



# Handreichung Berufsschule



**ZERSPANUNGSMECHANIKERIN ODER  
ZERSPANUNGSMECHANIKER**

## **Impressum**

**Herausgeber:** Hessisches Ministerium für Kultus, Bildung und Chancen (HMKB)  
Luisenplatz 10  
65185 Wiesbaden  
Telefon: 0611 368-0  
<https://kultus.hessen.de>

**Verantwortlich:** Christopher Textor

**Stand:** 1. Auflage, Januar 2024

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie Wahlen zum Europaparlament. Missbräuchlich ist besonders die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

## Inhaltsverzeichnis

1	Inhalt und Intentionen der Handreichung.....	3
2	Kompetenzkonzept der Lernfelderganzung .....	3
3	Grundkonzept eines kompetenzorientierten Unterrichts .....	6
3.1	Zielorientierung .....	7
3.2	Kontextualisierung .....	7
3.3	Aktivierung .....	8
3.4	Handlungssystematisches Lernen.....	8
3.5	Fachsystematisches Lernen.....	8
3.6	Alternierendes Lernen.....	8
3.7	Reflexion und Kontrolle .....	8
3.8	Fazit.....	9
4	Lernfelder (LF).....	10
4.1	Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen (80 Stunden).....	10
4.2	Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen (80 Stunden) .....	12
4.3	Lernfeld 3: Herstellen von einfachen Baugruppen (80 Stunden) .....	17
4.4	Lernfeld 4: Warten technischer Systeme (80 Stunden) .....	18
4.5	Lernfeld 5: Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren (100 Stunden) .	19
4.6	Lernfeld 6: Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen (40 Stunden).....	22
4.7	Lernfeld 7: Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme (60 Stunden).....	24
4.8	Lernfeld 8: Programmieren und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (80 Stunden).....	26
4.9	Lernfeld 9: Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren (80 Stunden) .....	29
4.10	Lernfeld 10: Optimieren des Fertigungsprozesses (100 Stunden).....	31
4.11	Lernfeld 11: Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung (100 Stunden) .....	33
4.12	Lernfeld 12: Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrags (60 Stunden).....	36
4.13	Lernfeld 13: Organisieren und überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung (80 Stunden).....	37
5	Unterrichtsbeispiele .....	38
5.1	Unterrichtsbeispiel 1.....	38
5.1.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes.....	38
5.1.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	39
5.1.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	40
5.1.4	Planungsmatrix .....	42
5.1.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	43
5.1.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	43
5.2	Unterrichtsbeispiel 2.....	44
5.2.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes.....	44
5.2.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	45

---

**Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker**

5.2.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	46
5.2.4	Planungsmatrix .....	51
5.2.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	53
5.2.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	53
5.3	Unterrichtsbeispiel 3.....	54
5.3.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes.....	54
5.3.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	55
5.3.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	56
5.3.4	Planungsmatrix .....	57
5.3.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	59
5.3.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	59
6	Literatur.....	60

## 1 Inhalt und Intentionen der Handreichung

Im Zentrum der Rahmenlehrpläne der Kultusministerkonferenz (KMK) für die dualen Ausbildungsberufe steht die Bildungsperspektive einer beruflichen Handlungskompetenz und damit einhergehend die Forderung nach kompetenzorientiertem Unterricht. Dies stellt im Vergleich zum ehemals wissensorientierten Unterricht deutlich höhere Ansprüche an die Lehrkräfte bei der Unterrichtsplanung, -konzeption und auch -umsetzung, da zusätzlich zu der weiterhin bestehenden Notwendigkeit, einschlägiges und aktuelles Fachwissen zu vermitteln, die Anforderung hinzukommt, den Wissenserwerb auch auf die Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeit(en) auszurichten.

Um den Kompetenzanspruch curricular zu verankern, wurden Lernfeldlehrpläne implementiert. Statt der ehemals sehr konkreten, kleinschrittigen und weitgehend kognitiven Lernziele werden nun Ziele genannt, die nicht das im Unterricht zu vermittelnde Wissen vorgeben, sondern festlegen, welche berufsbezogenen Handlungen im Lernprozess vollzogen werden sollen. Ohne direkten Bezug zu diesen Zielen führen die Lernfeldlehrpläne Inhalte an, die exemplarisch beziehungsweise optional aufgeführt werden, also ohne Verbindlichkeit genannt werden.

Das heißt, dass Lehrkräfte bei ihrer Unterrichtskonzeption dazu aufgefordert werden, ohne curriculare Vorgaben Kompetenzen zu vermitteln. Dies führt nicht nur zu einem deutlich erhöhten Arbeitsaufwand für sie, sondern zieht auch enorme Varianzen in den Unterrichtskonzeptionen nach sich. Jede Lehrperson ist gefordert, erstens individuell ein Kompetenzverständnis zu entwickeln beziehungsweise zu implizieren und zweitens auf dessen Basis den Lehrplan zur Ableitung konkreter Lernziele zu transformieren, um schließlich drittens ein adäquates methodisches Konzept zu generieren. Je nach individuellem Kompetenzverständnis und Transformationsansatz lassen sich dabei für dasselbe Lernfeld sehr unterschiedliche Lernziele (Kompetenzen) ableiten.

Zur Unterstützung beim Umgang mit der curricularen Offenheit und bei der unterrichtsbezogenen Konkretisierung des kognitiven Aspekts sowie zur Reduzierung des Planungs- und Konzeptionsaufwands auf ein handhabbares Maß bietet diese Handreichung Lehrkräften eine Ergänzung des Rahmenlehrplans der KMK.

## 2 Kompetenzkonzept der Lernfeldergänzung

Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz beruft sich auf den US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als Disposition zu einem eigenständigen variablen Handeln beschreibt (CHOMSKY 1962). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE UND SAUTER 2017, XXI fortfolgende).

### Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, sich also mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese Kompetenzen werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER UND REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) die Integration der beiden.

---

## Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Zu (a): Die agentive Kompetenz besteht in der Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation verbaler und nonverbaler Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene sowie der Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation verbaler und nonverbaler Äußerungen im Rahmen einer Metakommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Die reflexive Kompetenz besteht in der Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere der zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, der „Nachwirkungen“ vorangegangener Ereignisse, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartnerinnen und -partner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartnerinnen und -partner), der Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle), der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen) und des Selbstkonzepts („Bild“ von der Person – jeweils im Hinblick auf die eigene Person und die Kommunikationspartnerinnen und -partner) sowie der Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Die Integration der agentiven und der reflexiven Kompetenz besteht in der Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und der Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Darüber hinaus zeichnet sie sich durch die Fähigkeit aus, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einzubringen und (gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umzusetzen.

### Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Fähigkeiten, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Motivationen und Leistungsvorsätze zu entfalten sowie sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und dabei zu lernen. LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei zwischen motivational-affektiven Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft sowie strategisch-organisatorischen Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement und Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL UND FRIEDRICH 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, die auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung sachlich-gegenständlicher Probleme geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, das heißt, mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen sowie Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten. Dies schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten und die Methoden darüber hinaus selbst kreativ weiterzuentwickeln. Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE UND SAUTER (2017, XXI fortfolgende) – durch die Korrespondenz von konkreten Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welche Wissensbasis sich dieses Können abstützen soll, um ein eigenständiges und

## Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik zu deren Überprüfung entwickelt.

Für die ersten beiden Kompetenzklassen (sozial-kommunikative und personale Kompetenzen) sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die der fachlichen, insbesondere durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Berufsschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

In der vorliegenden Handreichung werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, während das Wissen in drei eigenständige Kategorien aufgegliedert wird: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen.

Zu (a): Sachwissen umfasst ein anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme et cetera. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden. Daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material et cetera), eine Aufgabendimension (Aufgabentypus, -abfolgen et cetera) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe et cetera). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch strukturiert. Es wird in einem zielgerichteten und durch Feedback gesteuerten Tun erworben und ist damit die funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen, das hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das Sach- und das Prozesswissen, die vorgeordnet sind, und steht damit diesen gegenüber auf einer Metaebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion) sowie c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias der drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss an das Prozesswissen anschließen und umgekehrt; das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. So sind die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant, wenn sie innerhalb des eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist daher das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

<b>Teilkompetenz</b>			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

---

## Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, sondern folgen einem generativen Ansatz. Das bedeutet, dass jede Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, jedoch vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

Bislang mussten Lehrkräfte, die einen kompetenzorientierten Unterricht konsequent umsetzen wollten, die vorausgehend dargestellte didaktische Transformation selbst vollziehen. Eine Differenzierung in unterschiedliche Wissensarten war dabei vermutlich eine Ausnahme, sodass sich in der Praxis aktuell unter anderem folgende Schwierigkeiten in der Umsetzung und Ausschöpfung des Kompetenzanspruchs feststellen lassen:

- Bei genereller Unterrepräsentation von Wissensaspekten beziehungsweise einer überwiegender Ausrichtung auf Prozesswissen entsteht ein aktionistischer Unterricht, in dem viel gehandelt, aber wenig verstanden wird. Anstelle von Kompetenz werden hier spezifische Handlungsfähigkeiten vermittelt.
- Eine Überrepräsentation von Sach- und Reflexionswissen entspricht einem Festhalten am beziehungsweise einer Rückkehr zum ehemaligen Fachunterricht. Anstelle von Kompetenz wird hier (träges) Wissen vermittelt.

Von einem kompetenzorientierten Unterricht kann somit nur ausgegangen werden, wenn Sach-, Prozess- und Reflexionswissen integrativ vermittelt werden. Um diesbezüglich die Vorgaben der KMK anzureichern, haben erfahrene Lehrpersonen die Lernfelder ausgehend von den in den Rahmenlehrplänen festgeschriebenen Zielen in die drei Wissensarten eingeteilt und diese expliziert. Damit sind für eine Umsetzung kompetenzorientierten Unterrichts die maßgeblichen curricularen Kernaspekte definiert. Lernziele im Sinne von komplexen Teilkompetenzen können so der Handreichung unmittelbar entnommen und in die weiteren Schritte der Unterrichtskonzeption übertragen werden.

