

Teilvorhabenbeschreibung

Aus- und Weiterbildungsmodule in der Wasserstoff- technologie

des Verbundprojektes

Entwicklung eines PEM Hochdruckelektrolyse Stacks mit Prozesswärmeauskopplung, eines H₂- Hochdruckverdichters und eines Kreislaufmotors am WIR!-Ausgangspunkt Sonneberg

Akronym: H2-Well PEM4Heat

Verbundpartner: Landratsamt Sonneberg/Staatliche Berufsbildende Schule Sonneberg

Verbundkoordinator: AVX/KUMATEC Hydrogen GmbH & Co. KG

Projektlaufzeit 36 Monate; geplant 01. 01. 2021 bis 31. 12. 2023

Gesamtbudget: 248.910,00 Euro

Förderung: 248.910,00 Euro (100 %)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

wir! Wandel durch
Innovation
in der Region

h₂well
hydrogen technology
for better living.

Inhalt

1	Ziele des Gesamtvorhabens PEM4Heat.....	3
1.1	Gesamtziel des Vorhabens.....	3
1.2	Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen.....	3
1.3	Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele	3
2	Stand der Wissenschaft und Technik.....	3
2.1	Stand der Forschung und Technik bezogen auf das Gesamtziel.....	3
2.2	Bisherige Arbeiten des Antragstellers	4
3	Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans.....	5
3.1	Vorhabenbezogene Ressourcenplanungen.....	5
3.2	Ausführliche Beschreibung der Arbeitspakete	7
1.1	Meilensteinplanung.....	13
4	Verwertungsplan.....	14
4.1	Wissenschaftliche und gesellschaftliche Anschlussfähigkeit	14
5	Arbeitsteilung	15
5.1	Zusammenarbeit mit Partnern außerhalb des Vorhabens.....	15
6	Notwendigkeit der Zuwendung	15

1 Ziele des Gesamtvorhabens PEM4Heat

1.1 Gesamtziel des Vorhabens

Das Gesamtziel des Vorhabens PEM4Heat wird ausführlich in der Gesamtvorhabenbeschreibung erläutert.

1.2 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen

Der Bezug des Vorhabens PEM4Heat zu den förderpolitischen Zielen wird ausführlich in der Gesamtvorhabenbeschreibung erläutert.

1.3 Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele

1.3.1 Innovative Lösungsansätze des Teilvorhabens

- (1) Entwicklung einer Ausbildungsstrategie, die innovative Experimentieroptionen mit theoretischer Grundlagenausbildung zum Thema der grünen Wasserstofftechnologie für verschiedenste Altersstufen miteinander verbindet
- (2) Kombination von bestehender Technik in der Wasserstofftechnologie in der Berufsschulpädagogik, und dadurch Entwicklung von neuen Lehr- und Ausbildungsmöglichkeiten
- (3) Entwicklung von Modulhandbüchern zu neuartigen Ausbildungsberufen der Wasserstofftechnik in enger Zusammenarbeit mit regionalen KMU als Ausbildungsstätten
- (4) Weiterbildung der LehrerInnen auf dem Gebiet der Wasserstofftechnologien durch Integration in innovative Forschungsvorhaben

1.3.2 Technische Zielparameter des Teilvorhabens

- (1) Entwicklung von neuartigen Ausbildungsmodulen in der Wasserstofftechnologie für die duale Ausbildung sowie Vorlage zur Lehrplanintegration
- (2) Entwicklung von Weiterbildungsmodulen in der Wasserstofftechnologie für die Technische Fachschulausbildung
- (3) Erstellung von Ausstellungen, die gezielt die SchülerInnen ansprechen
- (4) Etablierung der SBBS als H₂-Aus- und Weiterbildungszentrum, d.h. Steigerung der SchülerInnenzahlen, Attraktivitätssteigerung der SBBS
- (5) Kopplung mit weiteren MINT-Projekten zum besseren Verständnis und Akzeptanz der Wasserstofftechnologie in der öffentlichen Gesellschaft

2 Stand der Wissenschaft und Technik

2.1 Stand der Forschung und Technik bezogen auf das Gesamtziel

Das Gesamtziel in diesem Forschungsvorhaben ist die Entwicklung und Etablierung von Aus- und Weiterbildungsmodulen in der Wasserstofftechnologie. Der allgemeine Stand der Technik bezogen auf das Teilvorhaben wird im Folgenden ausführlich erläutert.

2.1.1 Stand zu Aus- und Weiterbildungsmodulen in der Wasserstofftechnologie

Die derzeit gültigen Lehrpläne für die Ausbildungsberufe ElektronikerIn, Kfz-MechatronikerIn und MechatronikerIn enthalten nur ansatzweise die Einbeziehung der Wasserstofftechnologie. Dies betrifft sowohl die Herstellung als auch die Nutzung des Wasserstoffs. In absehbarer Zeit werden aber die Lebensinhalte die Ausbildungsinhalte dramatisch erneuern. Um hierbei auf die Weiterentwicklung der Industrie und der sich daraus ergebenden Serviceleistungen zu reagieren, ist es notwendig im Bereich der Aus- und Weiterbildung in Vorleistung zu gehen und die Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie als Inhalt in die Ausbildung zu integrieren. Diese müssen dann in die Lehrpläne der drei Berufe und der Fachschulausbildung integriert werden.

