

Schullehrplan Solarmonteur/in EBA

Lehrjahr / Quartal	Nr.	Lernthema	HKB	HK	Anzahl Lektionen
2. Lehrjahr / 1. Quartal	5	Solaranlagen auf Flachdächern	HKB b	b.1, b.2, b.4	40*
2. Lehrjahr / 1. Quartal	6	Arbeitsvorbereitung Flachdach	HKB b	b.1	20*
2. Lehrjahr / 2. Quartal	7	Aufdachanlagen	HKB b	b.1, b.3	30*
2. Lehrjahr / 2. + 3. Quartal	8	Arbeitsvorbereitung Steildach	HKB b	b.1	30*
2. Lehrjahr / 3. Quartal	9	Indachanlagen	HKB b	b.1, b.3	40*
2. Lehrjahr / 3. Quartal	10	DC-Leitungsführung	HKB b	b.4	20*
2. Lehrjahr / 4. Quartal	11	Wartung und Rückbau	HKB c	c.1, c.2	14*
2. Lehrjahr / 4. Quartal	12	Projekt	HKB b	b.1 – b.4	46*

*inkl. BIL (begleitetes individuelles Lernen)

Lernthema 5: Solaranlagen auf Flachdächern		
2. Lehrjahr Quartal 1	Handlungskompetenzbereich: b Montieren von Solaranlagen Handlungskompetenzen: b.1 Arbeitsplatz für die Montage von Solaranlagen gemäss Vorgaben einrichten b.2 Solaranlagen auf Flachdächern montieren b.4 Leitungsführung für Solaranlagen erstellen	Anzahl Lektionen: 40 davon 4 BIL

Berufliche Arbeitssituation
<p>Situation 1: Auf dem Anbau eines bestehenden Einfamilienhauses soll eine Solaranlage montiert werden. Das Einfamilienhaus befindet sich im Berggebiet und wurde 1945 erbaut. Der Anbau wurde mit einem Flachdach im Jahr 2010 realisiert. Das Flachdach hat eine Grösse von 60m² und ist an der Westseite des bestehenden Gebäudes angebaut. Es ist mit Kies bedeckt. Die Dachkontrolle ist bereits erfolgt, so dass mit der Montage der Anlage begonnen werden kann.</p> <p>Situation 2: In einer Neubausiedlung mit fünf Einfamilienhäusern sollen auf den Flachdächern eine Solaranlage montiert werden, welche bifaziel vertikal montiert wird, um den Winterstrom optimaler einsetzen zu können. Die Häuser sind 2stöckig geplant. Die Dachflächen haben je eine Grösse von 180m² und sind gegen Süden ausgerichtet. Die Flachdächer sollen mit Substrat und einer Dachbegrünung begrünt werden.</p>

Lernziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Du beschreibst verschiedene Modularten, Montagesysteme, Ballastierungen und Systemkomponenten für Flachdächer für verschiedene Untergrundarten (K2) (b.2.1, b.2.2, b.2.5, b.2.6, b.1.10) • Du beurteilst die Ausrichtung und zeichnest Anordnungen von Modulen auf Flachdächern (K6) (b.2.5) • Du berechnest einfache Ballastierungsgewichte mit verschiedenen Materialien und beurteilst die Umsetzung gem. geltenden Normen (K4) (b.2.3) • Du beschreibst die Problematik der begrünter Flachdächer im Zusammenhang mit Solaranlagen (K2) (b.1.10) • Du bestimmst, welche Sicherungssysteme ("Anseilschutz" bzw. "permanente Geländer/Seitenschutz") zum Einsatz kommt (K4) (b.2.4, b.2.6) • Du legst gem. geltenden Normen die korrekte Dachdurchdringung für die Leitungsführung fest und skizzierst diese korrekt auf (K4) (b.4.3)

Leistungsziele BfS	Lerninhalte	Lektionen
	05.00 Einleitung	1
b.2.1 Eigenschaften und Funktionsweisen von unterschiedlichen Montagesystemen und Modulen auf Flachdächern beschreiben (K2) b.2.5 Anordnung von Modulen auf Flachdächern beurteilen (K6) b.2.6 Einsatz und Anordnung von Systemkomponenten auf Flachdächern beschreiben und vergleichen (K4)	05.01 Situation 1 Ost-West-Ausrichtung <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionsprinzip von Solarzellen: Silizium-Zellen (Mono-/Polykristallin), Dünnschicht-Zellen • Solarmodule: Aufbau/Herstellung, Solarglas, Anschlüsse, Bauformen (gerahmt/rahmenlos Glas-Glas), Formate, Vor-/Nachteile • Elemente einer Solaranlage auf dem Dach: Generatoranschlusskasten, Überspannungsschutz, Modulwechselrichter (Systemkomponenten) • Solaranlagen Ost-West-Ausrichtung: Anordnung, Ausrichtung und Neigung von aufgeständerten Solaranlagen, Dachrandparallele Anlagen • Befestigungs-/Montagesysteme auf dem Flachdach Ost-West-Ausrichtung: Bestandteile und Materialien der Montagesysteme mit Schwerlastfundation wie Trägerplatten mit Schienensystem aus Aluminium, Wannensystem oder Blechprofile, Vorgaben und Vorgehen zur Montage von Schienen, Schienenverbindern, Dilatation, Verstrebungen/Versteifungen gemäss Herstellerangaben beurteilen. • Montage der Module: Kennenlernen der benötigten Werkzeuge und Anleitungen, Klemmbereiche, Drehmoment Modulklemmen, Vorgaben zu Abständen gemäss der Herstellerangaben 05.02 Situation 2 Süd-Ausrichtung	20

