

Das nachfolgend an dem Modell der vollständigen Handlung orientierte Projekt ist als Beispiel zu verstehen und kann für die Ausbildung im Rahmen der Zusatzqualifikation „IT-gestützte Anlagenänderung“ genutzt werden.

Beispiel betriebliches Projekt: Änderung einer verfahrenstechnischen Anlage

Aufgabenstellung: Anhand eines 3D-Modells soll die Änderung einer verfahrenstechnischen Anlage geplant und die Umsetzung mittels digital gestützter Fertigung und Montage vollzogen werden.	
Informieren	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ der Ist-Zustand der zu ändernden Anlage liegt als 3D-Modell vor („Initiales Modell“) <ul style="list-style-type: none"> • die zu ändernde verfahrenstechnische Anlage wurde per Laserscan aufgenommen • die daraus generierte Punktwolke liegt als 3D-Datensatz vor • die Anlagenobjekte wurden in einer 3D-Design-Software modelliert und mit Metadaten hinterlegt ▶ in dieser Anlage soll ein Rohrleitungsteilstück gemäß einem überarbeiteten R+I-Fließbild geändert werden (Änderung Rohrleitungsverlauf, zusätzliches Rohrleitungselement mit einer Armatur) ▶ Anlagenänderung digital im 3D-Modell planen, Unterlagen zur Umsetzung (Anfertigungs- und Montageunterlagen) aus dem 3D-Modell generieren (Aufstellungsplan, Drafts zum Halterungskonzept, Isometrien mit Koordinatenangaben und Stücklisten) ▶ Teilelemente der Anlagenänderung maschinell fertigen und anschließend manuell zusammenbauen ▶ die Anlagenänderung ist koordinatengetreu in der verfahrenstechnischen Anlage zu montieren
Planen	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ funktionales Konzept der Anlagenänderung erarbeiten ▶ räumliche Planung der Anlagenänderung in einem 3D-Viewer ▶ Konzept mit dem Auftraggeber besprechen ▶ Export vom 3D-Viewer in die 3D-Planungssoftware ▶ Details mittels 3D-Planungssoftware planen ▶ Planungsisometrien, notwendige Zeichnungen und Stücklisten erzeugen ▶ Beschaffungsprozess initiieren ▶ Fertigungsverfahren auswählen ▶ digitale Lose zusammenstellen ▶ Fertigungsprogramme erzeugen ▶ Maschinenparameter einlesen ▶ maschinelle Fertigung ▶ Teilelemente am Handarbeitsplatz zusammenbauen ▶ Prüfung und Qualitätssicherung ▶ koordinatengenaue Montage in der Anlage ▶ Digitalen Zwilling aktualisieren

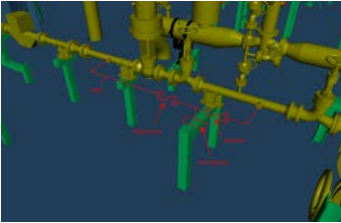
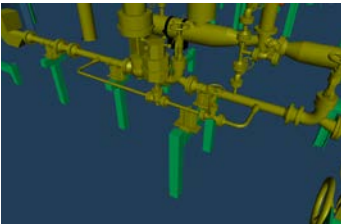
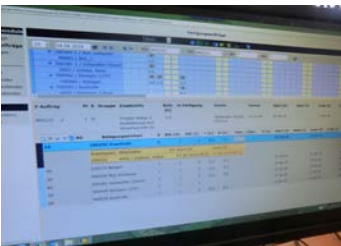
Entscheiden	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Entscheidung des Auftraggebers, ob die Anlagenänderung in der geplanten Form umgesetzt werden soll ▶ Fertigungsverfahren auswählen <ul style="list-style-type: none"> • Schneidverfahren: Laserschneiden • Schweißverfahren: mechanisierte WIG-Schweißautomaten • Biegeverfahren: maschinelle Kaltumformung • Handarbeitsplatz: Zusammenbau von Leitungsteilelementen ▶ Entscheidung, welche digitalen Lose zur Fertigung zusammengestellt werden
Durchführen	
 <p>Abbildung 27: Fließbild mit Einbindepunkten (Quelle: BASF SE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Im ersten Schritt das funktionale Konzept der Anlagenänderung entwickeln, indem die gemäß R+I-Fließbild vorgesehene Anlagenänderung in einem 2D-Redlining-System mit Fließbildsymbolen skizziert wird (Änderung des Prozesses). Dabei die Einbindepunkte und Spezifikationen (z. B. Drücke, Temperaturen, Durchflüsse, Nennweiten, Werkstoffe) sowie Armaturen, Geräte, Pumpen und Messgeräte definieren und einzeichnen. Die festgelegten Spezifikationsdaten aus dem Medienschlüssel, der anlagenbezogen in einer Datenbank hinterlegt ist, auswählen (Zuordnung der Metadaten).
 <p>Abbildung 28: Visualisierte Anlagenänderung (Quelle: BASF SE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Die räumliche Planung der Anlagenänderung erfolgt danach in einem 3D-Viewer, der es erlaubt, 3D-Objekte maßstäblich zu platzieren (3D-Redlining). Hierbei sind betriebliche Vorgaben und das räumliche Umfeld zu berücksichtigen (z. B. Zugänglichkeit, Ergonomieaspekte, Montagebelange, Montierbarkeit, Instandhaltungstechnische Belange). Auf diese Weise entsteht ein erstes maßstäbliches räumliches Konzept der zu planenden Anlagenänderung. ▶ Die visualisierte Anlagenänderung, ergänzt mit dem R+I-Fließbild („Redlining“), bildet die Grundlage zur Besprechung des Konzeptes mit dem/der Auftraggeber/-in aus verschiedensten Blickwinkeln. Änderungswünsche und Anpassungen können so leicht diskutiert und berücksichtigt werden, d. h. die Planung kann mit wenig Aufwand angepasst und freigegeben werden.
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mittels eines Schnittstellentools das freigegebene Konzept vom 3D-Viewer in die eingesetzte 3D-Planungssoftware exportieren. ▶ In der 3D-Planungssoftware erfolgt die Detailplanung (z. B. finale Festlegung von Fertigungsmaßen, Berücksichtigung von Längenausdehnungen, Planung von Kompensatoren oder Dehnschenkeln, Rohrleitungsberechnung und Halterungskonzept, Statik). Aus dem hinterlegten Bauteilkatalog die adäquaten Einzelelemente auswählen.
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Aus der Detailplanung die Planungsisometrien sowie Zeichnungen für die erforderlichen Halterungssysteme erzeugen; ebenso Stückliste/Massenauszug („MTO“ = Material Take Off). Mittels MTO kann über eine geeignete Schnittstelle der automatisierte Beschaffungsprozess der erforderlichen Bauteile angestoßen werden.
 <p>Abbildung 29: Datenübersicht (Quelle: BASF SE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Auf Grundlage der Daten (z. B. Bauteilgeometrie, Anlagenverfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Umsetzbarkeit, Termsituation) geeignete Fertigungsverfahren auswählen: <ul style="list-style-type: none"> • Schneidverfahren (hier: Laserschneiden), • Schweißverfahren (hier: mechanisierte WIG-Schweißautomaten) • Biegeverfahren (hier: maschinelle Kaltumformung) • Zusammenbau von Leitungsteilelementen am Handarbeitsplatz