Eine fundamentale Grundlagenausbildung von Wasserstofftechnologien in dualen MINT-Ausbildungsberufen, wie z.B. ElektronikerIn, Kfz-MechatronikerIn oder MechatronikerIn, gibt es derzeit noch nicht in den deutschlandweiten Lehrplänen. Auch die thüringenweiten Lehrpläne der Fachschulen zur Techniker Ausbildung weisen derzeit keine grundlegende Wissensvermittlung zum Thema Wasserstoff aus.

Um die Wasserstofftechnologien in die landes- bzw. bundesweiten Lehrpläne zu integrieren, müssen so genannte Lehrmodule erstellt werden. In der derzeitigen dualen Ausbildungsordnung sind 10 „Freistunden“ pro Ausbildungshalbjahr vorgesehen, die zur internen Lehrgestaltung durch die Schule individuell gestaltet werden können. Diese 10 Stunden werden durch die in diesem Teilvorhaben zu entwickelnden Lehrmodule ausgefüllt und als sequenzielle Testläufe durchgeführt. Im Anschluss an diese sequenziellen Modultests werden die SchülerInnen die erworbenen Fähigkeiten in den Ausbildungsbetrieben testen und prüfen. Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden durch die SBBS zusammengefasst und ausgewertet. Bei positivem Resultat ist eine Aufnahme in die Lehrpläne für die getesteten Ausbildungsberufe möglich.

2.2 Bisherige Arbeiten des Antragstellers

Die bisherigen Arbeiten und erlangten Kompetenzen in Bezug auf dieses Teilvorhaben der Staatlichen Berufsbildenden Schule Sonneberg beziehen sich auf die innovative Konzeptentwicklung von Aus- und Weiterbildungsmodulen. Nachfolgend sind wesentliche Projekte aufgelistet, die die fachliche Kompetenz des Antragstellers belegen.

1. Seit der Wiedervereinigung waren und sind viele Kolleginnen und Kollegen aktiv an der Entwicklung der Lehrpläne in den verschiedensten Schulformen und Ausbildungsrichtungen beteiligt. Beispiele hierfür sind die Fächer Elektrotechnik, Gestaltungs- und Medientechnik, angewandte Technik und angewandte Naturwissenschaft im Beruflichen Gymnasium, die Wirtschaftsfächer in der Ausbildung zur kaufmännischen Assistentin oder zum kaufmännischen Assistenten in der Höheren Berufsfachschule, die Lehrpläne und Ausbildungsrichtlinien in den dualen Ausbildungsberufen wie Biologi-ModellmacherIn, SpielzeugherstellerIn, GlasbläserIn, ElektronikerIn, MechatronikerIn, IndustriemechanikerIn, VerfahrensmechanikerIn und die Ausbildungsmodulen in der Fachschulausbildung

zur staatlich geprüften Technikerin oder zum staatlich geprüften Techniker für Maschinenbau und Spielzeuggestaltung.

2. Der zweite Schwerpunkt ist die aktive Mitarbeit vieler Kolleginnen und Kollegen in den IHK-Prüfungsteams in verschiedensten Fachrichtungen wie Wirtschaft und Verwaltung (Einzelhandel und Industrie, Kfz-Technik, Mechatronik, Elektronik, Industriemechanik, Verfahrensmechanik, Biologiemodellgestaltung und Glasbläserhandwerk.

3. Der dritte Bereich ist die Mitarbeit vieler Kolleginnen und Kollegen in den zentralen Prüfungsaufgabenkommissionen in den o.g. Fachbereichen für die Schulformen Berufliches Gymnasium, Berufsfachschule, duale Ausbildung und Fachschulausbildung.

3 Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans

Die übergeordnete Arbeitsverteilung und die beteiligten Kooperationspartner dieses Forschungsprojektes sind in einem Ablaufschema und in der Gesamtvorhabenbeschreibung dargestellt. Die Teilvorhabenbezogene Ressourcenplanung, die ausführliche Beschreibung der Arbeitspakete und die Meilensteinplanung sind in den folgenden Kapiteln erläutert.

3.1 Vorhabenbezogene Ressourcenplanungen

Die vorhabenbezogene Ressourcenplanung wird an dieser Stelle für das Teilvorhaben aufgeführt (Tabelle 1).

Tabelle 1. Gesamtkostenplan für das Teilvorhaben. Wi/Päd.=Wissenschaftliche(r) Pädagog(e)In.