	<ul style="list-style-type: none"> • Solaranlagen Süd-Ausrichtung: Anordnung, Ausrichtung und Neigung von aufgeständerten Solaranlagen mit Dachbegrünung • PV-Anlage auf Gründächer; Problematik mit dem Grünwuchs und der Verschattung der Module, wichtige Ausführungspunkte wie Mindestabstand zur Substratfläche oder Kiesstreifen auf der tieferen Modulseite sowie Wartungsgänge zwischen den Modulen besprechen. • Befestigungssysteme auf dem Flachdach Süd-Ausrichtung: Bestandteile und Materialien der Montagesysteme mit aerodynamischen, verschraubten, (contec.fix) und bifaziel vertikal montierten Systemen. Vorgaben und Vorgehen zur Montage von Schienen, Schienenverbindern, Dilatation, Verstrebrungen/Versteifungen gemäss Herstellerangaben beurteilen. • Regenwasserretention bei Flachdächern mit PV-Anlage erstellen. Kennenlernen der Möglichkeiten mit Wasserabläufen mit Drosselement, Speichermatten oder Dachexternen Retentionsbecken. 	
<p>b.2.2 Solaranlagen für Flachdächer für verschiedene Untergrundarten beschreiben (K2)</p> <p>b.2.3 Anforderungen an Befestigungen und Untergrund gemäss Normen überprüfen (K4)</p> <p>b1.10 Offensichtliche Mängel und deren Folgen beschreiben</p>	<p>05.03 Aufbau Flachdach</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tragkonstruktion, Verlegeunterlage, • Dampfbremse, Wärmedämmung, Abdichtung, Schutz- und Nutzschicht • Verschiedene Flachdachaufbauten für die Montage von Solaranlagen beurteilen: Warmdach, Umkehrdach oder hinterlüftetes Dach (Schnittstellen, Übergänge), Probleme (zu wenig gedämmtes Dach, vorhandene Abdichtung hat die Lebensdauer erreicht, statische Berechnung lässt Solaranlage nicht zu) und 	<p><u>9</u></p>

	<p>Massnahmen (Dachsanierung, Ersatz der vorhandenen Abdichtung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an den Untergrund der Situation 1 und 2 gemäss SIA 2062 beurteilen. • Ballastierung mit Betonplatten oder Kies: Aufbauend zu Lernthema 5 Untergründe. Richtige Ballastierungsmenge berechnen und planen. • Befestigung bei speziell hohen oder windanfälligen Objekten • Beurteilung von verschiedenen Untergründen auf die Eignung für eine Montage einer Solaranlage: • Flachdach: Beurteilung von verschiedenen Abdichtungsmaterialien (EPDM, Kunststoffbahnen oder bituminöse Abdichtungen) und Schutz- und Nutzsichten (Extensiv- oder Intensivbegrünung oder begehbare Flachdächer) nach den Anforderungen der SIA 271 sowie bezüglich Lebenserwartungen • Arbeits- oder Lagerplatz Vorbereitung auf bestehenden Gebäudehüllenteilen (Schutz von Abdichtungsschichten auf dem Flachdach) 	
<p>b.2.4 Permanente Absturzsicherungssysteme im Zusammenhang mit Montagesysteme beschreiben (K2)</p>	<p>05.04 "Sicher zu Energie vom Dach"</p> <ul style="list-style-type: none"> • anhand der Situation 1 und 2 bearbeiten • Merkblatt Suva • Vorgaben und Normen zu Absturzsicherungen bei Dächern bis 10° Neigung • Einsatz von Seilsystemen • Abstände zu Seilführung • Abstände von Absturzkanten • maximale Höhe ohne Absturzsicherung • Empfehlungen zu Wartungsgängen 	<p>4</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Vor- und Nachteile der beiden Sicherungssysteme "Anseilschutz" und "permanente Geländer/Seitenschutz" 	
b.4.3 Einsatz von Kabeltrassen und Kabelschutzrohren im Aussen- und Innenbereich bestimmen (K4)	05.05 Durchdringungen von Leitungen <ul style="list-style-type: none"> • Anhand Situation 1 und 2 bestimmen der Durchdringungen von Leitungen gemäss SIA-Norm 271 durch verschiedene Dachschichten bei Flachdach Solaranlagen: Abdichtungsschichten (bituminös und Kunststofffolien), Wärmedämmung (PUR, EPS, Steinwolle) sowie Dampfbremse (bituminös und Kunststofffolien) 	<u>2</u>
BIL		<u>4</u>

Spezielle Arbeitsform	Mögliche Fachliteratur	Beurteilter Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmontagen, Gebäudehülle Schweiz • Merkblatt Suva "Sicher zu Energie vom Dach" 	Dokumentation einer Flachdachanlage

Lernthema 6: Arbeitsvorbereitung Flachdach		
2. Lehrjahr Quartal 1	Handlungskompetenzbereich: b Montieren von Solaranlagen Handlungskompetenzen: b.1 Arbeitsplatz für die Montage von Solaranlagen einrichten b.4 Leitungsführung für Solaranlagen erstellen	Anzahl Lektionen: 20 davon 2 BIL

Berufliche Arbeitssituation
<p>Auf dem Anbau eines bestehenden Einfamilienhauses soll eine Solaranlage montiert werden. Das Einfamilienhaus befindet sich im Berggebiet und wurde 1945 erbaut. Der Anbau wurde mit einem Flachdach im Jahr 2010 realisiert. Das Flachdach hat eine Grösse von 60m² und ist an der Westseite des bestehenden Gebäudes angebaut. Es ist mit Kies bedeckt. Die Arbeiten sind nun gemäss Dachlayout und Strangplan zu planen.</p>

Lernziele
<ul style="list-style-type: none"> • Du liest die wesentlichen Informationen aus Dachlayout und Strangplan heraus. (K2) (b.1.1) • Du berechnest Dachflächen und erstellst einfache Flächen und Detailskizzen. (K3) (b.1.8 und b.1.9)