### 3 Grundkonzept eines kompetenzorientierten Unterrichts

Ausgehend von Teilkompetenzen, in denen Handlungs- und Wissensanspruch zusammenhängend expliziert sind, muss ein Unterricht entwickelt werden, der von beruflichen Teilhandlungen ausgeht (Spalte 1 der Lernfelder), dazu jeweils Handlungsräume für den Erwerb des Prozesswissens eröffnet (Spalte 3) und adäquate Zugänge und Verständnisräume für Sach- und Reflexionswissen (Spalten 2 und 4) bereithält. Somit gilt es, ausgehend von der betrieblich-beruflichen Realität komplexe Lernsituationen zu generieren, in denen ein Aggregat mehrerer beruflicher Teilhandlungen so umgesetzt werden kann, dass sich eine aufgabenbezogene Sinneinheit ergibt, die möglichst viele der jeweils adressierten Aspekte aus den drei Wissensfacetten integriert. Je nach Größe eines Lernfeldes ergibt sich eine Aufgliederung in mehrere Lernsituationen. Für deren Generierung und Gestaltung gelten die nachfolgend dargestellten Prinzipien (Abbildung 1).

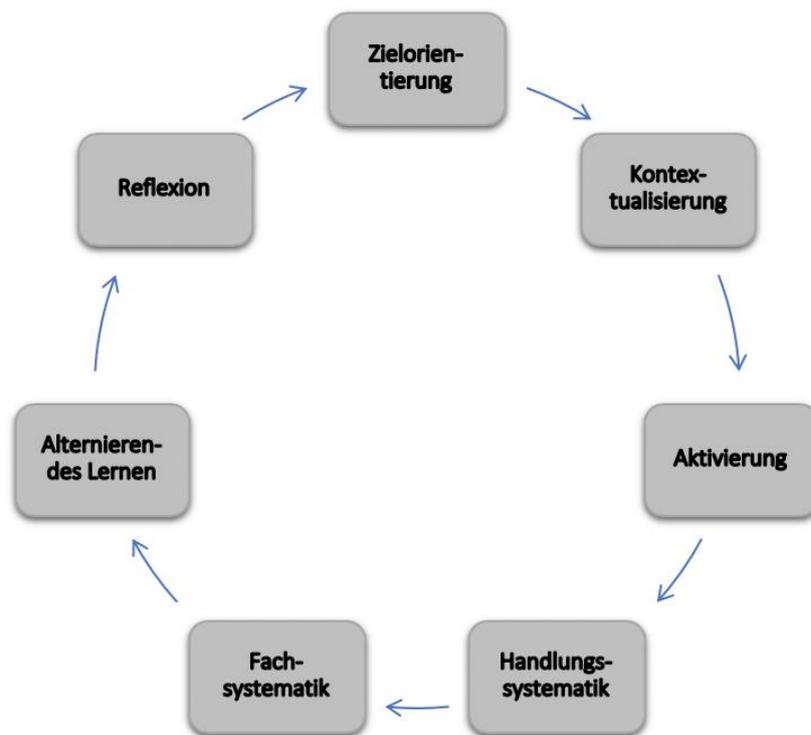


Abbildung 1: Prinzipien für einen kompetenzorientierten Unterricht

### 3.1 Zielorientierung

Mit dem vollständigen Curriculum nach ROBINSOHN kam die Zielorientierung in das (Berufs-)Bildungssystem in Deutschland. Im Hinblick auf ein Curriculum, das Kompetenzen als Lernziele intendiert, aber Handlungen formuliert, wird dem Aspekt der Zielorientierung nur eingeschränkt Rechnung getragen, denn nicht die Handlung ist das Lernziel, sondern das, was den Einzelnen zur Handlung befähigt. Im vorliegenden Ansatz sind dies die den Zielhandlungen zugeordneten Wissensaspekte. Ein Lernziel muss sich somit auf das Aggregat aus einem Lehrplanziel und dem diesem zugeordneten Wissen beziehen. Es sollte möglichst so formuliert werden, dass sein Erreichen feststellbar und bewertbar ist.

### 3.2 Kontextualisierung

Der Erwerb beruflicher Kompetenzen erfordert eine Antizipation, eventuell eine Fiktionalisierung und ebenso eine (bedingte) Realisierung beruflicher Handlungen sowie damit einhergehend authentische Handlungskontexte. Dies meint zum einen die konkrete Lernumgebung (räumlich, maschinell, infrastrukturell, kommunikativ und so weiter) und zum anderen deren Prozesse und Aufgabenstellungen. Beruflicher Unterricht ist in dem Maße kontextualisiert, in dem die Lernenden ein betriebliches Szenario wahrnehmen und sich darauf einlassen. Kontextualisierung entsteht somit nicht durch das Betrachten betrieblicher Gegenstände oder die Nutzung audiovisueller Medien, aber umgekehrt auch nicht durch den Versuch, betriebliche Abläufe und Prozesse (beispielsweise Geschäftsabschlüsse mit Kunden) unmittelbar in der Unterrichtspraxis nachzustellen, sondern wird durch eine anspruchsvolle Lernsituation aufgebaut, in der berufliches Handeln unter schulischen Bedingungen nachvollzogen wird. Hierbei können lernortkooperative Szenarien förderlich sein, wenn schulischer und betrieblicher Lernraum im Rahmen komplexer Projekte korrespondieren und einen Gesamtkontext bilden.

### 3.3 Aktivierung

Als konstruktiver Prozess erfordert Lernen in jedem Fall Eigenaktivität der Lernenden. Die Wirksamkeit des kompetenzorientierten Unterrichts hängt unmittelbar davon ab, wie gut es gelingt, ein selbstorganisiertes und -reguliertes Lernen zu inszenieren. Dies bedingt medial und instruktiv gut vorbereitete Lernumgebungen, die für individuelle Entwicklungsstände anschlussfähig sind, unterschiedliche Lernwege erlauben und die unmittelbare Wahrnehmung und Handhabung von Lernhemmnissen beziehungsweise -problemen ermöglichen.

### 3.4 Handlungssystematisches Lernen

Folgt ein Lernprozess einer beruflichen Aufgabe oder einer beruflichen Tätigkeit, liegt diesem eine sogenannte Handlungssystematik zugrunde. Das heißt, dass alles, was hier gelernt wird, in Zusammenhang mit dem Handlungsvollzug steht, sich somit also spezifisch und funktional darstellt. Unabhängig von den Bezugsräumen und Qualitäten des dabei erworbenen Wissens wird dieses in einer Zusammenhangslogik erworben, die zum einen unmittelbar sinnstiftend (und damit motivierend) wirkt und zum anderen eine nachfolgende Reproduktion der Handlung ermöglicht.

### 3.5 Fachsystematisches Lernen

Ist ein Lernprozess in die Systematik eines spezifischen Fach- oder Wissenschaftsbereichs eingebettet, liegt diesem eine sogenannte Fachsystematik zugrunde. Dies bedeutet, dass alles, was hier gelernt wird, in einen fachlichen Gesamtzusammenhang eingeordnet ist, sich somit allgemein und objektiv darstellt. Unabhängig von den potenziellen Anwendungsräumen wird Wissen dabei also in einer Zusammenhangslogik erworben, die Anschlüsse an explizite Vorwissensbestände ermöglicht und eine übergreifende Systematisierung der theoretischen Kenntnisse vermittelt.

### 3.6 Alternierendes Lernen

Kompetenzerwerb erfolgt nicht durch reines Handlungslernen (im Sinne des handlungssystematischen Lernens) und ebenso wenig durch reinen Wissenserwerb (im Sinne des fachsystematischen Lernens). Beides ist erforderlich und stellt so beruflichen Unterricht vor die Herausforderung einer sinnvollen und gleichermaßen praktikablen Integration. Um ein handlungsbezogenes Verstehen oder ein wissensbasiertes Handeln beziehungsweise kognitiv reflektierte Problemlösungen zu ermöglichen, ist ein Alternieren zwischen zwei unterschiedlichen Lernprozessen erforderlich. Der eine folgt einer Handlungs-, der andere einer Fachsystematik. Diese beiden Paradigmen ergänzen sich und führen erst in einem sinnvollen Wechsel zu einem kompetenzorientierten Unterricht. Je nach Thema, Entwicklungsstand der Lernenden und Gesamtkontext ergeben sich dabei Sequenzen, die für die Lernenden eine Integration von Denken und Tun gewährleisten. Es erscheint wenig zielführend, sehr kurze oder überlange Lernstrecken ausschließlich in einem Lernparadigma zu absolvieren.

### 3.7 Reflexion und Kontrolle

Kompetenzerwerb erfordert vielfältige adäquate Rückmeldungen. Von daher muss ein kompetenzorientierter Unterricht Reflexionen sowohl über die Lernhandlungen als auch über den Wissenserwerb beinhalten. Handlungsrückmeldungen sind funktional; sie zeigen den Lernenden, ob ein Teilschritt oder eine Gesamtaufgabe richtig umgesetzt wurde beziehungsweise was dabei (noch) falsch gemacht wurde, und geben Informationen über Folgen und mögliche Verbesserungen. Daher sind sie unmittelbar in die Lernhandlungsprozesse einzuplanen. Wissensrückmeldungen sind analytisch; sie zeigen den Lernenden, ob sie einen Sachzusammenhang verstanden haben, und verdeutlichen ihnen darüber

---

## Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

hinaus, ob sie beispielsweise dessen fachtechnische Hintergründe oder mathematische Bezüge erfasst haben. Sie informieren darüber, was richtig und was falsch ist und was noch zu klären wäre, um die Wissensziele zu erreichen. Daher sind sie generell am Ende einer sachlogischen Sequenz einzuplanen.

Kontrollen ersetzen keinesfalls Reflexionen, sondern geben diesen einen normativen Bezug im Hinblick auf eine leistungsorientierte Berufs- und Arbeitswelt. Sie sollten also nicht mit Reflexionen vertauscht oder verwechselt werden. Sie finden seltener im Sinne bewerteter Reflexionen statt, mit der Intention, den Lernenden im Hinblick auf eine äußere Norm zu vermitteln, wo sie fachlich stehen. Sie erfordern eine faire Diagnostik und müssen generell in Bezug zu den vorgeschriebenen Prüfungen stehen.

