

Antrag Teil A: Pädagogisches Konzept

A.1 Relevante Bildungsgänge

Werner-Siemens-Schule (derzeit 32 Klassen, Berufsschule mit Zuwachs, bereits im Aufbau)

- Berufsschule
 - Elektroniker(in) für Automatisierungstechnik
 - Mechatroniker(in)
 - Elektroniker(in) für Betriebstechnik
- Fachschule
 - Fachschule Automatisierungstechnik/Mechatronik
 - Fachschule Elektrotechnik

Max-Eyth-Schule (derzeit 34 Klassen)

- Berufsschule
 - Industriemechaniker(in)
 - Zerspanungsmechaniker(in)
 - Produktdesigner(in)
- Fachschule Maschinentechnik

Robert-Bosch-Schule (derzeit 26 Klassen)

- Berufsschule
 - Industriemechaniker(in)
 - Mechatroniker(in)
- Fachschule Maschinentechnik
- Duales Berufskolleg Metalltechnik, Fachrichtung Produktionstechnik

A.2 Beschreibung der zu vermittelnden Kompetenzen in den Bildungsgängen

Für viele Aspekte von Industrie 4.0 gibt es heute noch keine Standards. Marktreife Lösungen gibt es für Teilaspekte; sie sind mit verfügbarer Technik umsetzbar, werden in der Produktion genutzt oder befinden sich im Aufbau. Die Aus- und Weiterbildung an den drei beruflichen Schulen setzt im Rahmen der Flexibilität der Kompetenzbeschreibungen der Lehrpläne Aspekte von Industrie 4.0 um.

Industrie 4.0 umschreibt im Kern pauschal digitale Vernetzung und virtuelle Verknüpfung von Mensch, Maschinen und Produkten im Wertschöpfungsprozess. Die Vermittlung existierender Ansätze und weiterführender, umfassenderer Konzepte soll in Aus- und Weiterbildung an einer Lernfabrik im Zusammenspiel mit dem an den drei Schulen vorhandenen und zu erweiternden Maschinenpark veranschaulicht und somit erlebbar gemacht werden. Unsere technischen Systeme (Lehrmittel), unser Know-How und unsere Erfahrungen werden in der begonnenen Kooperation vernetzt.

Zunächst erfolgt der Kompetenzerwerb real an Baugruppen didaktisch vereinzelt an Stationen im Labor und virtuell in Simulationen. Die Lernfabrik in der Vernetzung mit weiteren Maschinen bildet dann den Kern, an dem das Zusammenspiel der Teile visualisiert und vermittelt wird.

So werden beispielsweise von der Max-Eyth-Schule oder der Robert-Bosch-Schule individuelle Fertigungsdaten an die Fertigungs- und Montage-Anlage der Werner-Siemens-Schule über eine Cloud-Anwendung übermittelt und damit die Bearbeitung eines Produktes oder einer Produktserie ausgelöst. Der Schüler hat dann elektronischen Zugriff auf die Produktdaten wie Fertigungsstatus oder Lieferdatum und Maschinenzustandsdaten.

Dazu und zu weiteren Aspekten von Industrie 4.0 sind in Aus- und Weiterbildung Konzepte, Kenntnisse und Methodik zu vermitteln.