Leistungsziele BfS	Lerninhalte	Lektionen
	06.00 Einleitung	1
b.1.1 Auftragsdokumentation lesen und Auftrag erläutern (K2) b.1.8 Flächen und Details skizzieren und berechnen (K3) b.1.9 Einfache schematische Darstellungen von Solaranlagen erstellen (K3)	06.01 Dokumentationen <ul style="list-style-type: none"> • Dachlayout, Strangplan • Beschwerungsplan • Sicherheitskonzept / Plan Absturzsicherungen 06.02 Schematische Darstellungen <ul style="list-style-type: none"> • erstellen / ergänzen • Handskizzierte Dachlayout (Flächen skizzieren und berechnen; Details aufzeichnen, Querschnittangaben berechnen, Masstabumrechnungen) • Skizzieren von Änderungen 06.03 Montage- und Installationsablauf <ul style="list-style-type: none"> • lesen und erläutern • Lesen von Arbeitsablauf mit Rücksicht auf die anderen Gewerke (gem. Vorlage Arbeitsplanung QV) • Verschiedene Fallbeispiele für Anlagen auf Flachdach durcharbeiten (vgl. LT Montage Flachdach) 	4 10 3
BIL		2

Spezielle Arbeitsformen	Fachliteratur	Beurteilter Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
-	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmontagen, Gebäudehülle Schweiz 	-

Lernthema 7: Aufdachanlagen		
2. Lehrjahr Quartal 2	<p>Handlungskompetenzbereich: b Montieren von Solaranlagen</p> <p>Handlungskompetenzen: b.1 Arbeitsplatz für die Montage von Solaranlagen gemäss Vorgaben einrichten b.3 Solaranlagen auf geeigneten Dachflächen montieren</p>	Anzahl Lektionen: 30 davon 4 BIL

Berufliche Arbeitssituation
<p>Die Eigentümerschaft eines Einfamilienhauses hat sich ein Elektroauto angeschafft und möchte dieses zukünftig mithilfe einer eigenen Solaranlage laden. Auf dem bestehenden Steildach ist deshalb eine Aufdachanlage geplant. Es handelt sich um ein Steildach auf der Südseite eines Wohnhauses, welches im Mittelland steht und mit Tonziegel eingedeckt ist. Geplant ist eine Anlage mit einem zweilagigen Schienensystem auf der ganzen Dachfläche.</p>

Lernziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Du beschreibst verschiedene Unterkonstruktionsarten, Befestigungssystem, Module und Systemkomponenten (gerahmt, ungerahmt, Solarziegel) für Aufdachanlagen, deren Vor- und Nachteile und Montage (K2) (b.1.10, b.3.1, b.3.2) • Du prüfst verschiedene Unterkonstruktionsarten, Befestigungssysteme sowie Modularten für unterschiedliche Dachsituationen unter Berücksichtigung der Vorgaben/Normen (K4) (b.3.2, b.3.3) • Du beurteilst und zeichnest die Anordnung von Aufdachanlagen (K6) (b.3.6, b.3.7)

	<p>07.05 Beurteilung von verschiedenen Untergründen</p> <ul style="list-style-type: none"> • auf die Eignung für eine Montage einer Aufdachanlage: • Beschreibung von verschiedenen Deckmaterialien (Tonziegel, Betonziegel, Dachschiefer, Welleternitplatten) nach den Anforderungen der SIA 232/1 sowie bezüglich Lebenserwartungen <p>07.06 Anordnung der Unterkonstruktion und PV-Modulen</p> <ul style="list-style-type: none"> • bei verschatteten Stellen auf dem Dach <p>07.07 Planung von Übergängen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterhalb-, seitlich- und oberhalb von Solaranlagen (inkl. skizzieren) <p>07.08 Planung und Erstellung Schneefang</p> <ul style="list-style-type: none"> • gemäss der SIA-Norm 261 und Merkblatt Schneerückhaltevorrückung <p>07.09 Planung und Erstellung Absturzsicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> • gemäss Vorschrift der BauAv • Verschiedene Fallbeispiele durcharbeiten: • Fall 1: Steildach EFH, Ausrichtung Süd, Standort Mittelland, Dachneigung 30°, Deckmaterial Tonziegel, Alter vom Dach 5 Jahre • Fall 2: Steildach Scheune, Ausrichtung Ost-West, Standort Berner Oberland, Dachneigung 20°, Deckmaterial Faserzementwellplatten, Alter vom Dach 15 Jahre 	<p><u>2</u></p> <p><u>1</u></p> <p><u>2</u></p> <p><u>2</u></p> <p><u>1</u></p>
BIL		<u>4</u>

Spezielle Arbeitsform	Mögliche Fachliteratur	Beurteilter Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmontage, Gebäudehülle Schweiz • Merkblatt "Absturzsicherung auf geneigten Dächer", Gebäudehülle Schweiz • Merkblatt Schneerückhaltevorrichtung, Gebäudehülle Schweiz 	<p>Dokumentation einer Aufdachanlage.</p>

Lernthema 8: Arbeitsvorbereitung Steildach		
2. Lehrjahr Quartal 2	<p>Handlungskompetenzbereich: b Montieren von Solaranlagen</p> <p>Handlungskompetenzen: b.1 Arbeitsplatz für die Montage von Solaranlagen einrichten b.4 Leitungsführung für Solaranlagen erstellen</p>	Anzahl Lektionen: 30 davon 3 BIL

Berufliche Arbeitssituation
<p>Situation 1: Die Eigentümerschaft eines Einfamilienhauses hat sich ein Elektroauto angeschafft und möchte dieses zukünftig mithilfe einer eigenen Solaranlage laden. Auf dem bestehenden Steildach ist deshalb eine Aufdachanlage geplant. Es handelt sich um ein Steildach auf der Südseite eines Wohnhauses, welches im Mittelland steht und mit Tonziegel eingedeckt ist. Geplant ist eine Anlage mit einem zweilagigen Schienensystem auf der ganzen Dachfläche. Aufgrund der entsprechenden Auftragsdokumentation werden Materialien und Arbeitsgeräte geprüft und bereitgestellt.</p> <p>Situation 2: Im Nachbardorf wird ein neues Einfamilienhaus gebaut. Statt einer klassischen Eindeckung ist eine Indach Solaranlage projektiert. Das Dach ist Ost-West ausgerichtet und umfasst 160 m². Es ist eine Solaranlage mit ungerahmten Standardmodule vorgesehen und die vorhandenen Dunstrohrdurchdringung wird mit Blindmodulen ergänzt. Da es sich um einen Neubau handelt, bestehen bereits Baustelleneinrichtungen. Diese müssen im Hinblick auf die Montage und Installation der Solaranlage geprüft und ergänzt werden.</p>

Lernziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Du liest die wesentlichen Informationen aus Dachlayout, Strangplan und Arbeitsplan heraus und erstellst schematische Darstellungen (K3) (b.1.1, b.1.8, b.1.9) • Du prüfst Materiallisten und Listen für benötigte Arbeitsgeräte für die Montage von Solaranlagen (K4) (b.1.2) • Du beurteilst Baustellen und Arbeitsplätze in Bezug auf Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz (K6) (b.1.3-b.1.7)

Leistungsziele BFS	Lerninhalte	Lektionen
	08.00 Einleitung	<u>1</u>
b.1.1 Auftragsdokumentation lesen und Auftrag erläutern (K2) b.1.8 Flächen und Details skizzieren und berechnen (K3) b.1.9 Einfache schematische Darstellungen von Solaranlagen erstellen (K3)	Situation 1 und 2: 08.01 Dokumentationen <ul style="list-style-type: none"> • Dachlayout, Strangplan • Dachhakenplan • Sicherheitskonzept / Plan Absturzsicherungen 08.02 Schematische Darstellungen <ul style="list-style-type: none"> • Handskizzierte Dachlayout (Flächen skizzieren und berechnen; Details aufzeichnen, Querschnittangaben berechnen, Massstabumrechnungen) • Skizzieren von Änderungen 08.03 Montage- und Installationsablauf <ul style="list-style-type: none"> • Lesen und erläutern von Arbeitsablauf mit Rücksicht auf die anderen Gewerke (gem. Vorlage Arbeitsplanung QV) • Verschiedene Fallbeispiele für Anlagen auf Steildach durcharbeiten 	<u>2</u> <u>4</u> <u>4</u>
b.1.2 Arbeitsplatz und Materiallager für die Arbeiten planen (K3)	Situation 1: 08.04 Grundsätze Materialliste <ul style="list-style-type: none"> • (gem. Vorlage QV) und Werkzeugliste • Materialeigenschaften <ul style="list-style-type: none"> - Elektrochemische Korrosion - UV-Beständigkeit, Kältebeständigkeit, Feuchtebeständigkeit • Arbeitsgeräte, Handwerkzeug und Hilfsmittel <ul style="list-style-type: none"> - Einmessen vom Modulfeld und Unterkonstruktion 	<u>7</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Persönliche Arbeitssicherheit • Schutz vor: <ul style="list-style-type: none"> - Feuchtigkeit, Nässe und Sonneneinstrahlung - Beschädigungen - Diebstahl <p>Verschiedene Fallbeispiele durcharbeiten für Flachdach und Steildach (vgl. LT Montage Flachdach, Aufdach, Indach):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materialliste prüfen bzw. erstellen (gem. Vorlage Materialliste QV) • Liste der nötigen Werkzeuge und Maschinen prüfen bzw. erstellen 	
<p>b.1.2 Einrichtung von Arbeitsplatz und Materiallager für die Arbeiten planen (K3)</p> <p>b.1.4 Normen und Vorschriften des Umweltschutzes interpretieren (K4)</p> <p>b.1.5 Massnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Abfällen beschreiben (K2)</p> <p>b.1.6 Zuordnung der Reststoffe und Recyclingprodukte bezüglich Weiterverwendung beurteilen (K6)</p> <p>b.1.7 Arbeitsplatz und Materiallager für Montage- und Installationsarbeiten von Solaranlagen in Bezug auf Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beurteilen und bei Bedarf Massnahmen ableiten (K6)</p>	<p>Situation 2:</p> <p>08.05 Grundsätze zu Baustelleneinrichtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagerung, Umweltschutz und Arbeitssicherheit-/Gesundheitsschutz (Vertiefung) erarbeiten • Lagerplatz für Material • Lagerplatz definieren in Absprache mit Bauleitung • Sinnvolle Platzwahl, welche die Arbeit erleichtert • Lagerplan richtig interpretieren und Beurteilung, ob Umsetzung möglich ist • Arbeits- oder Lagerplatz Vorbereitung auf bestehenden Gebäudehüllenteilen (Schutz von Deckmaterialien auf dem Steildach) • Umweltschutz <ul style="list-style-type: none"> - Gewässerschutz und Lärmschutz - Blendwirkung • Abfallvermeidung <ul style="list-style-type: none"> - Ressourcenschonendes Arbeiten • Arbeitssicherheit (Vertiefung aus 1. LJ) <ul style="list-style-type: none"> - Absturzsicherung beurteilen im Bezug zur Solaranlage 	<p><u>9</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlerhafte Installationen erkennen und Massnahmen einleiten • Verschiedene Fallbeispiele durcharbeiten für Steildach Aufdach • Beurteilung der Baustelleneinrichtung • Beurteilung der Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz 	
BIL		<u>3</u>

Spezielle Arbeitsformen	Mögliche Fachliteratur	Beurteilter Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmontagen, Gebäudehülle Schweiz 	-

Lernthema 9: Indachanlagen		
2. Lehrjahr Quartal 3	<p>Handlungskompetenzbereich: b Montieren von Solaranlagen</p> <p>Handlungskompetenzen: b.1 Arbeitsplatz für die Montage von Solaranlagen gemäss Vorgaben einrichten b.3 Solaranlagen auf geeigneten Dachflächen montieren</p>	Anzahl Lektionen: 40 davon 4 BIL

Berufliche Arbeitssituation
<p>Im Nachbardorf wird ein neues Einfamilienhaus gebaut. Statt einer klassischen Eindeckung ist eine Indach Solaranlage projektiert. Das Dach ist Ost-West ausgerichtet und umfasst 160 m². Es ist eine Solaranlage mit ungerahmten Standardmodule vorgesehen und die vorhandenen Dunstrohrdurchdringung wird mit Blindmodulen ergänzt.</p>

Lernziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Du beschreibst verschiedene Unterkonstruktionsarten, Befestigungssystem, Module und Systemkomponenten (gerahmt, ungerahmt, Solarziegel) für Indachanlagen, deren Vor- und Nachteile und Montage (K2) (b.3.1, b.1.10) • Du prüfst verschiedene Unterkonstruktionsarten, Befestigungssysteme sowie Modularten für unterschiedliche Dachsituationen unter Berücksichtigung der Vorgaben/Normen (K4) (b.3.2, b.3.3) • Du beurteilst und zeichnest die Anordnung von Indachanlagen (K6) (b.3.5, b.3.7)

Leistungsziele BfS	Lerninhalte	Lektionen
	09.00 Einleitung	<u>1</u>
b.3.1 Eigenschaften und Funktionsweisen von unterschiedlichen Unterkonstruktionen und Modulen auf geneigten Dachflächen beschreiben (K2)	09.01 Dimensionierung der Hinterlüftungsebene <ul style="list-style-type: none"> • zwischen Unterdach und PV-Anlage sowie der Zu- und Abluftöffnungen gemäss SIA 232/1 	<u>2</u>
b1.10 Offensichtliche Mängel und deren Folgen beschreiben	09.02 Montagesysteme <ul style="list-style-type: none"> • für gerahmte und ungerahmte Standardmodule 	<u>4</u>
b.3.2 Eignung von unterschiedlichen Solaranlagen für geneigte Dachflächen für verschiedene Untergrundarten beschreiben (K2)	09.03 Solarziegel und Sondersysteme <ul style="list-style-type: none"> • wie PV-Schindeln oder an Ziegelformat angepasste Module 	<u>4</u>
b.3.3 Anforderungen an Befestigungen und Untergrund gemäss Normen überprüfen (K4)	09.04 Beschreiben von verschiedenen Untergründen <ul style="list-style-type: none"> • auf die Eignung für eine Montage einer Solaranlage: • Indachanlage: Beschreiben von verschiedenen Unterdächer (Unterdachfolien, Holzfaserplatten und Faserzementplatten) nach den Anforderungen der SIA 232/1) sowie bezüglich Lebenserwartungen 	<u>3</u>
b.3.5 Anordnung von integrierten Modulen auf geneigten Dachflächen beurteilen (K6)	09.05 Beurteilung der Mindestdachneigung <ul style="list-style-type: none"> • der PV-Module je nach Herstellerangaben der gerahmten und ungerahmten Modulhersteller. 	<u>2</u>
b.3.7 Einsatz und Anordnung von Systemkomponenten auf geneigten Dachflächen beschreiben und vergleichen (K4)	09.06 Dimensionierung der Hinterlüftungsebene <ul style="list-style-type: none"> • zwischen Unterdach und PV-Anlage sowie der Zu- und Abluftöffnungen gemäss SIA 232/1 	<u>2</u>
	09.07 Lösungen für Anschlüsse zu Dachdurchdringungen oder Aufbauten <ul style="list-style-type: none"> • Dunstrohre, Kamine, Dachfenster und Lüftungen 	<u>2</u>
	09.08 Einsatz von Blindmodulen <ul style="list-style-type: none"> • bei verschatteten Stellen auf dem Dach 	<u>2</u>

	<p>09.09 Planung und Erstellung Schneefang</p> <ul style="list-style-type: none"> • gemäss der SIA-Norm 261 und Merkblatt Schneerückhaltevorrichtung <p>09.10 Planung und Erstellung Absturzsicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> • gemäss Vorschrift der BauAv <p>09.11 Verschiedene Fallbeispiele durcharbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fall1: Neubau Steildach EFH, Ausrichtung Süd, Standort Mittelland, Dachneigung 10°, Unterdach Holzfaserplatte mit Unterdachfolie • Fall2: Neubau Steildach Scheune, Ausrichtung Ost-West, Standort Berner Oberland, Dachneigung 25°, Unterdach Holzschalung mit Folie 	<p><u>2</u></p> <p><u>4</u></p> <p><u>8</u></p>
BIL		<u>4</u>

Spezielle Arbeitsform	Mögliche Fachliteratur	Beurteilter Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmontage, Gebäudehülle Schweiz 	Dokumentation einer Indachanlage

Lernthema 10: DC-Leitungsführung		
2. Lehrjahr Quartal 3	Handlungskompetenzbereich: b Montieren von Solaranlagen Handlungskompetenzen: b.4 Leitungsführung für Solaranlagen erstellen sowie Kabel verlegen und anschliessen	Anzahl Lektionen: 20 davon 1 BIL

Berufliche Arbeitssituation
Auf einer Dachfläche eines Einfamilienhauses wird eine Solaranlage montiert. Die Leitungsführung und das Verlegen von vorkonfektionierten Leitungen erfolgen auf der Basis des Installationsplans. Dabei sollen geeignete Betriebsmittel eingesetzt werden.

Lernziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Du interpretierst Strangpläne. (K5) (b.4.1) • Du erläuterst Anforderungen und Normen an Kabeltrassen, Kabelschutzrohre sowie vorkonfektionierte Gleichstrom-Leitungen. (K2) (b.4.5) • Du überprüfst eingesetzte Betriebsmittel auf deren Tauglichkeit gemäss geltenden Normen. (K4) (b.4.2, b.4.3) • Du erkennst Gefährdungen beim Verlegen und Anschliessen von Gleichstrom- und Wechselstromkabeln und leitest notwendige Sicherheitsmassnahmen ab (K5) (b.4.4) • Du bestimmst für Dachdurchdringungen bei Aufdach und Indachanlagen Anschlussmöglichkeiten mit unterschiedlichen Materialien. Du skizzierst diese korrekt auf (K4) (b.4.3)