### 3.8 Fazit

Neben den skizzierten Aspekten ließen sich hier noch weitere Erfolgsfaktoren für einen kompetenzorientierten Unterricht anführen. Ebenso wäre es möglich, die dargestellten Orientierungspunkte ausführlicher zu begründen und erläutern. Dies würde jedoch den gesetzten Rahmen überschreiten und möglicherweise auch auf Kosten didaktisch-methodischer Freiräume gehen, die innerhalb der hier gesetzten Eckpunkte erhalten bleiben. Kompetenzorientierter Unterricht ist letztlich nicht mehr, aber auch nicht weniger als ein beruflicher Unterricht, der Handeln und Verstehen so integriert, dass die Lernenden Dispositionen entwickeln, die sie zu flexiblen und selbstständigen Expertinnen und Experten machen. Um dies zu erreichen, müssen Kompetenzen als Lernziele gesetzt werden, in denen Handlungs- und Wissensaspekte korrespondieren (3.1). Der Unterricht ist in einen möglichst authentischen Berufskontext einzubetten (3.2). Über eine die Lernenden aktivierende Gesamtplanung (3.3) müssen handlungssystematische (3.4) und fachsystematische Lernwege (3.5) so zusammengestellt werden, dass sie von den Lernenden alternierend (3.6) erschlossen werden können. Schließlich sind alle Lernwege so auszustatten, dass die Lernenden möglichst gut wahrnehmen können, was sie erreicht haben und was nicht (3.7). Welche einzelnen Methoden, Medien und Materialien dabei eingesetzt werden, ist ebenso offen gehalten wie die möglichen Sozial- oder Interaktionsformen. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass hier – wie für jeden realen Unterricht – eine Annäherung an die gesetzten Prämissen gilt, ein Optimum aber nie erreicht werden kann. Umgekehrt ist jedoch auch festzustellen, dass ein beruflicher Unterricht, der einen der festgelegten Orientierungspunkte völlig ausspart, absehbar kaum kompetenzorientiert wirken kann.

## 4 Lernfelder (LF)

### 4.1 Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT HANDGEFÜHRTEN WERKZEUGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen und ändern Teilzeichnungen (TZ).	Arten von Zeichnungen, Aufbau, Grundlagen Zeichnungsnormen, Maßstäbe, Symbole, Linien Bemaßungsregeln Darstellungsformen (Schnitt- und isometrische Zeichnungen)	Erstellung von Einzelteilzeichnungen in einer Ansicht TZ in 3 Ansichten TZ von kleineren Baugruppen Erstellung von projektorientierten Skizzen, Zeichnungen, Listen	TZ in 3 Ansichten Zusammenhänge von Zeichnung und Fertigung
... erarbeiten Stücklisten und Arbeitspläne.	Einteilung der Werkstoffe, Hilfsstoffe, Eigenschaften, Normung Halbzeuge, Normteile, Profile Funktionspläne, Funktionsbeschreibung Aufbau und Interpretation von Stücklisten Reihenfolge und Aufbau eines Arbeitsplanes Stahlsorten	Erstellung eines Arbeitsplanes und einer Stückliste Umgang mit Tabellenbuch Bestimmung von Werkstoffen und Halbzeugen Berechnung von Flächen, Verschnitt, Volumen, Massen und Gewichtskraft	Physikalische Eigenschaften Technische Anforderungen und Auswahl beziehungsweise Verwendung/Anwendung von Werkstoffen Mathematische Grundlagen zur Flächen-, Volumen-, Massen- und Kräfteberechnung
... planen Arbeitsschritte mit erforderlichen handgeführten Werkzeugen.	Werkzeuge und Hilfsmittel zum Anreißen und Körnen Aufbau und Arten von Meißeln, Sägen und Feilen Zahnteilung an der Säge Verwendung unterschiedlicher Sägen/Zahnteilung und Feilen/Hiebart und Hiebteilung in Abhängigkeit vom Material Unfallverhütungsvorschriften (UVV)/ Persönliche Schutzausrüstung (PSA) Normung der Werkzeuge Freischnitt Normung der Werkzeuge Aufbau und Arten von Blechscheren	Anreißen und Körnen Handhabung von Arbeitsregeln und deren praktische Anwendung Trennfertigung mit Meißel, Säge und Feile Handhabung von Arbeitsregeln Praktische Anwendung und Auswahl von Werkzeugen Verwendung und Umrechnung von Längeneinheiten Berechnungen am Schneidkeil Umgang mit dem Tabellenbuch Ermittlung von Werten Scheren und Schneiden Handhabung, Arbeitsregeln und praktische	Maßbezugskanten Winkel am Keil Hebelwirkung/Hebelgesetz an der Schere, Drehwirkung Längenberechnung, Einheiten

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT HANDGEFÜHRTEN WERKZEUGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Scherverfahren UVV/PSA Verfahren des Biegeumformens Freies Biegen am Schraubstock mit Hilfsmitteln Bereiche an der Biegestelle UVV/PSA	Anwendung Biegen Berechnungen zu Werkstoff, Biegeradius, Biegequerschnitt und gestreckter Länge Arbeitsregeln und Hilfsmittel/Besonderheiten beim Blech- beziehungsweise Rohrbiegen Allgemeintoleranzen	
... wählen geeignete Prüfmittel aus und erstellen Prüfprotokolle.	Aufbau und Arten von Prüfmitteln Prüfverfahren Prüfprotokolle Toleranzarten	Verwendung und Nutzung von Messschiebern, Bügelmessschrauben, Winkelmessern und anderen Messgeräten Abweichungen der Maße (Toleranzen und deren Begründung)	Umrechnen von Einheiten Satz des Pythagoras für Diagonalmaße Temperaturmaße Wärmedehnung
... dokumentieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse.	Aufbau von Referaten und Präsentationen unter Nutzung digitaler und anderer Medien Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG), Verträge, Rechte, Pflichten Datenschutz, Urheberrecht, E-Mail über Handout	Durchführen einer Präsentation, zum Beispiel über Ausbildungsbetriebe, Ausbildungsberufe et cetera	Präsentationstechniken, Referate Software, Medien

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

4.2 Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... werten Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus.	Technische Zeichnungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• International-Organization-For-Standardization(ISO)-Toleranzen</li> <li>• Oberflächen</li> <li>• Werkstoffangaben</li> <li>• Angaben zur Wärmebehandlung</li> </ul> Gruppenzeichnungen Stücklisten Arbeitspläne	Identifizierung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben Berechnung und Bestimmung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben Identifizierung von Werkstoffangaben und Angaben zur Wärmebehandlung	Wirtschaftlichkeit von Toleranzen Grundlagen der Toleranzberechnung und deren Auswahl bei der Werkstückkonstruktion
... erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne.	Technische Zeichnungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normungen (Schrift, Linien, Darstellungen)</li> <li>• Normalprojektion</li> <li>• Schnittdarstellungen</li> <li>• Bemaßungen</li> <li>• Computer-Aided-Design(CAD)-Grundwissen</li> </ul>	Lesen und Erstellung von Handskizzen Anfertigung einer vollständigen Teilzeichnung als Vorlage für die Fertigung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf Basis einer gegebenen Baugruppe</li> <li>• Auf Basis eines vorliegenden Musterbauteils (defektes Altteil)</li> <li>• Umgang mit CAD-Software</li> <li>• Umsetzung der Grundlagen im CAD</li> <li>• Erstellung eines Volumenmodells</li> <li>• Ableitung einer Fertigungszeichnung aus einem Volumenmodell</li> </ul>	Technologische Hintergründe technischer Zeichnungen Computerized-Numerical-Control(CNC)-Technik Hintergründe des Einsatzes von CAD-Systemen Datenmanagement (sichere Ablage, Austausch, Kollaboration) CAD/Computer-Aided-Manufacturing(CAM)-Kopplung Koordinatensysteme
... wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus und ordnen sie produktbezogen zu.	Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen Gewinnung von Werkstoffen Aufbau von Werkstoffen Metalle Kunststoffe Verbundwerkstoffe Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung, Eisen-Kohlenstoff(Fe-C)-	Durchführung eines Zugversuchs und Erstellung des Spannungs-Dehnungs-Diagramms aus den Messdaten Durchführung einer Wärmebehandlung anhand von Prozessdaten aus dem Tabellenbuch	Verhalten von Werkstoffen Mechanische Spannung ( $\sigma = F/A$ ) Hookesches Gesetz ( $\sigma = E \cdot \epsilon$ ) Chemische, physikalische und technologische Zusammenhänge Durchführbarkeit von Wärmebehandlungen Gefügeumwandlung, Löslichkeit, Diffusion Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Diagramm) Legierungsbestandteile und ihre Einflüsse auf die Fertigung (Spanbarkeit, Gießbarkeit, Schweißbarkeit et cetera) Werkstoffprüfung (Zugversuch, Härteprüfung) Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung) Normung und Kennzeichnung von Werkstoffen und Halbzeugen Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen Umwelt- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwendung versus Wiederverwertung, Entsorgung) Recycling und Entsorgung von Werkstoffen Arten und Verwendung von Hilfsstoffen		Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit (Tribologie) Spannungsreihe chemischer Elemente
... planen die Fertigungsabläufe, ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.	Maschinelle Fertigungsverfahren (Bohren, Drehen, Fräsen) Arbeitspläne Schnittgeschwindigkeit, Zustellung, Vorschub Schneidstoffe Werkzeuge Hilfsstoffe Bearbeitungsstrategien (Schruppen, Schlichten) Spannmittel (Werkzeug, Werkstück) Unfallverhütungsvorschriften Kostenkalkulation (Hauptnutzungszeit)	Ermittlung von technologischen Daten (zum Beispiel aus dem Drehzahldiagramm, Werkzeugkatalogen) Durchführung einer Planungsaufgabe <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl geeigneter                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsverfahren</li> <li>- Werkstoffe</li> <li>- Spannmittel</li> <li>- Werkzeuge</li> <li>- Arbeitspläne</li> </ul> </li> <li>• Erstellung von Unterlagen mittels geeigneter Elektronischer-Datenverarbeitungs(EDV)-Programme</li> </ul>	Kräfte beim Spanen (Prozessparameter, Werkzeuge und Spannmittel)
... wählen Maschinen sowie die	Fertigungsmaschinen (Bohrmaschine,	Auswahl von Maschinen unter	Zusammenhänge maschinentechnischer

