Module, Wirkungsweise des Wechselrichters, Wirkungsweise eines Ladereglers.	Module Solarzellen Baustrahler Gleichstromquelle Wechselrichter Solarregler Akkumulator Messgeräte Leittexte	240'
Auswertung der Experimente	Azubis werten die Versuche aus und bereiten die Ergebnisse von einer Lernstation für die Präsentation auf.	Neben der Interpretation der Versuchsergebnisse sollen die Azubis die Bedeutung für die Praxis darstellen.  Es ist darauf zu achten, dass jeder Azubi die Ergebnisse in seine Unterlagen überträgt. Zur Vertiefung sollen außerdem die Fragen in den Leittexten beantwortet werden.	Leittexte OH-Projektor Folien PPP Laptop Beamer Stifte	45'
Ergebnispräsentation	Jede Gruppe stellt die Ergebnisse der Versuche einer Lernstation vor. Plenum diskutiert über die Ergebnisse.	Wichtig ist, dass die Ergebnisse von den Gruppen anschaulich und strukturiert den Anderen vorgestellt werden und jedem Teilnehmer danach klar ist, welche Einflüsse den Energieertrag mindern und welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um den Energieertrag zu optimieren.	OH-Projektor Folien PPP Laptop Stifte	30'
			Summe	360'

## Lernsequenz 4: Installation einer PV-Anlage

Phasen	Lehr-/Lern-Aktivitäten	Didaktische Hinweise	Materialien	Zeit
Hinführung zur Installation	Ausbilder erläutert den geplanten Ablauf für die Installation einer PV-Anlage	Den Azubis muss deutlich werden, dass sie zuerst die Installation gedanklich durchdringen sollen bevor sie mit der praktischen Ausführung beginnen.	Komponenten für Insel- und Netzanlage	10'
Planung einer Installation	Aufteilung in 2 Gruppen Azubis planen in den Gruppen die Installation für eine Inselanlage und eine netzgekoppelte Anlage. In den Gruppen wird festgelegt, wer welche Arbeiten übernimmt.	Die Azubis sollen auf Wandzeitungen und OH-Folien darstellen: Schaltpläne Materiallisten Arbeitsschritte	Leittexte Wandzeitungen OH-Folien	60'
Präsentieren der Planung	Die beiden Gruppen präsentieren ihre Planungsüberlegungen und diskutieren sie.	Die Überlegungen zur Planung sollen überprüft und eventuell revidiert werden.	Wandzeitungen OH-Folien	20'
Vorbereitung der Expertenbefragung	Ausbilder kündigt an, dass er Fachleute eingeladen hat, die über die Besonderheiten der Installation von PV-Anlagen informieren können. Die Azubis notieren Fragen an die Experten auf Metaplankarten und heften sie an eine Metaplanwand.	Wenn möglich, sollte außer einem Experten für die Elektroinstallation auch ein Dachdecker eingeladen werden. Themengebiete könnten sein: Dachmontage, Verschaltung der Module, Sicherheitsmaßnahmen, Netzanbindung, Kundeneinweisung, Störfälle.	Moderationsmaterialien Leittexte	20'
Expertenbefragung	Azubis befragen einen Monteur und einen Dachdecker über ihre Erfahrungen mit PV-Anlagen. Azubis werten das Gespräch aus.	Es ist darauf zu achten, dass von möglichst vielen Azubis Fragen gestellt werden. Die Experten sollten darauf vorbereitet sein, mit Hilfe der vorhandenen Komponenten und der Modelldächer die Besonderheiten der Montage zu demonstrieren. Wichtig ist das Erfahrungswissen im Hinblick auf Fehlerquellen einzubringen.	Systemkomponenten Montagematerial Modelldächer	50'
Installation einer PV-Anlage	Azubis führen in 2 Gruppen die Installation einer Inselanlage und einer netzgekoppelten Anlage durch. In den Gruppen wird die Arbeit nach Absprache arbeitsteilig organisiert.	Pro Gruppe ist es sinnvoll 3 Untergruppen zu bilden: Dachgruppe Modulverschaltungsgruppe Schaltschrankgruppe	Modelldächer Systemkomponenten Montagematerial Werkzeuge	150'
Festlegen der Beurteilungskriterien	Azubis nennen Kriterien zur Bewertung der Installation. Im Plenumsgespräch werden die Kriterien zur Beurteilung festgelegt.	Kriterien könnten sein: Arbeitsorganisation Fachgerechte Ausführung Funktionserklärung	Moderationsmaterialien	20'
Präsentieren und Beurteilen	Azubis präsentieren ihre Anlage. Azubis und Ausbilder beurteilen die Anlagen nach den Kriterien.	Aus jeder Untergruppe sollte mindestens ein Azubi die Arbeitsergebnisse präsentieren.	PV-Anlage und Wandzeitung	30'
			Summe	360'