Kostenplan Teilvorhaben Staatliche Berufsschule Sonneberg		Summe Personalkosten			157.410,00 €	
		Summe Materialkosten			91.500,00 €	
		Gesamtausgaben			248.910,00 €	
AP-Nr.	AP-Name	PM Total	Wi / Päd. 1	Wi / Päd. 2	Sachkosten in €	Personalkosten in €
VP 7	Lehrmodulerstellung					
7.7	Entwicklung Experimentierstrecke und Modellerstellung H2 Erzeugung und Verwendung	25,1			82.500,00	123.900,00
7.7.1	Aufbau einer Experimentierstrecke f. d. Schüler SBBS, AG's und spätere Ausbildungsmodule	1,5	0,8	0,7	53.000,00	7.500,00
7.7.2	Entwicklung des Designs für die Hülle des Elektrolyseurs	1,0	0,5	0,5	500,00	4920,00
7.7.3	Prüfen H ₂ Motors im Modellversuch/Kleinstmodell im Selbstbau mit kommerziellen Brennstoffzellen	1,0	0,5	0,5	6.000,00	4.920,00
7.7.4	Entwicklung Modell H ₂ - Erzeugung und H ₂ - Verwendung als Heizgas	1,2	0,6	0,6	5.000,00	6.000,00
7.7.5	Entwicklung eines Informationsfilms zu 7.7.3 und 7.7.4	0,9	0,6	0,3	3.000,00	4.500,00
7.7.6	Prüfen technische Umrüstung von Motortestern	1,5	0,7	0,8	6.000,00	7.500,00
7.7.7	Entwicklung der Ausbildungsmodule KFZ-Mechatroniker H ₂ - Motoren und Brennstoffzellen sowie Betankung und Tankanlagen	5,0	2,5	2,5	3.000,00	24.600,00
7.7.8	Entwicklung der Ausbildungsmodule Mechatroniker lokale H ₂ -Erzeuger und H ₂ Nutzung - Aufstellen und Wartung	3,0	1,5	1,5	1.500,00	14.760,00
7.7.9	Entwicklung der Ausbildungsmodule für Elektroniker für Gebäudetechnik in Bezug auf Steuerungssysteme für H ₂ -	3,0	1,5	1,5	1.500,00	14760,00

	Hausanlagen zur Wärmeengewinnung oder Elektroenergieeinspeisung					
7.7.10	Entwicklung von Weiterbildungsmodulen für Fachschüler mit dem Schwerpunkt Maschinenbau in Bezug auf H ₂ -Technologie	3,0	1,5	1,5	1.500,00	14.760,00
7.7.11	Prüfen der Entwicklung eines neuen Berufsbildes Elektroniker für Gerätetechnik in Bezug auf H ₂ - Technologie	4,0	2,0	2,0	1.500,00	19.680,00
VP 8	Öffentlichkeitskommunikation					
8.7	Probetrieb mit Monitoring und Analyse der Gesamtstruktur	6,8			9.000,00	33.510,00
8.7.1	Fertigstellung und Präsentation der Ausbildungs- und Weiterbildungsmodule in einem Handbuch für die Vermittlungsbausteine der H ₂ - Technologie	4,0	2,0	2,0	6.000,00	19.680,00
8.7.2	Sequenzielle Tests der Unterrichtsmodule in den 3 Berufsgruppen und der Fachschule	2,8	1,4	1,4	3.000,00	13.830,00
Personenmonate Gesamt		31,9			91.500,00	157.410,00

3.1.1 Ausführliche Vorhabenbeschreibung

In diesem Teilvorhaben des Verbundvorhaben PEM4Heat sollen im Wesentlichen neue innovative Aus- und Weiterbildungsmodule im MINT-Ausbildungsberufen an der Staatlichen Berufsbildenden Schule Sonneberg entwickelt und getestet werden. Dafür werden zunächst Experimentierstationen in den Laboren der Schule (FABLAB) aufgebaut (Abbildung 1).



Abbildung 1. Das FABLAB der Staatlichen Berufsschule Sonneberg. Links) Großzügig ausgestattetes Laborgebäude. Rechts) Experimentierstation.

Dazu werden zugelassene Komponenten erworben und diese durch und mit den SchülerInnen zu funktionstüchtigen Experimentierstationen zur Wasserstofftechnologie entwickelt. Hierbei ist insbesondere eine Prüfeinrichtung eines H₂-Motors sowie die Umrüstung von Motorprüfstationen für die Ausbildungsberufe des KFZ-Bereichs zu entwickeln. Des Weiteren sind Experimentierstationen zu H₂-

Erzeugung und H₂-Verwendung als Heizgas für Ausbildungsberufe der Elektro- und Haustechnik zu entwickeln. Nachdem die Experimentierstationen entwickelt und die theoretischen Grundlagen erarbeitet worden sind, werden die eigentlichen Ausbildungsmodule entwickelt. Dazu werden in den einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer (Physik, Chemie) die theoretischen Grundlagen vermittelt. Darauf aufbauend werden Übungen an den zuvor entwickelten Experimentierstrecken formuliert, die die theoretischen Grundlagen verdeutlichen. Neben der Entwicklung von Ausbildungsmodulen für die duale Berufsausbildung werden Module für die Weiterbildung von FachschülerInnen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau in Bezug auf H₂-Technologie entwickelt.