Übersicht: Kompetenzen, Stand und angestrebte Weiterentwicklung

zu vermittelnde Kompetenzen (nach Lehrplänen)	Gewinn durch die geplanten Anlagen
Einrichtungen zur Übertragung und Verarbeitung von Daten und Signalen analysieren	im Zusammenwirken der vernetzten Systeme im Verbund der Schulen darstellbar
Vernetzte Systeme planen, realisieren, programmieren, anpassen, warten und instandhalten	komplette Darstellung der Wertschöpfungskette als vernetztes standortübergreifendes System innerhalb des Verbundes der Schulen
Datenbanken modellieren und anwenden	wird als Systemkomponente im Verbund der Schulen Bestandteil der Wertschöpfungskette
Kommunikation zwischen eingebetteten Systemen herstellen	nur im Zusammenwirken der vernetzten standortübergreifenden Systeme der Lernfabrik darstellbar
Komplexe Aufgaben der Steuerungs- und Regelungstechnik lösen	vernetzte Steuerungs- und Regelungsaufgaben systemisch an Lernfabrik bearbeitbar
Digitale steuerungstechnische Aufgaben aus Modulen und Apps zusammensetzen und in Betrieb nehmen	moderner Ansatz zur Erzeugung von Programmen aus Systemkomponenten der Lernfabrik
Instandhaltungsverfahren kennen und auswählen	Wird mittels vernetzter Systeme im Verbund der Schulen datenbankbasiert angestoßen, wie über mobile Endgeräte
Grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Produktionsorganisation beschreiben	nur im Zusammenwirken der vernetzten standortübergreifenden Systeme der Lernfabrik darstellbar

Anlage 2: Projektbeschreibung und Konzeption zum Antrag "Lernfabrik 4.0"

Erzeugen von 3D-Modellen von Werkstücken und Baugruppen nach funktionalen Aspekten unabhängig vom Fertigungsverfahren - durch Erzeugung höherwertiger Datensätze und generativer Fertigungsverfahren für Prototypen	Auswirkungen auf die nachfolgende Wertschöpfungskette und Rückkopplung für konstruktive Verbesserungen, da die Auswirkungen auf die Wertschöpfung durch Lernfabrik darstellbar sind
Robotik: Teach-in-Verfahren im vernetzten Umfeld	Robotik als Systemkomponente in der Lernfabrik

Details sind den Lehrplänen zu entnehmen.

Anlage 7: Relevante Auszüge aus den Bildungsplänen

A.3 Qualifizierung der Lehrkräfte

1. Vorhandene Kompetenzen

An den Schulen sind etwa 40 Lehrkräfte in den unter A.1 genannten Bildungsgängen tätig, die über relevante Voraussetzungen und Kompetenzen verfügen:

- mindestens eine der Lehrbefähigungen Energie- und Automatisierungstechnik, System- und Informationstechnik, Informatik, Fertigungstechnik
- einschlägige fachliche Vor-Erfahrungen aus Industrietätigkeit
- beständiger Austausch mit Fachkollegen der Betriebe durch engen Kontakt
 - in der Ausbildung bis hin zur ehrenamtlichen Mitwirkung in den Prüfungsausschüssen der Kammern
 - in der Weiterbildung, insbesondere bei der Betreuung von über 200 Technikerarbeiten pro Schuljahr

Zu Einzelheiten siehe Anlage 2: Kompetenzen der Lehrkräfte

Die Kompetenzen zur Umsetzung der beiden unteren Ebenen des nachstehenden Bildes sind in vollem Umfang vorhanden.



Die auf der Ebene der Lernfabrik notwendigen Kompetenzen sind zu großen Teilen vorhanden, allerdings auf die Lehrkräfte verteilt. Diese Kompetenzen sollen nun orientiert am Themenkomplex Industrie 4.0 in der Arbeit an der Lernfabrik zusammengeführt werden. Die Einbeziehung weiterer Anlagenteile an den beiden anderen Standorten dient der praxisbezogenen Einbindung von Lehrenden und Lernenden in Aus- und Weiterbildung im Bereich Metalltechnik.

2. Planung unterstützender Fortbildungen

Für die Lehrkräfte resultiert ein Fortbildungsbedarf, der — an der Praxis orientiert — vorhandenes Know-How aufbaut, zusammenführt und/oder an die Welt von Industrie 4.0 adaptiert: "Zusammenführung von Kompetenzen in Personen im Zuschnitt auf unterschiedliche Industrie-4.0-Perspektiven".

Vorrangiges Ziel ist eine kompetente Einweisung in die Lernfabrik und weitere Anlagen. Der vorgesehene Einsatz für die Schule und interessierte Betriebe im Schuljahr 2016/2017 soll damit sichergestellt werden.