Leistungsziele BfS	Lerninhalte	Lektionen
	10.00 Einleitung	<u>1</u>
b.4.1 Strangpläne lesen und interpretieren (K5)	10.01 Symbole in Strangplänen <ul style="list-style-type: none"> • PV-Generator, GAK, Leitungen, Haupt- und Wartungsschalter, Überspannungsschutz, Wechselrichter, Potenzialausgleich und Erdung 	<u>3</u>
b.4.2 Anforderungen und Normen für die Erstellung von Kabeltrassen und Kabelschutzrohren im Aussen- und Innenbereich erläutern (K2)	10.02 Normen <ul style="list-style-type: none"> • NIN • Raumarten gemäss Normen • Trockene Räume • Feuchte oder nasse Räume • Aussenbereich • Staubige oder feuergefährdete Bereiche • Explosionsgefährdete Bereiche • Herstellerangaben: • Beachten der Montagebedingungen von Trassen und Rohren 	<u>3</u>
b.4.3 Einsatz von Kabeltrassen und Kabelschutzrohren im Aussen- und Innenbereich bestimmen (K4)	10.03 Äussere Einflussfaktoren <ul style="list-style-type: none"> - Temperatur - Feuchtigkeit - Kondenswasserbildung - UV-Licht - mechanische Einflüsse • Materialien für Aussen- und Innenbereich: <ul style="list-style-type: none"> - IP-Schutz 	<u>7</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Korrosionsbeständigkeit • Rohrgrösse: <ul style="list-style-type: none"> - Anzahl Leiter - Auswechselbarkeit - Einziehen ohne Beschädigung • Mögliche Rohrarten <ul style="list-style-type: none"> - Rohre aus Kunststoff - Rohre aus Metall - Formteile wie Bogen oder Verbindungsmuffen • Kabeltrassen und Kabelschutzrohre <ul style="list-style-type: none"> - Problematik Korrosion - Montageuntergrund - Mechanische Belastungen - UV-Schutz - Planung und Dimensionierung - Sinnvolle Leitungsführung definieren - Schnittstellen zu anderen Gewerken - Schallschutz - Brandschutz - Schutz vor Kondenswasserbildung • Ausgehend von Situation: <ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung der Durchdringungen von Leitungen gemäss SIA-Norm 232/1 durch verschiedene Deckmaterialien bei Aufdachanlagen: Ton- und Betonziegel, Faserzementdachschiefer, Faserzementwellplatten, Falz- und Trapezblech oder Sandwichpaneele • Ausgehend von Situation: 	
--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung der Durchdringungen von Leitungen gemäss SIA-Norm 232/1 durch verschiedene Dachschichten bei Indachanlagen: Unterdächer (Folien und Platten), Wärmedämmung (Aufdach- und Zwischensparrendämmung) sowie Dampfbremsen 	
b.4.5 Anforderungen und Normen für vorkonfektionierte Gleichstrom-Leitungen erläutern (K2)	10.04	<p>Steckertypen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Multi Contact - Weidmüller - Phoenix • Installation <ul style="list-style-type: none"> - Anleitungen - Problematik Kreuzverbindungen, Mischung von verschiedenen Typen - Geltende Normierung gemäss NIN - Herstellerangaben beachten - Lösungen in der Praxis 	<u>2</u>
b.4.4 Gefährdungen beim Verlegen und Anschliessen von Gleichstrom- und Wechselstromkabeln erkennen und notwendige Sicherheitsmassnahmen definieren (K5)	10.05	<p>Unfallverhütung</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5+5-Sicherheitsregeln • DC-Seite Überprüfung stromlos • Notfallplan • Anwendung der Schutzausrüstung • Fallbeispiele: Lernen aus Unfällen • Auswirkungen auf Lebewesen und Sachen • Durchströmung Körper (spezielle Gefahren DC / AC) • Lichtbogen • Abschmelzende Materialien • Sekundärunfälle • Brandgefahr 	<u>3</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennen von Gefährdungen • Gefährliche Alltagssituationen • Vorausschauendes Arbeiten • Mitdenken • Melden 	
BIL		<u>1</u>

Spezielle Arbeitsform	Fachliteratur	Beurteilter Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmontagen, Gebäudehülle Schweiz • Broschüre Lieferanten (z.B. Plica, Bettermann) • Installationsanleitung Modulhersteller • Installationsanleitung Wechselrichterhersteller • Montageanleitung Steckerhersteller 	Dokumentation einer Leitungsführung bei einem Objekt aus der Praxis. Die Leitungsführung soll mit Planunterlagen verständlich geplant und dokumentiert sein.

Lernthema 11: Rückbau von Solaranlagen		
2. Lehrjahr Quartal 4	Handlungskompetenzbereich: c Warten und Demontieren von Solaranlagen Handlungskompetenzen: c.1 Solaranlagen warten c.2 Solaranlagen zurückbauen	Anzahl Lektionen: 14 davon 1 BIL

Berufliche Arbeitssituation
<p>Situation 1: Auf dem Flachdach der Firma Müller Metallbau gibt es eine PV-Anlage mit der Grösse von total 350 m². Am Rand des Flachdachs hat es ein fest installiertes Geländer, der Dachausstieg erfolgt durch das Treppenhaus, welches in der Mitte des Gebäudes bis auf das Dach führt. Die Firma Müller hat mit deiner Solarfirma einen Wartungsvertrag abgemacht. Alle 3 Jahre wird die Anlage periodisch einer Kontrolle und einer Wartung unterzogen. Deine Aufgabe ist es nun, für die Anlage die anstehende Wartung zu planen und durchzuführen.</p> <p>Situation 2: Auf einem Einfamilienhaus muss das Dach saniert werden. Darauf befindet sich eine 15-jährige Solaranlage mit 20 Modulen. Der Kunde entscheidet sich, dass die Solaranlage demontiert und entsorgt werden soll. Du sollst nun alles Nötige veranlassen, damit der Rückbau sowohl fach- und sicherheitstechnisch als auch ressourcenschonend ausgeführt wird. Ein Gerüst und ein Kranen wird bauseitig vorhanden sein und darf bei Bedarf benutzt werden. Die Benutzung muss beim Baumeister zwei Tag im Voraus angemeldet werden.</p>