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entsprechenden Werkzeuge aus und bereiten sie für den Einsatz vor.	Drehmaschine, Fräsmaschine) Kraft-, Arbeits-, EDV-Maschine Energie-, Stoff und Informationsfluss in Fertigungsmaschinen Schutzeinrichtungen Arbeitsraum Antriebe Getriebe Leit- und Zugspindel Kriterien zur Maschinenauswahl Fertigungsverfahren Fertigungsdauer Erzielbare Genauigkeiten Kostenbetrachtung Arbeitsraum, Leistung Kriterien zur Werkzeugauswahl Fertigungsverfahren Material (Schneidstoff) Geometrie Spannmittel Kostenbetrachtung (Standzeit)	Berücksichtigung auftragsbezogener Kriterien und Maschinenverfügbarkeiten Auswahl von Werkzeugen unter Berücksichtigung des jeweiligen Anwendungsfalles	Ausführungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz vor Überlastung (Maschinenschäden)</li> <li>• Risikominimierung für die Bedienerin oder den Bediener</li> </ul> Anforderungsgerechte Herstellung von Bauteilen Zusammenhänge funktionaler und technologischer Entscheidungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen von Maschinen (Leistung, Bauraum, Genauigkeit, Steifigkeit)</li> </ul> Begründung wirtschaftlicher Entscheidungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stückzahlen, Taktzeiten</li> <li>• Wettbewerbsfähigkeit</li> <li>• Globalisierung</li> </ul>
... entwickeln Beurteilungskriterien, wählen Prüfmittel aus und wenden sie an, erstellen und interpretieren Prüfprotokolle.	Prüfmittel (berührungslos, berührend) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messgeräte</li> <li>• Lehren</li> <li>• Hilfsmittel</li> </ul> Messfehler (subjektive/objektive Fehler) Messmittelfähigkeit Aufbau und Inhalte eines Prüfprotokolls	Kalibrierung von Prüfmitteln Prüfmittelüberwachung (Kalibrierungsaufkleber, Messunsicherheit) Handhabung/Umgang mit Prüfmitteln Einsatz von Prüfmitteln unter Beachtung der Messmittelfähigkeit Erstellung von Prüfprotokollen unter Berücksichtigung des Einsatzgebietes	Hintergründe/Zusammenhänge eines Prüfprotokolls <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zertifizierung/Qualitätssicherung</li> <li>• Nachverfolgbarkeit</li> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Statistische Prozesskontrolle</li> <li>• Kundenbindung durch Qualitätseinhaltung</li> </ul>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes.	<p>Staatliche Vorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsstättenverordnung</li> <li>• Gerätesicherheitsgesetz</li> <li>• Arbeitszeitordnung</li> <li>• Jugendarbeitsschutzgesetz</li> <li>• Arbeitssicherheitsgesetz</li> </ul> <p>Arbeitsplatzkontrolle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsunterweisungen</li> <li>• Wartungsplan (Protokollierung)</li> <li>• Gefahrstoffverordnung</li> <li>• Warn- und Hinweisschilder</li> <li>• Prüfzeichen an Maschinen</li> <li>• Sicherheitseinrichtungen (Not-Aus-Schalter et cetera)</li> </ul> <p>Berufsgenossenschaftliche Unfallverhütungsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeiner Umgang mit Maschinen, Geräten und Anlagen zur Unfallvermeidung</li> <li>• Warn- und Hinweisschilder</li> <li>• Arbeitssicherheit an Werkzeugmaschinen und Hebezeugen</li> </ul> <p>Wesentliche Inhalte der Gefahrstoffverordnung</p> <p>Persönliches Verhalten im Umgang mit Kühlschmierstoffen (KSS)</p> <p>Sicherheitsdatenblatt (Unterweisung und Schutzmaßnahmen)</p> <p>Hautschutzplan</p> <p>Grenzwerte Polycyclische-Aromatische-Kohlenwasserstoffe (PAK), Nitrite, Amine</p>	<p>Erstellung einer Arbeitsplanung unter Beachtung der Vorgaben des Arbeits- und Umweltschutzes</p> <p>Durchführung einer Arbeitsplatzkontrolle vor der Arbeit</p>	<p>Hintergründe präventiver Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Körperliche Gesundheit</li> <li>• Umweltschutz (Minimalmengenschmierung, Trockenbearbeitung, Recycling)</li> </ul> <p>Wirtschaftlichkeit</p>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	und chlorierte Stoffe Wartung KSS (Messintervalle, Messmethoden) Reinigung KSS Entsorgung		
HINWEISE	Lernortkooperationen zum Thema Arbeits- und Umweltschutz sind sinnvoll. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Auszubildenden erkunden ihren Arbeitsbereich in den Betrieben.</li> <li>• Die Auszubildenden führen eine Recherche über grundlegende Inhalte der Gefahrenstoffverordnung (Literatur, Internetrecherche et cetera) durch.</li> <li>• Die Auszubildenden protokollieren bei einer Zerspanungsmaschine im Betrieb die Wartung von Kühlschmierstoffen (KSS), auch in der Schule, wenn vorhanden.</li> <li>• Die Auszubildenden überprüfen ihr persönliches Verhalten im Umgang mit KSS.</li> <li>• Die Auszubildenden erkunden im Betrieb Reinigung und Entsorgung von KSS.</li> </ul>		

**4.3 Lernfeld 3: Herstellen von einfachen Baugruppen (80 Stunden)**

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN VON EINFACHEN BAUGRUPPEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... lesen, beschreiben und erklären die Funktionszusammenhänge einfacher Baugruppen.	Gesamt- und Gruppenzeichnungen Anordnungspläne Einfache Schaltpläne Werkstoffe	Mündliche und schriftliche (analog/digital) Beschreibung der Funktionen einfacher Baugruppen	
... erstellen und ändern Teil- und Gruppenzeichnungen sowie Stücklisten.	Genauer Aufbau von Gruppenzeichnungen und Stücklisten	Verwendung der Zeichengeräte, CAD-Software in digitaler Form (Grundlagen)	
... wenden Informationen aus technischen, auch digitalen Unterlagen an.	Einzelteilzeichnung als Fertigungszeichnung, Gruppenzeichnungen, Explosionszeichnung	Lesen technischer Zeichnungen	Kenntnisse über Werkstoffe, informatische Grundlagen für CAD-Software
... planen einfache Steuerungen und wählen die entsprechenden Bauteile aus, auch unter Verwendung von Lernprogrammen.	Grundbegriffe der Steuerungstechnik Funktionspläne und -diagramme Zustandsdiagramme Schaltpläne Lernprogramme (zum Beispiel FluidSim)	Anwendung einer Simulationssoftware (zum Beispiel FluidSim)	

**4.4 Lernfeld 4: Warten technischer Systeme (80 Stunden)**

Die Auszubildenden ...	WARTEN TECHNISCHER SYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden die Grundlagen der Elektrotechnik an und messen und berechnen elektrische Größen.	Größen des elektrischen Stromkreises <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohmscher Widerstand (R)</li> <li>• Elektrischer Strom (I)</li> <li>• Elektrische Spannung (U)</li> </ul> Reihen- und Parallelschaltung	Aufbau elektrotechnischer Grundschaltungen, Benutzung und Einstellung eines Multimeters	Physikalische Zusammenhänge zwischen Strom, Spannung und Widerstand (zum Beispiel Leuchtintensität einer Lampe) Gleich- und Wechselstrom
... setzen Instandhaltungsmaßnahmen unter dem Gesichtspunkt elektrischer Sicherheit um.	Gefahren des elektrischen Stroms Elektrische Sicherheit, Schutzzeichen und Normen Körperfunktion/-reaktion mit Strom, Achtung Lebensgefahr	Anwendung von Schutzmaßnahmen Anwendung der 5 Sicherheitsregeln	Körperwiderstand, Erdung
... setzen Instandhaltungsmaßnahmen unter dem Gesichtspunkt Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit um.	Wartungsmaßnahmen	Reinigen, Schmieren, Ergänzen, Auswechseln, Nachstellen	Technische, wirtschaftliche und sicherheitsbezogene Zusammenhänge bezüglich der Wartung technischer Systeme
... lesen Anordnungspläne, Wartungspläne und Anleitungen, planen Wartungsarbeiten und bestimmen die notwendigen Werkzeuge und Hilfsstoffe.	Sinnbilder und Kennbuchstaben Schmierplan Wartungsintervalle Informationen des Fehlerspeichers Digitale Kataloge für Hilfsstoffe und Werkzeuge	Planung eines Wartungsablaufs für eine Maschine oder Anlage	Reibung Verschleiß Lebensdauer Wirtschaftlichkeit

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

4.5 Lernfeld 5: Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN VON BAUELEMENTEN DURCH SPANENDE FERTIGUNGSVERFAHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren, erstellen und ändern auftragsbezogene Unterlagen.	Gruppenzeichnungen Rauigkeitsangaben Form- und Lagetoleranzen Freistiche Kantenangaben Fasen CAD-Zeichnen	Zeichnungslesen und Ableitung von Fertigungsparametern Änderung oder Konkretisierung von Zeichnungen für die Fertigung	Begründungen für Zeichenelemente wie Freistiche und Oberflächen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerbwirkung</li> <li>• Dauerfestigkeit</li> <li>• Traganteile</li> </ul>
... bestimmen die mechanischen und technologischen Eigenschaften des zu zerspanenden Werkstoffs.	Zerspanbarkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit</li> <li>• Härte</li> <li>• Spanbildung</li> <li>• Umformbarkeit</li> <li>• Verschleißursachen</li> </ul>	Durchführung von Zerspanungs- und Werkstoffprüfversuchen (Geometrie konstant, Werkstoff variabel) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungsaufnahme</li> <li>• Spanbildung</li> <li>• Verschleißversuche (Standzeit)</li> </ul>	Atomgitter Legierungsbildung Abrasion Zerrüttung Adhäsion
... leiten geeignete Werkzeuggeometrien und Schneidstoffe ab.	Schneidstoffe Winkel an der Schneide Spanbrecher Wendeschneidplattensorten und -geometrien Werkzeughalter	Durchführung von Zerspanungsversuchen mit verschiedenen Geometrien (Geometrie variabel, Werkstoff konstant) Durchführung von Kräfteberechnungen	Zusammenhang zwischen Spanungsdicke (h) und Vorschub (f) Spanbildung Spanstauchung Spanbildungsrichtung