Vor Inbetriebnahme sind zunächst Fortbildungen notwendig wie

- Industrie 4.0: Überblick über Werkzeuge und Methoden
- Aufbau von Manufacturing-Execution-Systemen (MES) sowie Kommunikation mit Komponenten von Produktionssystemen
- Verarbeitung und Verwaltung von Datenstrukturen in MES
- Qualitätssicherung über MES
 - anlagenbezogen: wie über intelligente Sensoren und Aktoren
 - werkstück-/produktbezogen: wie mit optischer Messtechnik
- Visualisierung von Auftrags-, Prozess- und Maschinendaten
- Near-Field-Communication
- generative Herstellverfahren

A.4 Einordnung des Konzepts in die Schulentwicklungsplanung

Der aktuelle Schulentwicklungsplan der Stadt Stuttgart, Ansatz bis 2022, weist die für den Antrag relevanten unter A.1 aufgeführten Bildungsgänge aus.

Der Einsatz der geplanten Anlagen wäre in weiteren Schularten lehrplankonform.

Die Werner-Siemens-Schule hat die Generalsanierung 2015 abgeschlossen, die Max-Eyth-Schule wird im Augenblick generalsaniert und die Robert-Bosch-Schule verfügt seit viereinhalb Jahren über einen Neubau für die Fachschule.

Die drei Schulen sind weit über die Stadt Stuttgart hinaus schon seit Jahren mit zahlreichen kleinen und mittelständischen Firmen in Aus- und Weiterbildung eng verbunden, gerade auch über Technikerarbeiten der Fachschüler, die fast ausschließlich bei Betrieben durchgeführt werden. Es ist also davon auszugehen, dass in der beschlossenen Kooperation der drei Schulen und mit einer erweiterten Ausstattung die beabsichtigte fachliche Streubreite großräumig und von hoher Qualität sein wird.

A.5 Kooperation: Entwicklung anwendungsorientierter Aus- und Weiterbildungs- module

Voraussetzung für die Erarbeitung von Modulen sind eine gelingende Einarbeitung an der Lernfabrik sowie die Einbeziehung weiterer Maschinen in das System.

Das Konzept der Einarbeitung wird dann als Grundlage der Erarbeitung von Basis-Modulen für das Grundverständnis von Industrie 4.0 für verschiedene Zielgruppen dienen.

Für die Konzeption weiterer Fortbildungen ist der Satz von dann verfügbaren Werkzeugen und Methoden zu Industrie 4.0 Orientierung. Unter A.2 und A.3 sind die entsprechenden Kompetenzbereiche benannt.

Als Partner bei der Bedarfserhebung konnten Vertreter von Herstellerbetrieben für Komponenten in Industrie 4.0, die Industrie- und Handelskammer, die Hochschule für Technik Esslingen und die Hochschule für Technik Pforzheim gewonnen werden.

A.6 Implementierung des Konzepts, Absicherung der Nachhaltigkeit

1. Meilensteine

Monat	Vorgang/Arbeitspaket(e)
Oktober 2015	Abgabe des Förderantrags
November/ Dezember 2015	Entscheidung durch Jury
Dezember 2015	Beginn des Förderzeitraumes
Danach	Erstellung der Ausschreibungsunterlagen
Januar 2016	Öffentlichkeitsarbeit: Vorstellung der projektierten Anlage an den Infotagen der Schulen
Februar 2016	möglichst erste Schulung der Lehrkräfte (Hardware und Software) beim Hersteller

Anlage 2: Projektbeschreibung und Konzeption zum Antrag "Lernfabrik 4.0"

Ab März 2016	Lieferung der Anlage
April 2016	Inbetriebnahme der Anlage
Mai 2016	Schulung der Lehrkräfte (Hardware und Software)
Ab Juni 2016	Erarbeitung der <ul style="list-style-type: none"> - Konzepte zur Einbindung der Anlage in Unterricht - konkreten Lernsituationen/Fortbildungen
Juli 2016	<ul style="list-style-type: none"> - Ausschreibung von Fortbildungen - Start der Öffentlichkeitsarbeit unter Einbindung der Kooperationspartner
September 2016	Einbindung der Anlagen in den Unterricht an den Schulen
Oktober 2016	<ul style="list-style-type: none"> - Veranstaltung(en) als Demonstrationsanlage - Fortbildung(en) für Dritte mit Kooperationspartnern