Die Etablierung von komplett neuen Berufsfeldern ist hingegen sehr aufwendig und können in diesem Teilvorhaben nicht durchgeführt werden. Es wird aber geprüft, ob ein neues Berufsbild eines/einer ElektronikerIn für Gerätetechnik in Bezug auf H₂-Technologie entwickelt werden kann. Dazu werden Umfragen in den Ausbildungsbetrieben (KMU) der Region durchgeführt, die fachliche Grundlagenausbildung schulseitig geklärt und geprüft sowie alle weiteren Formalitäten für die Einführung eines neuen Berufsfeldes erarbeitet. In den Ausbildungsberufen der Mediengestaltung und Design werden angewandte Seminare und Projektwochen durchgeführt und die Wasserstofftechnologien und die Projektziele in die Öffentlichkeit transformiert. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Projektpartnern sowie der Imaginata e.V. aus dem Partnerprojekt H2-WellCompact. Die Zielstellung dieser APs sind Ausstellungskonzepte, sowie Medienkompetenzschulungen innerhalb der dualen Ausbildung mit besonderem Focus auf die Wasserstofftechnologien. Dazu gehören optisch-visuelle Gestaltungen der Demonstrationsanlage auf dem Rathausplatz Sonneberg, Informationsfilme und audiovisuelle Anleitungen zu den zu entwickelnden Experimentierstationen.

3.1.2 Ausführliche Beschreibung der Arbeitspakete

Die Arbeiten und Zeitressourcen in diesem Forschungsvorhaben sind in Arbeitspakete aufgeteilt und in einem Balkenplan (Anlage 1) aufgeführt. Die ausführliche Beschreibung der durchzuführenden Arbeiten ist unterteilt in die angewendete Methodik/Beschreibung, den zu erreichenden Zielen/Ergebnissen und den möglichen Risiken.

AP 7.7.1. Aufbau einer Experimentierstrecke, Arbeitsgemeinschaften und spätere Ausbildungsmodule

Methoden/Beschreibung:

In diesem AP sollen im FABLAB der SBBS 10 experimentelle Arbeitsplätze mit Solarzellen/Brennstoffzellen/Elektroantrieb und alternativ Verbrennungsmotor für kleine Modelle mit Mess-einrichtungen errichtet werden. Dazu werden zertifizierte Einzelkomponenten erworben und unter Mithilfe der SchülerInnen zu Experimentierstationen entwickelt.

Ziel/Ergebnis:

Das Ziel dieses APs ist es praktische Lernarbeitsplätze an der SBBS zu schaffen, um die H₂-basierten Aus- und Weiterbildungsmodule (andere APs) um einen praktischen Experimentierbereich zu erwei-

tern. Das Ergebnis der Entwicklung der Experimentierstationen ist die technisch-praktische Voraussetzung für die praktischen Seminare und Übungen, die für die einzelnen Mint-Ausbildungsberufe in den einzelnen Modulen notwendig sind.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.2. Entwicklung des Designs für die Demonstration des Gesamtsystems

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden durch SchülerInnen in den dualen Ausbildungsberufen des Designs und der Mediengestaltung das Design und die Präsentation der Demonstration des Gesamtsystems entwickelt. Dazu werden sowohl gestalterische als auch pädagogische Aspekte berücksichtigt. Hierbei sind zum einen die Einhausung des Elektrolyseurs, des Motors als auch die Gestaltung und Präsentation des gesamten Demonstrationsortes zu entwickeln.

Ziel/Ergebnis:

Ziel ist nicht nur der Wissenstransfer der Wasserstofftechnologien von den MINT-Fächern zu grafisch-gestalterischen Fächern, sondern auch nach außen in die Gesellschaft.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.3. Prüfen H₂ Motor im Modellversuch/Kleinstmodell im Selbstbau mit kommerziellen Brennstoffzellen

Methode/Beschreibung:

Dieses AP untersucht, ob der H₂-O₂-Kreislaufmotor als Miniaturversuchsstand an der SBBS installiert werden kann oder ein vergleichbarer Kolbenmotor. Es werden patentrechtliche Fragen, sicherheitsrelevante Fragen und praktische bzw. logistische Fragen geprüft. Dieses AP wird in enger Zusammenarbeit mit Kollegen der WTZ Rosslau gGmbH durchgeführt.

Ziel/Ergebnis:

Ziel dieses APs ist es, die Ergebnisse und Kenntnisse aus dem Forschungsprojekt in die Lehrausbildung zu integrieren und somit für einen aktiven Wissenstransfer in die Gesellschaft zu schaffen. Es sollen insbesondere praktische Erfahrungen im Umgang mit H₂-Verbrauchersystemen im Mobilitäts- als auch Wärme- und Stromerzeugersektor angeboten werden.

Risiken:

Die Risiken in diesem AP liegen in den patentrechtlichen und den konstruktiven Fragen. So dass evtl. auf kommerzielle H₂-Verbrauchersysteme zurückgegriffen werden muss.

AP 7.7.4. Entwicklung Modell H₂-Erzeugung und H₂-Verwendung als Heizgas

Methode/Beschreibung:

In diesem AP sind Experimentierstationen zu H₂-Erzeugung und H₂-Verwendung als Heizgas für Ausbildungsberufe der Elektro- und Haustechnik zu entwickeln. Dabei wird auf zertifizierte Einzelkomponenten, die für die schulische Ausbildung zugelassen sind, zurückgegriffen und diese unter Mithilfe der SchülerInnen zu den individuellen Experimentierstationen weiterentwickelt.