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN VON BAUELEMENTEN DURCH SPANENDE FERTIGUNGSVERFAHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen geeignete Fertigungsverfahren, Werkzeugmaschinen und Werkzeuge.	<p>Werkzeugmaschinen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fräsen, Drehen, Schleifen et cetera</li> <li>• Funktionsweisen</li> </ul> <p>Zusammenhang zwischen Werkstückgeometrie und Fertigungsverfahren und Werkzeugen</p> <p>Moderne Fertigungsstrategien (Hartbearbeitung, High-Speed-Cutting (HSC), High-Performance-Cutting (HPC), 5-Achs, Dreh-Fräszentrum, Trockenbearbeitung, CAD/CAM et cetera)</p> <p>Drehmoment- und Leistungsberechnung</p> <p>Bearbeitungsverfahren, Werkzeugarten und Bearbeitungsstrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fräsverfahren, Drehverfahren et cetera</li> <li>• Fräswerkzeuge, Drehwerkzeuge et cetera</li> </ul>	<p>Ableitung von Fertigungsverfahren und Werkzeugen aus Zeichnungen</p> <p>Maschinenauswahl nach Maschinendaten und Verfügbarkeit</p>	<p>Wirtschaftlichkeit der Verfahren, Maschinen und Werkzeuge</p>
... wählen Werkstück- und Werkzeugspannmittel aus und planen das Einrichten der Maschine.	<p>Werkstückspannung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannmittel</li> <li>• Spannweiten (Aus-/Einspannweite)</li> <li>• Spannkraft</li> </ul> <p>Werkzeugspannung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittstelle Maschine/Aufnahme</li> <li>• Schnittstelle Aufnahme/Werkzeug</li> </ul> <p>Schnittkräfte und Drehmomente</p>	<p>Erstellung von Rüst- beziehungsweise Einrichteplänen</p>	<p>Reibung</p>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN VON BAUELEMENTEN DURCH SPANENDE FERTIGUNGSVERFAHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bestimmen den Kühlschmierstoff und überwachen dessen Einsatzfähigkeit.	Wirkprinzipien Kühlung und Schmierung Einteilung KSS Kennwerte KSS Prüfung von KSS Kühlmittelzufuhr (Innenkühlung)	KSS-Einsatz und KSS-Überwachung	Tribologie Erwärmungs- und Verdampfungsenergie
... beachten die Einflüsse der Fertigungsparameter auf die Maßhaltigkeit und die Oberflächengüte des Werkstücks.	Theoretische Rautiefe Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ), Schnitttiefe ( $a_p$ ), Vorschub, Schnittbreite ( $a_e$ ) Einstellwinkel, Neigungswinkel	Durchführung von Zerspanungsversuchen mit verschiedenen Fertigungsparametern (Oberflächengüte, Maßhaltigkeit)	Konstruktive Einflüsse auf die Werkzeugwahl
... wählen Prüfverfahren und Prüfmittel auftragsbezogen aus, stellen deren Einsatzfähigkeit fest und wenden Prüfpläne und Prüfvorschriften an.	Prüfverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstprüfung, Labor et cetera</li> <li>• Stichprobe, Zwischen- und Endprüfung</li> </ul> Messmittel (Messschraube, Endmaße, Messuhr) Kalibrieren, Justieren, Eichen Messmittelfähigkeit	Aufbauen einer Prüfmittelüberwachung, Prüfen, Erstellen von Prüfplänen	Qualitätsmanagement Prüfmittelüberwachung
... beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes sowie der IT-Sicherheit.	Arbeits- und Umweltschutz Sicherungsstrategien (Industriespionage)	Umsetzung der Bestimmungen und Richtlinien in der Arbeit und Arbeitsplanung	Datensicherheit im Netz
HINWEISE	Mögliche Lernortkooperationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Auszubildenden erkunden ihren Arbeitsbereich in den Betrieben.</li> <li>• Die Auszubildenden führen eine Recherche über grundlegende Inhalte der Gefahrstoffverordnung (Literatur, Internetrecherche et cetera) durch.</li> <li>• Die Auszubildenden protokollieren bei einer Zerspanungsmaschine im Betrieb die Wartung von Kühlschmierstoffen (KSS).</li> <li>• Die Auszubildenden überprüfen ihr persönliches Verhalten im Umgang mit KSS.</li> <li>• Die Auszubildenden erkunden im Betrieb Reinigung und Entsorgung von KSS.</li> </ul>		

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

4.6 Lernfeld 6: Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen (40 Stunden)

Die Auszubildenden ...	WARTEN UND INSPIZIEREN VON WERKZEUGMASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... unterscheiden verschiedene Instandhaltungsmaßnahmen.	<p>Grundregeln der Instandhaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wartungspläne</li> <li>• Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserung</li> <li>• Umgang mit Gefahren (zum Beispiel elektrische Anlagen)</li> </ul> <p>Instandhaltungsstrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungsbedingte Instandhaltung (Instandsetzung)</li> <li>• Vorbeugende Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Verbesserung)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abnutzung, Abnutzungsvorrat</li> </ul> </li> <li>• Zustandsorientierte Instandhaltung (Online-Diagnose)</li> </ul>	<p>Auswertung von Wartungsplänen</p> <p>Durchführung von Wartungsmaßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• An mechanischen Komponenten</li> <li>• An hydraulischen und pneumatischen Komponenten</li> <li>• An elektrischen Komponenten</li> <li>• Von Sicherheitssystemen und peripheren Einrichtungen</li> </ul>	<p>Produktionsfaktor Werkzeugmaschine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearbeitungsgenauigkeit (Qualitätsanforderungen)</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Interessen</li> <li>• Stillstandszeiten (mean-time-to-repair (MTTR))</li> <li>• Produktionseffizienz</li> <li>• Rechtliche Interessen</li> <li>• Sicherheitsbestimmungen</li> <li>• Inspektions- und Wartungsvorschriften</li> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Produktionsverbot</li> </ul>
... untersuchen fertigungstechnische Systeme nach Funktions- und Baueinheiten, ordnen diese Einheiten den Teilfunktionen Stützen, Tragen und Übertragen zu und berechnen notwendige Kenngrößen.	<p>Tribologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibung, Verschleiß, Schmierung</li> </ul> <p>Belastungsfälle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statisch, schwellend, wechselnd</li> </ul> <p>Beanspruchungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zug, Druck, Biegung, Abscherung, Torsion, Knickung, Flächenpressung</li> </ul>	<p>Berechnung von Lagerkräften</p> <p>Berechnung von Flächenpressung</p>	<p>Grundlagen der Tribologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschleißursachen, Verschleißarten, Einflussgrößen</li> <li>• Reibungsarten, Reibungszahl</li> </ul> <p>Grundlagen der technischen Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Newtonsche Axiome</li> <li>• Statisches Gleichgewicht</li> <li>• Mechanische Spannungen</li> <li>• Beanspruchungsgrenzen von Werkstoffen (Werkstoffkennwerte)</li> <li>• Begründung von Sicherheitsfaktoren</li> </ul>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	WARTEN UND INSPIZIEREN VON WERKZEUGMASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beseitigen Störungen.	Methoden der Fehlereingrenzung, Fehlerarten Störstellen, Störungsursachen	Systematische Eingrenzung von Fehler-, Verschleiß- und Ausfallursachen Analyse von Störungen Selbstständige Beseitigung von Störungen Veranlassen der Beseitigung von Störungen	Kostenrechnung
... nutzen die Möglichkeiten von Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle, auch durch Ferndiagnose.	Technische Dokumentationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebs- und Wartungsanleitungen</li> <li>• Normen, Richtlinien</li> </ul> Diagnosesysteme <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offline-Monitoring-Systeme</li> <li>• Online-Condition-Monitoring</li> </ul>	Anwendung von Diagnosesystemen Auswertung von Fehlerprotokollen	Fehler versus Schaden Lebenszyklus von Bauteilen (Badewannenkurve) Versagenszeitpunkte, Vorwarnzeiten Überwachungsintervalle Automatischer Maschinenstopp
... gehen sachgerecht mit Hilfsstoffen um.	Schmierstoffe <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmieröle, Schmierfette, Festschmierstoffe (Trockenschmierstoffe), Schmierpasten</li> </ul> Schmierverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmierintervalle</li> <li>• Ausführungsarten</li> </ul> Kühlschmierstoffe <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennwerte</li> <li>• Austausch</li> </ul> Lagerung und Entsorgung von Schmierstoffen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsorgungsvorschriften</li> </ul>	Beurteilung von Schmierstoffen Auswahl von Schmierstoffen Prüfung von Kühlschmierstoffen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säuregehalt mittels Teststreifen</li> <li>• Nitritmessung mittels Teststäbchen</li> <li>• Konzentrationsmessung mittels Handrefraktometer</li> </ul>	Umweltschutz
HINWEIS	Überschneidungen mit Lernfeld 4 gilt es abzustimmen.		

## Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

## 4.7 Lernfeld 7: Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	INBETRIEBNEHMEN STEUERUNGSTECHNISCHER SYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen anhand der technischen Dokumentation den funktionalen Aufbau der Steuerung.	Technologieschema Zuordnungsliste Ablaufplan Weg-Schritt-Diagramm Schalt- und Stromlaufplan Logikplan, Funktionstabelle Aktoren, Stellglieder, Signalglieder Sensoren, analog und digital Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip (EVA-Prinzip)	Überprüfung konkreter pneumatischer Steuerungen anhand einer Dokumentation	Steuern und Regeln
...entwickeln Strategien zur Fehlersuche sowie zur Optimierung des steuerungstechnischen Systems.	Methoden der Fehlereingrenzung, Fehlerarten Störstellen, Störungsursachen	Systematische Eingrenzung von Fehlern Analyse von Störungen Beseitigung von Störungen	Übertragung von Strategien auf andere technische Systeme Fehlersuche wird durch Strategien systematisiert, professionalisiert, schneller und kostengünstiger sowie sicherer
...ermitteln und bewerten die jeweiligen Druck- und Kraftverhältnisse.	Kraft- und Druckberechnungen Spannkräfte berechnen	Ermittlung von Spannkräften und Bewertung von deren Auswirkung auf den Prozess und das Werkstück	Druck, Druckausbreitung, Druckübersetzung
...vergleichen die Wirtschaftlichkeit und Funktionalität unterschiedlicher Gerätetechniken.	Pneumatik Hydraulik Elektrische Antriebe Elektrische Ansteuerung Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)	Auswahl von Systemarten für die Werkzeugmaschine (zum Beispiel bei der Werkstückspannung)	

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	INBETRIEBNEHMEN STEUERUNGSTECHNISCHER SYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden aktuelle Programme an und erstellen beziehungsweise vervollständigen technische Dokumentationen.	Simulationssoftware für steuerungstechnische Systeme Prozesssimulation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessabläufe</li> <li>• Positionierungsoptimierung</li> </ul> Datensicherung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schul- beziehungsweise betriebsinterne Funktionen des Netzwerkes</li> </ul>	Simulation von Spannvorrichtungen Identifizierung von Optimierungsmöglichkeiten durch Simulation	Betriebliche Gründe für den Einsatz von Simulationen

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

4.8 Lernfeld 8: Programmieren und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	PROGRAMMIEREN UND FERTIGEN MIT NUMERISCH GESTEUERTEN WERKZEUGMASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und erstellen fertigungsgerechte Teilzeichnungen eines Arbeitsauftrags (CNC-Drehen/CNC-Fräsen eines Bauelementes im Kundenauftrag).	Bemaßungssysteme (absolut/inkremental) CNC-gerechte Bemaßung Koordinaten (gegebenenfalls Berechnungen, kartesisch/polar) Geometrische Angaben Oberflächenangaben Werkstoffangaben Wärmebehandlung Werkstücknullpunkt Koordinatensysteme	Analyse von technischen Zeichnungen im Kontext der CNC-Technik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben</li> <li>• Berechnung und Bestimmung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben</li> <li>• Identifizierung von Werkstoffangaben und Angaben zur Wärmebehandlung</li> </ul> Erstellung von CNC-gerechten technischen Zeichnungen Anwendung von CAD-Software Überprüfung der fertigungsgerechten Herstellbarkeit nach erstellter Zeichnung	Genormte (digitale) technische Zeichnungen als Basis für jeden Fertigungsauftrag Datenmanagement (sichere Ablage, Austausch, Kollaboration) CAD/CAM-Kopplung
... ermitteln die technologischen und geometrischen Daten.	Technologische Daten in Abhängigkeit von Werkstoff, Schneidstoff und Bearbeitungsbedingungen Geometrische Daten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezugspunkte</li> <li>• Konturpunktberechnungen</li> </ul>	Identifizierung von technologischen Daten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugherstellerkataloge (auch online), Tabellenbücher, Apps, Erfahrungswissen, Expertenbefragung, Schnittversuche</li> </ul> Berechnung und Bestimmung von Konturpunkten, Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben (Koordinatenpunkte)	Problemzusammenhänge zwischen Prozessparametern, Werkzeugen und Spannmitteln
... analysieren die Merkmale und den Aufbau von CNC-Werkzeugmaschinen.	Aufbau und Merkmale von Maschinensystemen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wegmesssysteme</li> <li>• Steuerungsarten</li> <li>• Baueinheiten (Antriebe, Vorschubantriebe, Wälzfürungen, Kugelgewindetrieb et cetera)</li> </ul>	Auswahl und Identifizierung von Maschinen bezogen auf den Fertigungsauftrag und Verfügbarkeiten <sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der vorhandenen Maschinen</li> <li>• Dokumentenanalyse (Unterlagen Maschine)</li> </ul>	Anforderungsgerechte Herstellung von Bauteilen Funktionale und technologische Entscheidungen in der Produktion Wirtschaftliche Entscheidungen in der Produktion

## Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	PROGRAMMIEREN UND FERTIGEN MIT NUMERISCH GESTEUERTEN WERKZEUGMASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen CNC-gerechte Arbeits- und Werkzeugpläne (bezogen auf vorhandene Maschinen und Werkzeuge).	Werkzeug- und Spannmittelauswahl Bearbeitungsreihenfolge Wirtschaftlichkeit Fertigungsparameter	Erstellung von Arbeits- und Werkzeugplänen mittels EDV (Standardarbeitsblatt)	Prozesssicherheit Wirtschaftlichkeit Prozessfähigkeit Strategischer Werkzeugeinsatz
... erstellen auftragsbezogene Prüfpläne und wählen geeignete Prüfmittel aus.	Koordinatenmessmaschine Prüfmittelgenauigkeit Toleranzen Oberflächen Wärmebehandlung Prüfumfang	Erstellung von Prüfplänen mittels Tabellenkalkulation inklusive statistischer Auswertung Identifizierung von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toleranzen</li> <li>• Oberflächengenauigkeiten</li> <li>• geeigneten Prüfmitteln</li> </ul> Zeichnungsgerechte Überprüfung der hergestellten Bauteile Dokumentation für die Kundin oder den Kunden	
... entwickeln auf der Basis dieser Pläne rechnergestützt CNC-Programme.	Programmaufbau Wegbedingungen Zusatzfunktionen Schneidenradiuskompensation Bahnkorrektur Einrichten der Werkzeuge Zyklen Unterprogrammtechnik Programmstruktur Programmdokumentation	Erstellung von CNC-Programmen mit vorhandener Software, unter Hilfestellung von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrkraft</li> <li>• Tutorials</li> <li>• Apps</li> <li>• Webinaren</li> <li>• Hilfsfunktionen</li> <li>• Foren</li> <li>• Herstellerunterlagen</li> </ul>	Strukturen in CNC-Programmen Arbeiten im Team Nachvollziehbarkeit

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	PROGRAMMIEREN UND FERTIGEN MIT NUMERISCH GESTEUERTEN WERKZEUGMASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen und optimieren den Bearbeitungsprozess durch Simulation und führen die Datensicherung durch.	Prozesssimulation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kollisionsbetrachtung</li> <li>• Wegoptimierung</li> <li>• Positionierungsoptimierung</li> <li>• Datensicherung</li> <li>• Schul- beziehungsweise betriebsinterne Funktionen des Netzwerkes</li> </ul>	Identifizierung von Kollisionen und Optimierungsmöglichkeiten durch Simulation	Hauptnutzungszeit paralleles Arbeiten Verringerung von Schäden Wirtschaftliches Arbeiten
...planen die Spannung des Werkstücks und der Werkzeuge.	CNC-gerechte Spannmittel <sup>2</sup> bezogen auf Genauigkeit, Wirtschaftlichkeit, Dreh- beziehungsweise Fräsverfahren, Werkzeug und Werkstück für den vorhandenen Auftrag Tool-Managementsysteme	Identifizierung geeigneter Spannmittel für Werkzeug und Werkstück Identifizierung vorhandener Spannmittel für Werkzeug und Werkstück	
...kontrollieren Sicherheitseinrichtungen und stellen deren Funktion sicher.	Sicherheitseinrichtungen an Werkzeugmaschinen Umweltschutzvorschriften Instandhaltungsarbeiten	Identifizierung und Überprüfung vorhandener Sicherheitseinrichtungen <sup>3</sup> an <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinen</li> <li>• Wartungspläne (Kontrolle)</li> <li>• Datenblatt</li> </ul> Vorschriften	Körperliche Gesundheit Umweltschutz (Minimalmengenschmierung, Trockenbearbeitung, Recycling) Wirtschaftlichkeit (Hauptnutzungszeit, paralleles Rüsten) Maschinenschäden Produktionsausfall
...ermitteln die Merkmale nach erstelltem Prüfplan und werten diese aus.	Vergleich Ist-Werte zu Soll-Werten (automatisiert mit zum Beispiel Tabellenkalkulation) Einfache statistische Auswertung und Interpretation der Ergebnisse	Identifizieren von Ursachen Rückschlüsse von Abweichungen (programmtechnisch, technologisch) als Basis für Optimierungen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit	
HINWEISE	<sup>1</sup> Gegebenenfalls Kooperation mit Betrieben <sup>2</sup> Übersicht Spannmittel Werkzeug und Werkstück siehe Lernfeld 5 <sup>3</sup> Kooperation mit Betrieb, Erkundung und Präsentation		

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

4.9 Lernfeld 9: Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN VON BAUELEMENTEN DURCH FEINBEARBEITUNGSVERFAHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Teil- und Gesamtzeichnungen und leiten daraus Anforderungen ab.	Technische Zeichnungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrische Tolerierungen</li> <li>• Form-/Lagetoleranzen</li> <li>• Schnittdarstellungen</li> </ul> Tribologie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibungsarten, Schmierstoffe, Verschleißarten, Reibungskoeffizienten</li> </ul>	Veränderung der Oberflächengüte durch Feinbearbeitungsverfahren erkennen Verbesserung optischer/mechanischer Eigenschaften durch Feinbearbeitungsverfahren durchführen Durch das Zusammenfügen von Bauteilen die Wichtigkeit der Maß- und Formgenauigkeiten erkennen	Tribologische Zusammenhänge im Kontext der Einsparung von Energie-, Materialeinsatz, Produktion und Instandhaltung
... ermitteln die Fertigungsparameter für das ausgewählte Bearbeitungsverfahren.	Schnittdaten Werkzeuge und deren Eigenschaften (Werkzeuggeometrie (Wiper, Negativ), Schleifmittel) Hilfsstoffe	Ermittlung von Schnittdaten Auswahl geeigneter Hilfsstoffe Eingabe beziehungsweise Übertragung von Fertigungsparametern	Gründe für Rattermarken, Brandflecken und Schleifrisse Auswirkung von Geschwindigkeitsverhältnissen Zusammenhang zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsparametern (Randzonenbeeinflussung)
... bearbeiten Bauelemente durch Feinbearbeitungsverfahren unter Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften.	Feinbearbeitungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrisch unbestimmt (Honen, Schleifen, Gleitschleifen (Trowalisieren), Läppen)</li> <li>• Geometrisch bestimmt (Präzisions-Hartdrehen/-Hartfräsen)</li> <li>• Glattwalzen (Rollieren)</li> </ul> Werkzeuge, Hilfsmittel und Maschinen Schutzmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Schutzmaßnahmen</li> <li>• Organisatorische Schutzmaßnahmen</li> <li>• Persönliche Schutzausrüstung</li> <li>• Betriebsanweisung</li> </ul> Erzielbare Oberflächengüte mit den	Auswahl geeigneter Feinbearbeitungsverfahren Anforderungen der Oberflächen anhand von technischen Zeichnungen erkennen und anwenden Absaugung von Aerosolen an der Wirkstelle erfassen und sicherstellen Trockenschliff/-Metallstaub an der Entstehungsstelle erfassen, absaugen und abscheiden Erforderliche Reinigungsmittel/Reinigungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz bereitstellen Auswählen von geeigneten Bearbeitungsverfahren unter	Anwendungsbereiche der Trockenbearbeitung (Vorteile/Umweltschutz) Gesundheitliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt Bewertung der technologischen, qualitativen und wirtschaftlichen Auswirkungen des ausgewählten Bearbeitungsverfahrens Kostensenkung durch Stückzahlen Break-Even-Point