Abbildung 30: Arbeitsplan
(Quelle: BASF SE)

- ▶ Mit branchenspezifischer Software unter organisatorischen Gesichtspunkten digitale Lose für die o. g. Arbeitsprozesse im Maschinenpark zusammenstellen. Manuelle Eingriffe ermöglichen letzte Korrekturen zur weiteren Optimierung des Gesamtprozesses.



Abbildung 31: Säge-/Biegeliste
(Quelle: BASF SE)

- ▶ Aus den Losen über ein IT-Planungstool folgende Listen für die einzusetzenden Fertigungsverfahren und Fertigungsschritte erzeugen:
 - Sägeliste (Laserschneiden)
 - Biegeliste (Kaltbiegen)
 - Schweißliste (WIG-Automatenschweißen)



Abbildung 32: Kennzeichnung mit
QR-Code (Quelle: BASF SE)

- ▶ Der jeweilige Fertigungsstand sowie alle Auftragsdaten werden mittels QR-Code mitgeführt.

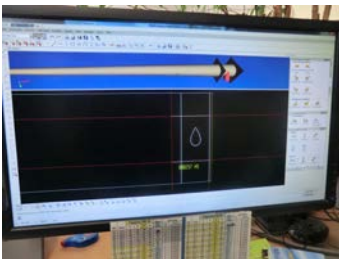


Abbildung 33: Einlesen der
Maschinenparameter (Quelle: BASF SE)

- ▶ Mit geeigneter Software Teilelemente der Fertigungsisometrie in maschinenlesbare Fertigungsprogramme umwandeln. Maschinenparameter aus Datenbank einlesen:
 - allgemein: Material, Wandstärke, Dimension
 - Schneiden: Länge, Geometrie für Stutzen
 - Schweißen: Stromstärke, Schweißgeschwindigkeit, Pendelweg, Schweißzusatzzufuhr
 - Biegen: Rückfederung, Streckung



Abbildung 34: Datentransfer
(Quelle: BASF SE)

- ▶ Über Schnittstellen die Daten auf die Fertigungsmaschinen transferieren. Dazu werden genutzt:
 - mobile Datenträger, WLAN oder Netzwerk

	<ul style="list-style-type: none"> ▶ maschinelle Fertigung starten ▶ maschinell vorbereitete Teilstücke am Handarbeitsplatz gemäß der Gesamtisometrie zusammenbauen
	
<p>Abbildung 35: Zusammenbau der Teilstücke (Quelle: BASF SE)</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Das gefertigte Rohrleitungsstück inkl. Armatur in der verfahrenstechnischen Anlage unter Berücksichtigung der Koordinatenangaben aus Detailzeichnung und Isometrie montieren. Zur koordinatengenauen Montage eine Referenzmarke für Koordinatensystem und geeignetes Messwerkzeug (z. B. Kreuzlaser, Punktlaser, Laser-Entfernungsmesser) benutzen. Zur Unterstützung dabei das 3D-Modell auf Tablet vor Ort nutzen, da hier die räumlichen Zusammenhänge deutlich besser als auf Zeichnungen und Isometrien dargestellt werden können. ▶ Alle relevanten Daten im Digitalen Zwilling einpflegen und in der Anlagendatenbank sicher speichern.
<p>Kontrollieren</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ eingestellte Maschinenparameter in Fertigungsmaschine dokumentieren und archivieren ▶ Teilprozesse digital dokumentieren ▶ Verlauf, Verdrehungen, Materialverwechslungen, Winkligkeit und Maßhaltigkeit prüfen (3D-Koordinatenmesssystem), Prüfprotokolle erstellen ▶ bei Soll-Ist-Abweichungen Maschinenparameter anpassen ▶ zerstörungsfreie Prüfung und Druckprüfung durchführen, QM-Dokumentation vervollständigen
<p>Bewerten</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Abschluss des Arbeitsprozesses durch Bewertung des Bearbeitungsprozederes, Diskussion der Soll-Ist-Abweichungen und die Klärung der Frage, was beim nächsten Mal evtl. besser gemacht werden kann