2. Maßnahmen zur Sicherstellung der Nachhaltigkeit

Nach Oktober 2016	- Unterrichtseinsatz der Anlagen an den drei Schulen
	- Weiterführung und Weiterentwicklung der in Teil C genannten Maßnahmen
	- Anpassung an Weiterentwicklungen in Zusammenarbeit mit dem Anlagen-Hersteller und Herstellern von Komponenten
	- Instandhaltung und Wartung der Anlage als Teil der Ausbildung in den Berufen der Schule, so weit dies Lehrplaninhalt ist
	- Abschluss von Wartungsverträgen

Antrag Teil B: Investitionsplan

B.1 Darstellung vorhandener relevanter Laboreinrichtungen standortübergreifend

- Labore für Automatisierungstechnik, Netzwerktechnik, Antriebstechnik, generative Fertigungsverfahren und CAD/CAM
- Metallwerkstätten mit CNC-Fräsmaschinen, CNC-Drehmaschinen und Messmaschinen

Zu Einzelheiten siehe Anlage 3: Bestehende Ausstattung an den Schulen

B.2 Planung erforderlicher Investitionen mit Bezug zum pädagogischen Konzept

- Bereitstellung und Inbetriebnahme einer Lehr-Produktionsanlage, an der typische Steuerungsaufgaben und Automatisierungsaufgaben umgesetzt werden. Realisiert an folgenden Beispielen:
 - Bearbeitung (CNC-Fräsmaschine, Bohren, Einbrennen/Trocknen, Presse mit Prüfung der Druckkräfte, Sicherheitstechnik),
 - Handhabung (komplexe Roboterhandhabung, einfaches Werkstückwenden, Verknüpfung von Anlagenteilen mit einem Transportroboter) und Lagerung in einem Hochregallager
 - Qualitätssicherung (Kamera-Inspektion, optische Messung)
 - Erfassung typischer Betriebsdaten und Maschinenzustände
 - Auswertung der Kennung von Werkstücken, wie QR-Code, RFID-Technik
 - Umsetzung von Fabrikabläufen am Beispiel von „lean production“ mit einem Handarbeitsplatz in der automatisierten Anlage
- Bereitstellung und Inbetriebnahme eines Leitrechners für die Produktionsanlage in einem Serverschrank
- Anbindung des Leitrechners mit Manufacturing Execution System an eine Cloud zur
 - Speicherung/Auswertung von Daten der Anlage(n)/der Werkstücke
 - Rückwirkung von abgelegten Daten auf die Produktionsanlage
 - Zusammenarbeit mit den Partnerschulen und weiteren Schulen/Hochschulen, die vergleichbare Anlagen betreiben

Anlage 2: Projektbeschreibung und Konzeption zum Antrag "Lernfabrik 4.0"

- Bereitstellung und Inbetriebnahme von 4 Robotern für die Arbeit im vorgeschalteten Laborunterricht
- Multijet-Modelling-Anlage
- Ersatz einer Industriefräsmaschine und Ergänzung mit optimierter Steuerung zur Datenüberwachung, Werkzeugvoreinstellgerät und integrierter Maschinen- und Prozessüberwachung
- Erhebung realistischer Messwerte und damit Daten zu Qualität, Energieumsatz und Prozesseffizienz aus der Prozessüberwachung und daraus abgeleiteter Prozessoptimierung
- 3D-Scanner: Bauteile ohne vorhandene Zeichnung können erfasst, eine Zeichnung erstellt und Varianten konstruiert werden (Erstmusterbau)

Anlage 4: Angebote zu zu beschaffenden Ausstattungen

B.3 Planung erforderlicher Umbaumaßnahmen

Gesonderte Aufstellung des Leitrechners in D0.01: Vermeidung unbefugten Zugriffs wird so kostengünstig realisiert.