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN VON BAUELEMENTEN DURCH FEINBEARBEITUNGSVERFAHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	jeweiligen Feinbearbeitungsverfahren Kenntnisse über die Zusammensetzung von Maschinenkosten pro Stunde Erforderliche Oberflächengüte für Einsatzgebiet des Werkstücks kennen	Berücksichtigung der Oberflächengüte und Gesamtkosten pro Werkstück	
... planen einen produktbezogenen Prüfauftrag.	Prüfmerkmale <ul style="list-style-type: none"> <li>• Form- und Lagetoleranzen, Oberflächenangaben, ISO-Toleranzen</li> </ul> Prüfpläne <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messgeräte, Lehren, Hilfsmittel, Prüfverfahren</li> <li>• Umgang mit Anwendungsprogrammen der Tabellenkalkulation</li> </ul>	Festlegung produktbezogener Prüfmerkmale (Bauteilfunktion) Erstellung von Prüfprotokollen unter Berücksichtigung des Einsatzgebietes Zuordnung geeigneter Prüfmittel Auswahl produktbezogener Prüfverfahren	Zusammenhang zwischen Qualitätseinhaltung und Kundenbindung Zusammenhang zwischen Prüfqualität und Prüfplanung
... beachten bei der Prüfung geltende Prüfvorschriften und vervollständigen Prüfprotokolle in Datenbanken.	Messfehler: subjektive/objektive Fehler Kalibrierung von Prüfmitteln Messmittelfähigkeit von Prüfmittel Zeitpunkt des Prüfens/Losgrößen	Prüfung in einem klimatisierten Raum durchführen Handhabung/Umgang mit Prüfmitteln Richtiger Einsatz von Prüfmitteln unter Beachtung der Messmittelfähigkeit	Zusammenhang von Maßtoleranz und Oberflächenbeschaffenheit

4.10 Lernfeld 10: Optimieren des Fertigungsprozesses (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	OPTIMIEREN DES FERTIGUNGSPROZESSES		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... bewerten den Werkzeugverschleiß durch quantitative Kennwerte. Dabei nutzen sie aktuelle Diagnosesysteme.</p> <p>... überwachen und analysieren die Auswirkungen des Werkzeugverschleißes auf die Qualität und die Wirtschaftlichkeit des Zerspanungsvorgangs.</p>	<p>Werkzeugverschleiß</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschleißursachen</li> <li>• Verschleißformen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spanflächenverschleiß (Kolk-/Kerbverschleiß)</li> <li>- Freiflächenverschleiß</li> <li>- Schneidkantenverschleiß</li> </ul> </li> <li>• Aufbauschneidenbildung</li> <li>• Schneidenbruch</li> <li>• Verschleißkriterien</li> <li>• Arten der Werkzeugüberwachung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Körperschall, Schnittkraft (prozessbegleitend)</li> <li>- Taster, Lichtschranken, Kühlschmierstoffstrahl (Postprozess)</li> </ul> </li> </ul>	<p>Durchführung von Schnittversuchen zur Ermittlung quantitativer und qualitativer Kennwerte</p> <p>Durchführung von Werkzeugüberwachung (prozessbegleitend, Postprozess)</p>	<p>Zusammenhang zwischen Verschleißort, -art und -ursache</p> <p>Tribologie</p>
<p>... analysieren unterschiedliche Maschinenbauformen und Antriebskonzepte, berechnen fertigungsbezogene Leistungsdaten und beurteilen die Verwendungsmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit der Maschinen.</p>	<p>Grundlegende Bauformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrmaschinen</li> <li>• Drehmaschinen</li> <li>• Fräsmaschinen</li> </ul> <p>Weiterentwicklungen</p> <p>Leistungsfähigkeit von Steuerungen</p> <p>Leistung und Wirkungsgrad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittleistung</li> <li>• Schnittmoment</li> <li>• Wirkungsgrad/-kette</li> </ul>	<p>Erfassung von Messdaten, auch in digitaler Form</p> <p>Auswertung und Präsentation von Ergebnissen mithilfe von Anwendersoftware</p> <p>Auswahl von Werkzeugmaschinen</p>	<p>Einflüsse von Maschinen- und Fertigungsparametern auf die Qualität und die Wirtschaftlichkeit des Bearbeitungsprozesses</p>
<p>... optimieren den Werkzeugeinsatz sowie die Bauteilbearbeitung und entwickeln Strategien zur Verschleißminderung.</p>	<p>Standzeit</p> <p>Standweg</p> <p>Zeitoptimal/kostenoptimal</p>	<p>Durchführung von Standzeitversuchen</p> <p>Durchführung und Bewertung von Optimierungsmaßnahmen</p>	<p>Wirtschaftlichkeit</p>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	OPTIMIEREN DES FERTIGUNGSPROZESSES		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Grundlagen der Fertigungsoptimierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungszeiten (Rüsten, Nebenzeit, Werkzeugwechsel, Hauptnutzungszeit)</li> <li>• Schrupp- und Schlichtbearbeitung</li> <li>• Schnittdaten</li> </ul> Condition-Monitoring Kühlschmiermitteleinsatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimalmengenschmierung</li> <li>• Trockenbearbeitung</li> <li>• Innen- und Hochdruckkühlung</li> </ul> Schneidstoffe, Beschichtungen	Optimierung von Fertigungsprozessen	
... informieren sich über alternative Fertigungsverfahren, planen Bearbeitungsstrategien für eine Fertigungsaufgabe und legen die Fertigungsparameter fest.	Hauptgruppen der Fertigungsverfahren (Deutsches Institut für Normung (DIN) 8580) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urformende Fertigungsverfahren (Gießen, Dreidimensionaler(3-D)-Druck)</li> </ul> Ökonomische, ökologische und technologische Gesichtspunkte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreichbare Rauheit von Oberflächen</li> <li>• Erreichbare Toleranzen (Informationstechnik(IT)-Qualitäten)</li> </ul> Gestaltungsmöglichkeiten Wärmebehandlung und Zerspanbarkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefügeveränderung durch Glühen</li> <li>• Härten (Anlassen, Vergüten, Randschichthärten)</li> </ul> HPC	Auswahl von Fertigungsparametern aus Hersteller-Katalogen, -Apps, -Websites im Kontext zu betrieblichen Anlagen und Maschinen	Unterschiedliche Bearbeitungsstrategien und Fertigungsparameter Bezüge zwischen Werkzeug, der Zusammensetzung des Werkstoffs und dessen Anlieferungszustand Eigenschaften verschiedener Werkstoffe (Gießbarkeit, Zerspanbarkeit, Umformbarkeit et cetera) Grenzen der verschiedenen Fertigungsverfahren (Formgebung, Wirtschaftlichkeit, Umwelt)
HINWEISE	Grundlagen der Kühlschmierstoffe in Lernfeld 5 Die Themen Werkzeugüberwachungssysteme, vorausschauende Instandhaltung, Tool-Managementsystem, Kalkulation und Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchung werden in Lernfeld 11 berücksichtigt.		

4.11 Lernfeld 11: Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	PLANEN UND ORGANISIEREN RECHNERGESTÜTZTER FERTIGUNG		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bereiten einen auftragsbezogenen Fertigungsprozess vor, organisieren und überwachen den Fertigungsablauf.	Produktlebenszyklus Rechnergestützte Anwendungen während der Fertigung (CAD, Computer-Aided-Engineering (CAE), Computer-Aided-Planning (CAP), CAM, Computer-Aided-Quality (CAQ), Produktdatenmanagement (PDM), Product-Lifecycle-Management (PLM), Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS) et cetera) Stoff-, Energie- und Informationsfluss	Analyse und Anwendung von rechnergestützten Applikationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wann kommt welches System bei der Produktentstehung zum Einsatz?</li> <li>• Analyse der rechnergestützten Anwendungen im Betrieb (in der Schule)</li> <li>• Welche rechnergestützten Anwendungen muss die Facharbeiterin oder der Facharbeiter beherrschen?</li> </ul>	Notwendigkeit von rechnergestützten Anwendungen Zuständigkeiten und Zusammenhänge der unterschiedlichen Applikationen
... erstellen CNC-Programme für Werkstücke mit komplexen Geometrien.	Programmstruktur <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommentierung</li> <li>• Unterprogrammtechnik</li> <li>• Satzteilwiederholung</li> </ul> Grundlagen der CNC-Programmierung Parameterprogrammierung Drehen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuelle und grafisch interaktive Programmierung mit mehreren gesteuerten Achsen (angetriebene Werkzeuge)</li> </ul> Fräsen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehachsen Werkzeug und Werkstück</li> <li>• Angestellte Werkzeuge</li> <li>• Manuelle Programmierung Schwenken</li> </ul> CAD/CAM-Programmierung	Erstellung von CNC-Programmen sowohl manuell als auch grafisch interaktiv Erstellung von CNC-Programmen mit vorhandener CAD/CAM-Software und mittels Postprozessor für die vorhandene CNC-Steuerung an der jeweiligen CNC-Maschine	Erkennen der Potenziale und Einschränkungen von CAD/CAM-Software Übertragung und Erweiterung von erworbenem Wissen auf andere technische Systeme