Lernziele:
<ul style="list-style-type: none"> • Du beschreibst den Ablauf und die kritischen Punkte einer Sichtkontrolle. (K2) (c.1.1, c.1.4) • Du beschreibst die Anforderungen an eine umweltschonende Reinigung von Solaranlagen. (K2) (c.1.3). • Du beschriebst Wartungsmassnahmen und Gefahren bei nicht erfolgter regelmässiger Wartung. (K4) (c.1.5). • Du erklärst den Ablauf vom Rückbau einer Solaranlage und zeigst Möglichkeiten zur Wiederverwertung auf. (K3) (c.2.1, c.2.3) • Du benennst die verschiedenen im Einsatz stehenden Materialien und Betriebsmittel und bestimmst deren Weiterverwendung bzw. Entsorgung (Kreislaufwirtschaft) (K4) (c.2.4)

Leistungsziele BFS	Lerninhalte	Lektionen
	11.00 Einleitung	<u>1</u>
c.1.1 Sichtkontrollen bei bestehenden Solaranlagen durchführen und protokollieren (K3) c.1.4 Anforderungen und gesetzliche Vorgaben an wiederkehrende Prüfungen beschreiben	Situation 1 11.01 Optische Schäden und Verschmutzungen <ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung der Module • Beschädigung der Module • Kontrolle der Befestigungspunkte • Zustand der Verkabelung und Steckkontakte • Zustand der Rohre und Installationskanälen • Sichtkontrolle von sämtlichen Beschriftungen • Checkliste erstellen • Ablauf definieren • Nötige Arbeiten definieren • Wartungsprotokoll • Inhalt, Intervalle • Nötige Unterhaltsarbeiten je Intervall • Log-Buch der Arbeiten führen • Periodische Kontrollen gemäss Anhang NIV • Art. 1.3.5 (Ersteller nach NIV Art.14) • Art. 4 (Periodische Kontrolle gemäss NIN, inkl. Unterscheidung bei Anlagenersteller) • Periodische Kontrollen gemäss Herstellerangaben 	<u>2</u>
c.1.3 Verschmutzungen erkennen und geeignete ökologische Reinigungsmethoden und -mittel bestimmen (K4)	11.02 Hilfs- und Reinigungsmittel <ul style="list-style-type: none"> • Installationsanleitungen beachten • Reinigung der PV-Module • Hilfsmittel 	<u>2</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigungsmittel • Entmineralisiertes Wasser • Erkennen von Beschädigung • Entsorgung der Reinigungsmittel • Materialliste für Wartung erstellen • Anwendung • Aufbewahrung • Anwendung • Entsorgung 	
c.1.5 Unterhaltsbedarf bei Gründächern beschreiben (K2)	<p>11.03 Überwachung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten der Überwachung • Ansicht von Portal • Interpretation der Grafiken • Erkennen von Leistungseinbussen bei Verschmutzung der Module • Beschädigung • Dachbegrünungen auf Flachdächern • Aufzeigen von Minderertrag der Anlage • Sinnvoller Wartungsintervall aufzeigen • Wartung auf extensiv begrünten Dächern • Flachdachanlagen • Verhalten von Auf- oder Indach-Anlagen mit grosser Neigung und entsprechendem Selbstreinigungseffekt 	<u>2</u>
c.2.1 Ablauf des Rückbaus von Solaranlagen erklären (K2)	<p>Situation 2</p> <p>11.04 Sicherheitstechnische Vorbereitungen für den Rückbau</p> <ul style="list-style-type: none"> • PSA / Absturzsicherungen • Kollektivsicherungen • Elektrische Vorkehrungen • Logistische Vorbereitungen • Schuttmuldensystem 	<u>3</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerplatz vor Ort bestimmen • Organisation Transport • Dachflächen wieder herstellen • Funktion Gebäudehülle sichern • Ästhetik beachten • Übergabe an Kunden 	
c.2.3 Möglichkeiten zu dem Aufbereiten von Solaranlagen zur Wiederverwertung aufzeigen (K3)	11.05 Occasions- und Ersatzteilhandel <ul style="list-style-type: none"> • PVcircle • Second Life bei Akkus 	1
c.2.4 Zuordnung der Reststoffe und Recyclingprodukte bezüglich Weiterverwendung bestimmen (K4)	11.06 Kreislaufwirtschaft <ul style="list-style-type: none"> • Fachgerechte Aufbereitung, Wiederverwendung, Entsorgung von Materialien und Betriebsmittel, die beim Rückbau von Solaranlagen anfallen • Materialien der Gebäudehülle • Unterkonstruktionen • PV-Module • Elektronische Komponenten wie WR, etc. • Elektrochemische Speicher • Elektrotechnische Installationsmaterialien 	2
BIL		1

Spezielle Arbeitsform	Fachliteratur	Beurteiler Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.erecycling.ch (Merkblätter SENS Recycling, PVcircle, etc.) • Filme Aufbereitung diverser Stoffe • Weitere Beispiele Aufbereitung <ul style="list-style-type: none"> - www.secondsol.com - www.twice-energy.ch 	-

	- https://www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/so-funktioniert-das-recycling-von-photovoltaikanlagen.html	
--	---	--

Lernthema 12: Projekt		
2. Lehrjahr Quartal 4	<p>Handlungskompetenzbereich: b Montieren von Solaranlagen</p> <p>Handlungskompetenzen: b.1 Arbeitsplatz für die Montage von Solaranlagen gemäss Vorgaben einrichten b.2 Solaranlagen auf Flachdächern montieren b.3 Solaranlagen auf geneigten Dachflächen montieren b.4 Leitungsführung für Solaranlagen erstellen</p>	Anzahl Lektionen: 46 davon 5 BIL

Berufliche Arbeitssituation
Der Projektleiter übergibt dir den Auftrag für die Ausführung und Montage einer einfachen Solaranlage.