Ziel/Ergebnis:

Ziel dieses APs ist es die Vorbereitung zu schaffen, um die praktisch-technische Lehrausbildung für die Ausbildungsberufe der Elektro- und Haustechnik für die Verwendung von Wasserstofftechnologien vorzubereiten. Das Ergebnis soll sein, dass die Wissensvermittlung in Bezug auf die Wasserstofftechnologien von den Berufsschulen in die wirtschaftliche Praxis getragen wird und somit die regionalen Ausbildungsbetriebe ihr Portfolio auf die Anwendbarkeit der Wasserstofftechnologie in der Haustechnik als Heizgas erweitern.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.5. Entwicklung eines Informationsfilms zu den AP 7.7.3. und 7.7.4.

Methode/Beschreibung:

In diesem AP sollen audiovisuelle Informationsmaterialien erschaffen werden, die zum einen Teil der Anleitung zu den Experimenten der Experimentierstationen dienen als auch die theoretischen Grundlagen vermitteln. Dieser Film soll als Teil eines Projektes durch die SchülerInnen Ausbildungsberufe Design und Mediengestaltung der SBBS unter fachlicher Anleitung erstellt werden.

Ziel/Ergebnis:

Das Ziel dieses APs ist es nichttechnische Berufe (z. B. Mediengestalter) in dem Innovationsfeld Wasserstoff, der Wasserstofftechnologien und dem Forschungsvorhaben im Allgemeinen zu integrieren.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.6. Prüfen der technischen Umrüstung von Motortestern bei H₂-Betrieb

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die bestehenden Motorenteststände an der SBBS auf eine technische Umrüstung für einen Wasserstoffbetrieb untersucht. Sicherheits- und funktionsrelevante Teile werden ausgetauscht und die Funktionsweise überprüft. Die Prüfung wird durch experimentelle Seminare und Praktika durch die SchülerInnen sowie Fachlehrer vorgenommen und dient als Voraussetzung für die praktisch-technische Berufsausbildung der neuen Aus- und Weiterbildungsmodule. Dieses AP wird intensiv mit den Kooperationspartnern dieses Forschungsvorhaben vorgenommen.

Ziel/Ergebnis:

Das Ziel dieses APs ist es Möglichkeiten zu prüfen, inwiefern sich die Motorenteststände umrüsten lassen. Falls dies möglich wäre, könnte die SBBS ihre Lehrmodule mit dem bestehenden Equipment

auf die Wasserstofftechnologie erweitern. Vor allem die Erweiterung der Lehrmodule auf die Wasserstofftechnologie im Mobilitäts- und H₂-Verbrauchersektor ist für die SBBS sehr essentiell.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.7. Entwicklung der Ausbildungsmodule KFZ-Mechatroniker H₂-Motoren und Brennstoffzellen sowie Betankung und Tankanlagen

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die technischen und pädagogischen Grundlagen für die zukunftsweisenden Ausbildungsmodule geschaffen. Es werden vor allem die dualen Ausbildungsmodule mit direkten H₂-Anwendungen für KFZ-MechatronikerInnen in Bezug auf Brennstoffzellenfahrzeuge und Fahrzeugen mit H₂-Motoren und H₂-Anwendungen für KFZ-MechatronikerInnen in Bezug auf lokale Betankung und Tankanlagen entwickelt. Dazu werden zunächst die theoretischen Grundlagen und Voraussetzungen für das Modul erarbeitet und in die bestehenden Lehrpläne von naturwissenschaftlichen Fächern (Physik, Chemie) integriert.

Ziel/Ergebnis:

Das Ziel dieses APs ist die Erstellung von ergänzenden wasserstoffbasierten Modulen für die duale Ausbildung, damit die SBBS und der WIR!-Ausgangspunkt Sonneberg zu einem etablierten Ausbildungszentrum in den wasserstoffbasierten Berufsfeldern in dem Mobilitätssektor wird. Das Ergebnis sind Modulhandbücher, in denen alle theoretischen, technischen und praktischen Grundlagen integriert sind, um die sequenziellen Tests durchzuführen.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.8. Entwicklung der Ausbildungsmodule MechatronikerInnen lokale H₂-Erzeuger und H₂-Nutzung - Aufstellen und Wartung

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die technischen und pädagogischen Grundlagen für die zukunftsweisenden Ausbildungsmodule geschaffen. Es werden vor allem die dualen Ausbildungsmodule für MechatronikerInnen mit direktem Zusammenhang für H₂-Erzeugung und H₂-Anwendung in Bezug auf lokale Systeme, Transport sowie Nutzung in lokalen Kleinanlagen mit hohem Wirkungsgrad (Aufstellen und Wartung) entwickelt.

Ziel/Ergebnis:

Das Ziel dieses APs ist die Erstellung von ergänzenden wasserstoffbasierten Modulen für die duale Ausbildung, damit die SBBS und der WIR!-Ausgangspunkt Sonneberg zu einem etablierten Ausbildungszentrum in den wasserstoffbasierten Berufsfeldern der dezentralen und lokalen Wasserstoff-

zeugung und -nutzung wird. Das Ergebnis sind Modulhandbücher, in denen alle theoretischen, technischen und praktischen Grundlagen integriert sind, um die sequenziellen Tests durchzuführen.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.9. Entwicklung der Ausbildungsmodule für ElektronikerInnen für Gebäudetechnik in Bezug auf Steuerungssysteme für H₂-Hausanlagen zur Wärmeabgewinnung oder Elektroenergieeinspeisung

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die technischen und pädagogischen Grundlagen für die zukunftsweisenden Ausbildungsmodule geschaffen. Es werden vor allem die dualen Ausbildungsmodule mit direkten H₂-Anwendungen für ElektronikerInnen für die Gebäudetechnik in Bezug auf Steuerungssysteme für Hausanlagen zur Nutzung als Energiespeicher und Energieträger entwickelt.