Aufstellung des notwendigen Hochregal-Lagers für die Produktionsanlage in C0.07: Dazu sind 2 Wanddurchführungen, etwa 8 m Brüstungskanal, 2 Harting-Steckdosen und eine Netzwerkdose an der Werner-Siemens-Schule erforderlich. Der Anschluss erfolgt über den Raumverteiler.

Keine weiteren Baumaßnahmen notwendig.

Die Kostenberechnung wird nachgereicht.

Anlage 5: Umbau-Skizze

B.4 Planung der Kosten

1. Kosten, aus den Schulbudgets bei Umsetzung für das Projekt eingesetzt		
Alle Beträge in €	Investition	Fortbildung, Einweisung ...
Rapid Prototyping (anteilig)	95000	0
Fräsmaschine (DMG) (anteilig)	288000	0
Festo-Anlage (anteilig)	50000	0
Teilsumme1	433000	0
2. Kosten, aus Projektmitteln zu finanzieren		
Rapid Prototyping (anteilig)	90000	5000
Fräsmaschine (DMG) (anteilig)	30000	4000
Festo-Anlage (anteilig)	803000	20000
Festo-Anlage (Wartung)	0	48000
Werkzeugvoreinstellgerät*	17500	1600
Maschinenüberwachung*	20000	0
3D-Scanner (wird nachgereicht)	40000	0
Teilsumme2	1000600	78600

*Angebote werden nachgereicht

B.5 Finanzierung der verbleibenden Kosten nach B.4 Tabelle 2

3. Zusammensetzung der Finanzierung nach Vorgabe des Ministeriums Absichtserklärungen aus der Industrie siehe Anlage 6 (weitere stehen noch aus)		
Industrie (etwa 10%)	100000	10000
Land BW (40%, max. 400000)	400000	0
Land BW (80%, max. 100000)	0	40000
Stadt (etwa 50 %)**	500000	0
Teilsumme3	1000000	50000
Teilsumme3-Teilsumme2	-600	-28600

**Vorbehaltlich eines erst am 18. Dezember 2015 zu fassenden Beschlusses des Gemeinderats der Stadt Stuttgart. Die Umsetzung des Projektes auf der Grundlage des vorgelegten pädagogischen Konzeptes bedarf dieser Zustimmung.

Antrag Teil C: Konzept für den Einsatz der Lernfabrik als Demonstrationszentrum für die mittelständische Wirtschaft

C.1 Basiskonzept für die Nutzung

Formate wie unter C.3 aufgeführt.

1. Vorführbetrieb

Je nach Ziel an einer oder mehrerer der drei beteiligten Schulen.

2. Schulungsbetrieb

Erarbeitung verschiedener Kompetenzfelder über "Betriebsartenwahl".

– Regelbetrieb

Lernende betreiben die Anlage auftragsgemäß.

– Fehler(such)betrieb

Lernende eignen sich Strategien der Fehlersuche in vernetzten Systemen an.

– Wartungsbetrieb

Lernende erhalten auch über Smartphone oder Tablet einen Wartungsauftrag

– Teambetrieb

Lernende in Teams organisiert (Inbetriebnahme, Überwachung, Instandhaltung, Wartung). Sie erhalten ihre Aufträge direkt vom Manufacturing ES (... auf ihr Smartphone/Tablet)

C.2 Kooperationskonzept

Kooperationspartner	Art der Kooperation
Hochschulen	<ul style="list-style-type: none"> - Wissenstransfer - Kopplung weiterer Anlagen - komplementärer Ausbau von Anlagen an den Standorten
Hersteller der Lernfabrik	Bereitstellung, Inbetriebnahme, Einweisung, Wartung, Support
Hersteller von Komponenten	Bereitstellung von Produkten zur Erweiterung der Leistungsmerkmale, die Industrie 4.0 abbilden, in Einzelfällen auch verbunden mit der Zusage von Support zu den Produkten
Kammer	<ul style="list-style-type: none"> - gemeinsam getragene Fortbildungen - Unterstützung - komplementärer Ausbau von Anlagen an den Standorten