### 3. Photovoltaik

#### Lernsequenz 5: Planen einer Photovoltaikanlage und Angebotserstellung

Phasen	Lehr-/Lern-Aktivitäten	Didaktische Hinweise	Materialien	Zeit
Hinführung zur PV-Anlagen-Planung	Ausbilder erläutert den Ablauf der Lernsequenz und führt zu der Aufgabenstellung hin.	In dieser Lernsequenz sollen die „Firmen“ die Anlage des Kunden planen, dimensionieren und ein Angebot erstellen.	OH-Folie	10'
Festlegung der Planungsschritte	Azubis schreiben Planungsschritte auf Metaplankarten In einem Plenumsgespräch werden die notwendigen Planungsschritte in eine sinnvolle Abfolge gebracht.	Mögliche Abfolge der Planungsschritte: Datenanalyse, Komponentenauswahl, Dimensionierung, Installationsplan, Installationsmaterial, Montageplanung, Material- und Montagekosten, Angebotserstellung.	Moderationmaterialien	20'
Analyse der Objektdaten	Azubis ermitteln mit Hilfe der Unterlagen des Kunden die notwendigen Daten für die Anlagenplanung und tragen diese in den Erhebungsbogen ein.	Z.B. Dachausrichtung, Dachgröße, Energiebedarf, Finanzrahmen, bauliche Besonderheiten.	Unterlagen des Kunden Erhebungsbogen	15'
Dimensionierungsgrundlagen	Ausbilder erläutert die Vorgehensweise für die Dimensionierung einer PV-Anlage.	Überschlagsrechnung für die Anzahl der Module und Leistung des Wechselrichters.	Tafel OH-Folie Leittexte	20'
Komponentenauswahl	Gruppen wählen mit Hilfe von Herstellerunterlagen die Komponenten aus.	Modulauswahl, Wechselrichterauswahl, Preise, Technische Daten	Herstellerunterlagen Leittexte	20'
Anlagendimensionierung	Azubis führen arbeitsteilig in den Gruppen die Dimensionierung der PV-Anlage durch.	Mit Hilfe einfacher Berechnungsmodelle wird die Dimensionierung durchgeführt.	Herstellerunterlagen Leittexte	60'
Demonstration der Computersimulation	Ausbilder erläutert Aufbau und Funktion der Simulationssoftware zur Dimensionierung einer Photovoltaikanlage.	Es gibt eine Reihe einfach zu bedienender Simulationssoftware, deren Demo-Versionen oft ausreichend sind.	PCs Simulationssoftware Leittexte	20'
Durchführung der Computersimulation	Azubis arbeiten (z. B. in Partnerarbeit) am PC und führen die Dimensionierungsüberprüfung durch.	Die rechnerisch ermittelten Anlagen-daten sollen durch eine Computersimulation überprüft werden.	PCs Simulationssoftware Leittexte	45'
Erstellung der Installationsunterlagen	Gruppen erstellen arbeitsteilig die für die Installation der PV-Anlage notwendigen Unterlagen.	Anordnungs- und Verschaltungsplan der Module, Wechselrichteranordnung, Leitungsführung, Einspeisepunkt, Materialliste.	Leittexte Planungsvordrucke PCs	60'
Angebotserstellung	Gruppen erarbeiten konkurrierend (in Form der „Firmen“) ein Angebot.	Mögliche Angebotsunterlagen: Funktionsschaubilder, Komponentenauswahl und -anordnung, energetische, ökologische und wirtschaftliche Prognosen, Installationsdurchführung, Arbeitsstunden, Preise, Förderung.	Planungsunterlagen Angebotsunterlagen Herstellerunterlagen Leittexte	90'
			Summe	360'