Ziel/Ergebnis:

Das Ziel dieses APs ist die Erstellung von ergänzenden wasserstoffbasierten Modulen für die duale Ausbildung, damit die SBBS und der WIR!-Ausgangspunkt Sonneberg zu einem etablierten Ausbildungszentrum in den wasserstoffbasierten Berufsfeldern der Gebäudetechnik/Steuerungssysteme wird. Das Ergebnis sind Modulhandbücher, in denen alle theoretischen, technischen und praktischen Grundlagen integriert sind, um die sequenziellen Tests durchzuführen.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.10 Entwicklung von Weiterbildungsmodulen für FachschülerInnen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau in Bezug auf H₂-Technologie

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die technischen und pädagogischen Grundlagen für die zukunftsweisenden Weiterbildungsmodule geschaffen. Es werden vor allem die Ausbildungsmodule für FachschülerInnen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau zur H₂-Erzeugung und Anwendungen in Bezug auf lokale Systeme zur Wasserstoffherzeugung-Transport und Nutzung in lokalen Kleinanlagen aus der Sicht des Energietransfers mit hohem Wirkungsgrad (Prinzip der Brennstoffzelle in beide Richtungen sowie des Transports von Wasserstoff und gegebenenfalls auch Sauerstoff) entwickelt.

Ziel/Ergebnis:

Das Ziel dieses APs ist die Erstellung von ergänzenden wasserstoffbasierten Modulen für die fachberufliche Ausbildung, damit die SBBS und der WIR!-Ausgangspunkt Sonneberg zu einem etablierten Ausbildungszentrum in den wasserstoffbasierten Berufsfeldern wird. Das Ergebnis dieses APs sind Modulhandbücher, in denen alle theoretischen, technischen und praktischen Grundlagen integriert sind, um die sequenziellen Tests durchzuführen.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 7.7.11. Prüfen der Entwicklung eines neuen Berufsbildes ElektronikerIn für Gerätetechnik in Bezug auf H₂-Technologie

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die technischen und pädagogischen Grundlagen für ein neues zukunftsweisendes Berufsbild geschaffen. Es wird geprüft inwiefern sich ein neues Berufsbild als ElektronikerIn für Haus- und Gerätetechnik für die Nutzung der H₂-Technologie und Logistik entwickeln lässt. Dazu werden die Kooperationspartner, Handwerksbetriebe und regionale Ausbildungsbetriebe auf dem Gebiet der Haus- und Gerätetechnik befragt, um das Marktpotential und somit auch das Ausbildungspotential abzuschätzen. Bei positiver Bewertung können die entwickelten Module aus den anderen APs zu einem neuen Berufsbild kombiniert werden.

Ziel/Ergebnis:

Ziel dieses APs ist die Einschätzung des Marktpotentials und des Ausbildungsbedarfes von ElektronikerInnen für Haus- und Gerätetechnik für die Nutzung der H₂-Technologie und Logistik.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 8.7.1. Fertigstellung und Präsentation der Ausbildungs- und Weiterbildungsmodule in einem Handbuch für die Vermittlungsbausteine der H₂-Technologie

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die entwickelten Aus- und Weiterbildungsmodule zu einheitlichen Modulhandbüchern zusammengefasst und präsentiert. Dabei werden die pädagogischen Grundlagen und landesspezifischen Vorgaben für die Modulhandbucherstellung eingehalten. Die bisherigen Arbeiten und die notwendigen Qualifikationen werden durch den Antragsteller erfüllt.

Ziel/Ergebnis:

Ziel dieses APs sind einheitliche und ausführliche Modulhandbücher zu den relevanten Ausbildungsberufen, die um die theoretischen und praktischen und Grundlagenkenntnisse für Wasserstoffherzeugung, -anwendung oder im Zusammenhang stehende Serviceleistung erweitert werden sollen. Das Ergebnis dieses APs ist es alle notwendigen Voraussetzungen für die Durchführung der abschließenden sequenziellen Tests erfüllt zu haben. Dieses AP stellt eine wichtige Voraussetzung für die geplante Lehrplanerweiterung dar.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

AP 8.7.2. Sequenzielle Tests der Unterrichtsmodule in den 3 Berufsgruppen und der Fachschule

Methode/Beschreibung:

In diesem AP werden die erarbeiteten Modulhandbücher in die Praxis umgesetzt. Es stehen 10 Schulstunden pro Halbjahr zur individuellen Gestaltung frei, die nun durch den neuen Lehrinhalt ergänzt und ausgefüllt werden. Zusätzlich werden die praktischen Übungen an den Experimentierstationen durchgeführt. Es werden die Ausbildungsbetriebe geschult und informiert und versucht die neuen Lehrinhalte auch im praktischen Lehrbetrieb anzuwenden. Am Ende bilden Abschlusstestate oder Prüfungen die Erfolgskontrolle ab.