Lernziele
<ul style="list-style-type: none"> Du verknüpfst die verschiedenen Montageschritte für die Realisierung einer Solaranlage und erstellst eine entsprechende Auftragsdokumentation.

Leistungsziele BfS	Lerninhalte	Lektionen
	12.00 Einstieg	1
b.1.1 Auftragsdokumentation lesen und Auftrag erläutern (K2) b.1.2 Arbeitsplatz und Materiallager für die Arbeiten planen (K3) b.1.3 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutzmassnahmen für Montage- und Installationsarbeiten von Solaranlagen beschreiben (K2) b.1.4 Normen und Vorschriften des Umweltschutzes interpretieren (K4) b.1.5 Massnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Abfällen beschreiben (K2) b.1.6 Zuordnung der Reststoffe und Recyclingprodukte bezüglich Weiterverwendung beurteilen (K6) b.1.7 Arbeitsplatz und Materiallager für Montage- und Installationsarbeiten von Solaranlagen in Bezug auf Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beurteilen und bei Bedarf Massnahmen ableiten (K6) b.1.8 Flächen und Details skizzieren und berechnen (K3) b.1.9 Einfache schematische Darstellungen von Solaranlagen erstellen (K3) b.1.10 Offensichtliche Mängel und deren Folgen beschreiben (K2) b.2.1 Eigenschaften und Funktionsweisen von unterschiedlichen Montage-systemen und Modulen auf Flachdächern beschreiben (K2) b.2.2 Solaranlagen für Flachdächer für verschiedene Untergrundarten beschreiben (K2)	12.01 Projekt Fallbeispiele <ul style="list-style-type: none"> • Im Rahmen des Projekts werden die einzelnen Lernthemen an einem vorgegebenen Projekt (Fallbeispiele) oder an Projekten aus den Betrieben der Lernenden aufgearbeitet und miteinander verknüpft. Die Lernenden arbeiten in Gruppen an verschiedenen Projekten zu einfachen Solaranlagen auf Flachdächern und Steildächern (In- und Aufdach). • Die Lernenden dokumentieren ihre Überlegungen in schriftlicher Form. Folgende Aspekte werden im Projekt bearbeitet: <ul style="list-style-type: none"> • Beurteilung der Situation und Wahl des Systems: • Evaluieren von möglichen Ausrichtungen und Anordnungen am Gebäude unter Berücksichtigung der vorhandenen Systemkomponenten und der Leistung. • Evaluieren und auswählen des geeigneten Montagesystems sowie der Module (inkl. Begründung der Wahl) Montage- und Installationsplanung <ul style="list-style-type: none"> • Zeichnen des Dachlayouts • Beschreiben der Leitungsführung von den Modulen zum Wechselrichter (Strangplan) • Detailzeichnungen von Dachdurchdringungen, Übergängen oder Anschlüssen. 	25

<p>b.2.3 Anforderungen an Befestigungen und Untergrund überprüfen (K4)</p> <p>b.2.4 Permanente Absturzsicherungssysteme im Zusammenhang mit Montagesysteme beschreiben (K2)</p> <p>b.2.5 Anordnung von Modulen auf Flachdächern beurteilen (K6)</p> <p>b.2.6 Einsatz und Anordnung von Systemkomponenten auf Flachdächern beschreiben und vergleichen (K4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentieren der möglichen Gefahren und Risiken beim Verlegen der Gleich- und Wechselstromkabel. • Lesen vom Montageplan und beschreiben der Arbeitsschritte inkl. Baustelleneinrichtung, Arbeitssicherheit und Umweltschutz • Materialliste für Montagearbeiten kontrollieren 	
<p>b.3.1 Eigenschaften und Funktionsweisen von unterschiedlichen Unterkonstruktionen und Modulen auf geneigten Dachflächen beschreiben (K2)</p> <p>b.3.2 Solaranlagen für geneigte Dachflächen für verschiedene Untergrundarten beschreiben (K2)</p> <p>b.3.3 Anforderungen an Befestigungen und Untergrund überprüfen (K4)</p> <p>b.3.5 Anordnung von integrierten Modulen auf geneigten Dachflächen beurteilen (K6)</p> <p>b.3.6 Anordnung von aufgesetzten oder angebauten Modulen auf geneigten Dachflächen beurteilen (K6)</p> <p>b.3.7 Einsatz und Anordnung von Systemkomponenten auf geneigten Dachflächen beschreiben und vergleichen (K4)</p> <p>b.4.1 Strangpläne lesen und interpretieren (K5)</p> <p>b.4.2 Anforderungen und Normen für die Erstellung von Kabeltrassen und Kabelschutzrohren im Aussen- und Innenbereich erläutern (K2)</p> <p>b.4.3 Einsatz von Kabeltrassen und Kabelschutzrohren im Aussen- und Innenbereich bestimmen (K4)</p> <p>b.4.4 Gefährdungen beim Verlegen und Anschliessen von Gleichstrom- und Wechselstromkabeln erkennen und notwendige Sicherheitsmassnahmen definieren (K5)</p> <p>b.4.5 Anforderungen und Normen für vorkonfektionierte Gleichstrom-Leitungen erläutern (K2)</p>	<p>12.02 Projekt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Projekte werden in der Klasse präsentiert und ausführlich erläutert. • Im Plenum werden Verbesserungsmassnahmen sowie Fragen besprochen und vertieft. 	<p>15</p>

BIL		<u>5</u>
-----	--	----------

Spezielle Arbeitsform	Mögliche Fachliteratur	Beurteilter Quartalsauftrag (Vertiefung des Lernthemas und Verknüpfung mit Praxis)
Projekt in Gruppen	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmontage, Gebäudehülle Schweiz • Fachbauch Grundlagen Gebäudehülle • Broschüre Lieferanten (z.B. Plica, Bettermann) • Installationsanleitung Modulhersteller • Installationsanleitung Wechselrichterhersteller • Komplettes Unterrichtsmaterial 	