C.3 Veranstaltungs- bzw. Präsentationskonzept

1. Demonstrationen und Fortbildungen

Für **Mitarbeiter von Firmen**: Angebot **nach Bedarf**

- vom Förderverein (von Lehrkräften der Schulen)
- von Schülern (unterstützt durch Lehrkräfte) im Rahmen von Ausbilderabenden/ Ausbildertreffen
- von der IHK und deren Bildungseinrichtungen (von Lehrkräften der Schule in Zusammenarbeit mit Fortbildnern der Kammer)
- von der Herstellerfirma der Produktionsanlage (Vertreter der Firmen, in Ferienzeiten)

- von Förder-Firmen für ihre Mitarbeiter
2. (In-House-)Schulungen
- Für Lehrkräfte: Angebot nach Bedarf**
- Sicherung und Weiterentwicklung der Kompetenzen der im Arbeitsgebiet Industrie 4.0 eingesetzten Kolleg(innen)en
 - Einarbeitung neuer Kolleg(inn)en
 - Einsatz in der Lehrerausbildung: An der Werner-Siemens-Schule sind zwei der Kollegen als Ausbilder am Seminar für Didaktik tätig. Lehrbeauftragte eines anderen Seminares nutzen aufgrund der guten Erreichbarkeit der Schule die Laborausstattung regelmäßig.
3. Technologietage mit Partnerfirmen, Austausch
- Experten aus Firmen, Hochschulen und Schulen: anzustreben jährlich**
- Vorträge externer Referenten
 - Get together von Fachkräften
4. Gewinnung von **Schüler(inne)n allgemeinbildender Schulen** für die relevanten Ausbildungsberufe: anzustreben **jährlich**
- Demonstration praktischer Problemstellungen und Problemlösungen.
Ein vergleichbares, erweitertes Konzept, ursprünglich von der Heidehof-Stiftung mitgetragen, wird im Bereich MINT für Schüler dieser Schulen angeboten.
5. Zusammenarbeit mit **Lehrkräften und Schülern der Partnerschulen** im Ausland: nach **Absprache**
- Konstruktionen der Partnerschulen werden am jeweils anderen Standort gefertigt
6. Hausmesse(n) für die **interessierte Öffentlichkeit**: anzustreben **jährlich**
7. Schulhomepages der drei Schulen für die **interessierte Öffentlichkeit**
- Video-Clip der laufenden Anlage
 - (temporäre) Ausstattung des Show-Rooms mit einer Webcam

C.4 Personalkonzept

Die Durchführung der Schulungen Externer durch Lehrkräfte der drei Schulen ist im Rahmen des Deputats nicht verpflichtend möglich.

Lehrkräfte werden die Anlage in Betrieb halten und einzelne Demonstrationen an Informationstagen, Hausmessen und Fortbildungen nach C.1 und C.2 auf den Weg bringen.

Darüber hinaus werden Fortbildner des Herstellers oder der IHK in Zusammenarbeit mit Lehrkräften Schulungen/Fortbildungen an der Lernfabrik durchführen.

Anfallende Sach- und Personalkosten (auch für Lehrkräfte) bei Maßnahmen Dritter werden von den jeweiligen Trägern übernommen. Ggf. anfallende Raummieten sind nach Vorgabe direkt mit dem Schulträger abzurechnen.

Eine Abschätzung wie des entstehenden Verwaltungsaufwandes, des Aufwandes für die Umrüstung der Anlage bei Nutzung durch Dritte und die "Rückrüstung" auf Schulbetrieb ist vernünftig zu treffen. Dazu liegen keine Erfahrungswerte vor.

C.5 Marketingkonzept

Direktmarketing der Schule über Anschreiben zu Veranstaltungen unter C.3 an Partnerbetriebe in Aus- und Weiterbildung und bei Ausschreibung der Veranstaltungen Dritter über deren Informationskanäle. Damit ist der größte Teil der in Frage kommenden Betriebe in der Region Stuttgart erreichbar. Bedarf an Inhalten kann direkt ermittelt werden und in die Planungen einfließen.

Bewerbung von Veranstaltungen wie über die Homepages der Schulen und bei den Auftritten der Stuttgarter Schulen an Weiterbildungstagen.