Ziel/Ergebnis:

Ziel dieses APs ist die schriftliche Zusammenfassung und Auswertung der abschließenden sequenziellen Tests. Diese Auswertung und Einschätzung wird zur weiteren Vermittlung an das Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (THILLM) übergeben, der abschließend über eine Implementierung in die Lehrpläne für die relevanten Ausbildungsberufe entscheiden wird.

Risiken:

Es sind keine Risiken zu erwarten.

3.2 Meilensteinplanung

Die Meilensteine des Teilvorhabens, die im Balkenplan in Anhang 1 dargestellt sind, werden im Folgenden mit ihrem jeweiligen Zeitpunkt innerhalb des Projektverlaufs sowie den avisierten konkreten technischen Zielparametern des Verbundvorhabens kurz dargestellt.

Meilenstein M1:

Kriterium:

- Fertigstellung der Experimentierstrecke
- Fertigstellung des Entwurfs und des Designs des Gesamtsystems (Elektrolyseurs, Kreislaufmotor, Demonstrationsort)
- Abschluss des Tests mit kleineren Verbrennungsmotoren

Zeitpunkt und Begründung:

- Juli 2021; Experimentierstationen sind notwendig für die ersten Praktika, die Designentwürfe brauchen noch die restl. Projektlaufzeit für die praktische Umsetzung

Zielparameter für die Erfüllung des Meilensteinkriteriums:

- mind. 10 funktionsfähige Experimentierstationen sind errichtet
- die Designentwürfe sind den Projektpartnern beim Projekttreffen präsentiert
- die ersten Testreihen sind durchgeführt

Meilenstein M2:

Kriterium:

- Betrieb der Experimentierstrecken
- Fertigstellung des Modells für Rathaus SON
- Abschluss Umrüstung des Testers

- Fertigstellung des Films über die Experimentierstrecke
- Fertigstellung der Unterrichtsmodule für die KFZ-Mechatroniker, Mechatroniker und der Fachschulmodule

Zeitpunkt und Begründung:

- Juli 2022; die Unterrichtsmodule müssen vorliegen bevor diese durch die SchülerInnen getestet und angewendet werden können

Zielparameter für die Erfüllung des Meilensteinkriteriums:

- die ersten Praktika wurden erfolgreich durch die SchülerInnen der SBBS absolviert
- die neuartigen Motortester sind funktionstüchtig
- die audiovisuelle Anleitung zu den Experimentierstationen wurde den ersten SchülerInnen präsentiert, die die ersten Praktika absolvierten

Meilenstein M3:

Kriterium:

- Fertigstellung der Unterrichtsmodule Elektroniker
- Start der Etablierung des neuen Berufsbildes
- Handbuch für die bisherigen Berufe und der Fachschulmodule
- Abschluss der sequenziellen Tests

Zeitpunkt und Begründung:

- Juni 2023; die Unterrichtsmodule müssen vorliegen bevor diese durch die SchülerInnen getestet und angewendet werden können, Handbücher und sequenzielle Tests müssen für die Prüfung durch das THILLM vorliegen

Zielparameter für die Erfüllung des Meilensteinkriteriums:

- Vorlage der Modulhandbücher
- Aufnahme der neuen Berufsfelder in das Portfolio der SBBS
- Nachweis über Bereitschaft und Bedarf von Ausbildungsbetrieben an den neuen wasserstoffbasierten Berufsfeldern
- Testergebnisse und Zusammenfassung der erfolgten sequenziellen Tests

4 Verwertungsplan

Der allgemeine Verwertungsplan und die wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten sind ausführlich in der Gesamtvorhabenbeschreibung erläutert. Nachfolgend wird der spezifische Verwertungsplan des Teilvorhabens aufgeführt.

4.1 Wissenschaftliche und gesellschaftliche Anschlussfähigkeit

Die SBBS entwickelt in diesem Projekt eine Vielzahl an zukunftsweisenden Modulen für die Aus- und Weiterbildung von Berufs- und FachschülerInnen und profitiert durch dieses Projekt vor allem durch Kompetenzgewinn auf dem Gebiet der Entwicklung von wasserstoffbasierten Aus- und Weiterbil-

dungsmodulen und durch die daraus resultierenden erhöhten SchülerInnenzahlen und eine verbesserte Attraktivität über die Region hinaus.

Durch dieses Forschungsvorhaben wird die SBBS bestmögliche Lern- und Bildungschancen für alle Schülerinnen und Schüler, unabhängig von Herkunft, Geschlecht und sozialem Status, auf dem Gebiet der Wasserstofftechnologie ermöglichen. Diese Bildungschancen sind für unsere Gesellschaft und für jede Einzelne und jeden Einzelnen von zentraler Bedeutung. Sie bilden die Grundlage für die persönliche Entwicklung und gesellschaftliche Teilhabe aller jungen Menschen. Gerade in den MINT-Fächern ist eine technisch moderne Ausstattung notwendig, um so vielen Schülerinnen und Schülern die besten Bildungschancen zu gewährleisten. Gerade die Ausbildung in den MINT-Fächern fördert die Problemlösungsfähigkeit und trägt zu elementarer Technik- und Wissenschaftsmündigkeit bei und dies trägt indirekt zu einer signifikant erhöhten Produktivität in der Zukunft der Auszubildenden bei. Dadurch steigt die gesamtgesellschaftliche wirtschaftliche Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit. Denn eine innovationsstarke Volkswirtschaft wie Deutschland und eine Europäische Union im internationalen Wettbewerb benötigen hervorragend ausgebildete Fachkräfte.

Die direkten gesellschaftlichen Erfolgsaussichten, die sich aus dem Teilvorhaben der SBBS innerhalb des Vorhaben PEM4Heat ergeben, können wie folgt zusammengefasst werden:

- Einreichung von Lehrplanergänzungen der KFZ-Mechatronik in Bezug auf H₂-Motoren und Brennstoffzellen sowie Betankung und Tankanlagen (Zeithorizont 2024-2025)
- Einreichung von Lehrplanergänzungen der Mechatronik in Bezug auf lokale H₂-Erzeuger und H₂ Nutzung - Aufstellen und Wartung (Zeithorizont 2024-2025)
- Einreichung von Lehrplanergänzungen der Elektronik für Gebäudetechnik in Bezug auf Steuerungssysteme für H₂-Hausanlagen zur Wärmeengewinnung oder Elektroenergieeinspeisung (Zeithorizont 2024-2025)
- Einreichung von Lehrplanergänzungen der FachschülerInnen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau in Bezug auf H₂-Technologie (Zeithorizont 2024-2025)
- Förderung der Problemlösungsfähigkeit der Auszubildenden (Zeithorizont 2025-)

5 Arbeitsteilung

5.1 Zusammenarbeit mit Partnern außerhalb des Vorhabens

Wir möchten die Öffentlichkeitswirksamkeit in Zusammenarbeit mit unseren Partnern mit der offenen Nutzung unserer Hightech-Werkstatt einen Treffpunkt von Kreativschaffenden, Technikern, Naturwissenschaftlern, Schülern, Lehrern und Eltern einrichten und anbieten. Durch das Mitwirken im Bereich MINT-freundliche Stadt und MINT-freundliche Region möchten wir uns als Schule bei der Etablierung eines MINT-CLUSTERS mit einbringen. Der Bedarf ergibt sich insbesondere aus der geografischen Lage und der Nähe zur Fachhochschule in Coburg, zu der bereits partnerschaftliche Beziehungen im Zusammenhang mit der Arbeit im Fabrikationslabor bestehen und durch die hier ansässigen High-Tech-Unternehmen. Bei der Vernetzung aller regionalen Akteure zum MINT- CLUSTER wer-

den wir tatkräftige Unterstützung durch die Stadt Sonneberg, die Stadt Neustadt bei Coburg und vom Landkreis Sonneberg sowie den Partnern der „CREAPOLIS-Werkstatt“ der Hochschule Coburg benötigen und erhalten. Die weiteren Partner sind die ansässigen kommunalen Wirtschafts-Unternehmen wie KUMATEC, FEDERAL-MOGUL, LEIKO oder SMB, die im Förderverein der SBBS bereits aktiv geworden sind. Dazu gehören natürlich all unsere Ausbildungsbetriebe aus der Region, die HWK und IHK Südthüringen sowie das THILLM.

Die direkten Kooperationspartner für das MINT-CLUSTER sind hierbei die Regelschulen bzw. Realschulen und Gymnasien inklusive der Förderzentren des Landkreises Sonneberg und der Partnerstadt Neustadt bei Coburg.

6 Notwendigkeit der Zuwendung

Ohne die beantragte finanzielle Unterstützung wäre es der SBBS nicht möglich, die im Rahmen des Verbundprojektes notwendigen Mittel für das Teilvorhaben aus der Grundfinanzierung aufzubringen, da die geplanten Arbeiten des Teilvorhabens im Innovationsfeld dezentrale, grüne Wasserstoffwirtschaft über die Leistungen des Forschungsbetriebes hinausgehen. Ohne die Förderung wäre es weder möglich, die für die Erbringung der Arbeiten, gemäß dem Arbeitsplan erforderliche Personalkapazität zu gewährleisten, noch die sonstigen Ressourcen, insbesondere für Installationsarbeiten, Materialien, Geräte und Reisemittel aufzubringen.

Im Rahmen der EU-Forschungsförderung spielt die Forschung zu Brennstoffzellen und Wasserstoff in der Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) Initiative, die sämtliche Aktivitäten im Bereich Wasserstofftechnologien bündelt, eine beachtliche Rolle. Die Überprüfung von alternativen Fördermöglichkeiten im Rahmen dieser EU-Forschungsförderung hat jedoch ergeben, dass die Programme der EU in erster Linie auf die Förderung von Vorhaben mit verschiedenen europäischen Partnern abzielen. Das hier beantragte Teilvorhaben im WIR!-Bündnis H₂-Well fußt jedoch ganz wesentlich auf der innovativen Prozesswärmenutzung und intelligenten Gebäudeversorgung. Zudem existieren seitens FCU JU derzeit keine offenen Ausschreibungen. So lag der letzte Stichtag für Förderanträge im April 2019. Daher stellt die Beantragung einer EU-Forschungsförderung für das hier beschriebene Strategievorhaben zum jetzigen Zeitpunkt keine erfolgsversprechende Alternative dar.