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	PLANEN UND ORGANISIEREN RECHNERGESTÜTZTER FERTIGUNG		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... simulieren, ändern, optimieren, speichern und übertragen die erstellten Programme und testen den Programmablauf.	Simulationsprogramme Optimierungsmöglichkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weg</li> <li>• Schnittdaten</li> <li>• Werkzeug</li> <li>• Oberflächen</li> <li>• Programm auf Maschine abfahren</li> </ul>	Durchführung von Simulationsprozessen mit vorhandener Software Erstellung und Anwendung von Programmen zur Produktion eines Werkstücks Optimierung von Programmen (eventuell. zusätzlich durch Videoanalyse)	Wirtschaftlichkeit Prozessfähigkeit und -sicherheit Strategischer Werkzeugeinsatz
... ermitteln die Werkzeugkorrekturdaten und planen die Belegung des Werkzeugmagazins.	Interne und externe Werkzeugvermessung Werkzeugkorrekturspeicher <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuell</li> <li>• Netzwerk</li> <li>• Chip</li> </ul> Werkzeugcodierung Magazinverwaltung (Belegung)	Vermessung realer Werkzeuge (zum Beispiel Werkzeugvoreinstellgerät) Übertragung von Korrekturdaten mit vorhandenen Möglichkeiten (zum Beispiel lokales Netzwerk) Bestückung des Werkzeugmagazins	Begründung von Korrekturdaten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz unterschiedlicher Werkzeuge (Durchmesser, Länge) zur Äquidistantenbahnberechnung wird ermöglicht</li> </ul>
... nutzen Tool-Managementsysteme sowie digitale Werkzeugdatenbanken.	Digitale Werkzeugdatenbanken (lokal/zentral) Tool-Managementsysteme <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenerfassung</li> <li>• Optimierung der Abläufe</li> <li>• Erfassungsvarianten</li> <li>• Identifizierung (Radio-Frequency-Identification (RFID))</li> </ul>	Erstellung und Nutzung digitaler Werkzeugdatenbanken im CAM-System Handhabung von Tool-Managementsystemen	Werkzeugreduzierung/gemeinsame Nutzung von Werkzeugen im Betrieb (Hintergrundwerkzeugmagazin)
... integrieren programmierbare Handhabungs- und Fertigungssysteme in den Fertigungsablauf.	Programmieranleitungen Herstellerunterlagen Flexible Fertigungszellen Flexible Fertigungssysteme <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dreh- und Fräszellen</li> <li>• Werkstückverwaltung und Handhabung</li> <li>• Codierung für Werkstücke und Paletten</li> <li>• Industrieroboter, Portalroboter,</li> </ul>	Handhabung von Flexiblen Fertigungssystemen (FFS) Auswahl und Identifizierung von Handhabungs- und Fertigungssystemen bezogen auf den Fertigungsauftrag und Verfügbarkeiten Integration von Handhabungs- und Fertigungssystemen in den Herstellungsablauf	Notwendigkeit der Automatisierung in der Fertigung

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	PLANEN UND ORGANISIEREN RECHNERGESTÜTZTER FERTIGUNG		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Drehgelenkroboter, Linearroboter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstückzuführung</li> <li>• Palettensysteme</li> <li>• Werkzeugverwaltung und Handhabung</li> <li>• Werkzeugdatenbank</li> <li>• Werkzeugcodierung</li> </ul> Sicherheitsanforderungen an Produktionseinrichtungen Fahrerlose Flurförderfahrzeuge		
... bewerten unter qualitativen Vorgaben das Arbeitsergebnis und sichern die Prozessfähigkeit.	Prüfanweisung, Prüfmerkmale Prozessfähigkeit Rechnergestützte Qualitätsmanagement(QM)-Systeme	Digitale Auswertung der Prüfanweisung anhand der Prüfmerkmale (Digitale) Ermittlung der Prozessfähigkeit Bewertung der Ergebnisse anhand der Kennzahlen der Statistical-Process-Control (SPC)	Notwendigkeit von Prozesssicherheit Produktion von Qualität (DIN ISO 9000) Dokumentation für Kundinnen und Kunden Notwendigkeit QM-System
... dokumentieren und präsentieren die Lösungs- und Arbeitsergebnisse in auftragsbezogenen digitalen Unterlagen.	Präsentationstechniken Schreibprogramme Tabellenkalkulationsprogramme Präsentationsprogramme	Präsentation von Arbeitsergebnissen unter Anwendung von digitalen Medien und Programmen	
HINWEISE	Der Umgang mit rechnergestützten Systemen durch die Auszubildenden wird als sinnvoll erachtet. Lernortkooperationen zu folgenden Themen sind sinnvoll: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Auszubildenden erkunden und präsentieren vorhandene Tool-Managementsysteme in den Betrieben.</li> <li>• Die Auszubildenden erkunden Handhabungs- und Fertigungssysteme.</li> <li>• Die Auszubildenden erkunden und analysieren PPS-Systeme.</li> </ul>		

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

4.12 Lernfeld 12: Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrags (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	VORBEREITEN UND DURCHFÜHREN EINES EINZELFERTIGUNGS-AUFTRAGS		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen eigenverantwortlich die Durchführung eines Einzelfertigungsauftrags.	Prinzip der vollständigen Handlung (Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren, Bewerten) Betriebliche Organisationsstrukturen (Warenbegleitschein, Materialbestellung, Lohnschein, Auftragsunterlagen) Informations- und Auftragsplanung (Auftragsklärung, Auftragsumfang, Zieldefinition, Zeichnungsanalyse, Rüstplan)	Planung der Fertigung eines Werkstückes	Vorteile der Anwendung der vollständigen Handlung erkennen
... führen eigenverantwortlich einen Einzelfertigungsauftrag durch.	Anwendung der Inhalte aus den Lernfeldern 1 bis 11 anhand eines Projekts		
... realisieren den Materialfluss innerhalb des Einzelfertigungsauftrags.	Bestellprozesse (auftragsbezogen, KANBAN et cetera) Lagern und Konservieren Lastaufnahmeeinrichtungen Hebezeuge Versand Betriebssicherheit	Lagerung von Halbzeugen, Rohteilen und Fertigteilen Auswahl und Kontrolle geeigneter Anschlagmittel und Hebezeuge Vorbereitung von Bauteilen auf den Versand	
... führen eine kundenorientierte Übergabe des Fertigteils und der Fertigungsunterlagen durch.	Wareneingang und Qualitätssicherung 8D-Report Supply-Chain-Management Prozessqualität (Kontinuierlicher-Verbesserungs-Prozess (KVP)) Produkthaftung	Dokumentieren von Fertigungs- und Prüfdaten in geeigneten Protokollen Durchführung einer Prozessevaluation Übergabe von Fertigteilen an die Kundin oder den Kunden	
HINWEISE	Im Vordergrund sollte die Verknüpfung der Lernfeldinhalte im Sinne einer vollständigen beruflichen Handlung stehen. Dies erfolgt vorzugsweise durch die eigenverantwortliche Bearbeitung eines Projekts, das in Anlehnung an die betriebliche Realität der späteren Facharbeiterin oder des späteren Facharbeiters angelegt wurde (schulinternes Projekt, betrieblicher Auftrag et cetera). Im Rahmen betrieblicher Organisationsstrukturen sollen betriebliche Prozesse thematisiert und angewendet werden.		

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

4.13 Lernfeld 13: Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ORGANISIEREN UND ÜBERWACHEN VON FERTIGUNGSPROZESSEN IN DER SERIENFERTIGUNG		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...überprüfen die auftragsbezogenen Fertigungsunterlagen.	Prüfmaße Qualitätsmerkmale von Bauteilen	Identifikation qualitätsrelevanter Elemente in Zeichnungen	Vorgehensplanung
...prüfen und optimieren die Steuerungsprogramme der jeweiligen Teilsysteme.	Siehe Lernfeld 11	Optimierung von Programmen unter Qualitätskriterien und Protokollierung der durchgeführten Veränderungen	Einflüsse von Programmelementen auf die Fertigungsqualität
...stellen einen störungsfreien Fertigungsprozess sicher.	Grundlagen der Statistik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urwertliste</li> <li>• Histogramm</li> <li>• Gaußsche Normalverteilung</li> </ul> Grundlagen des Qualitätsmanagements <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden (7M, Ishikawa, Pareto, Failure-Mode-And-Effects-Analysis (FMEA) et cetera)</li> <li>• Total Quality Management (TQM)</li> <li>• DIN ISO 9000 fortfolgend</li> </ul> Maschinenfähigkeit Prozessfähigkeit Wahrscheinlichkeitsnetz Anwendungsprogramme zur Tabellenkalkulation	Einrichtung von Teilsystemen eines Produktionssystems und der notwendigen Betriebsmittel für die Fertigung unter Qualitätsgesichtspunkten Durchführung von Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen Interpretation von Prüfergebnissen Dokumentation von Betriebs-, Fertigungs- und Prüfdaten	Hintergründe der Verwendung von statistischen Daten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Kundenzufriedenheit</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul>
...prüfen die Produktqualität und überwachen den Fertigungsablauf.	Prüf- und Qualitätsmerkmale Messmittel, Messmittelüberwachung Prozessqualität Qualitätsregelkarten (QRK) Fehlersammelkarte Anwendungsprogramme zur Tabellenkalkulation	Erstellung von Prüfplänen und Prüfprotokollen Führung von QRK Erstellung von QRK in Tabellenkalkulation Reaktion bei auftretenden Störungen mit systematischen Lösungsstrategien Störungsbeseitigung Dokumentation von Betriebs-, Fertigungs- und Prüfdaten	Begründung für Maßnahmen zur Prozesslenkung am Produkt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftliche Gesichtspunkte</li> <li>• Produktqualität</li> </ul>

## 5 Unterrichtsbeispiele

### 5.1 Unterrichtsbeispiel 1

#### 5.1.1 Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes

Lernfeld 1:	Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
<p><b>Zielformulierung:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Fertigen von berufstypischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen vor. Dazu werten sie Anordnungspläne und einfache technische Zeichnungen aus.</p> <p>Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen sowie Skizzen für Bauelemente von Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen. Stücklisten und Arbeitspläne werden auch mithilfe von Anwendungsprogrammen erarbeitet und ergänzt.</p> <p>Auf der Basis der theoretischen Grundlagen der anzuwendenden Technologien planen sie die Arbeitsschritte mit den erforderlichen Werkzeugen, Werkstoffen, Halbzeugen und Hilfsmitteln. Sie bestimmen die notwendigen technologischen Daten und führen die erforderlichen Berechnungen durch.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Prüfmittel aus, wenden diese an und erstellen die entsprechenden Prüfprotokolle.</p> <p>In Versuchen werden ausgewählte Arbeitsschritte erprobt, die Arbeitsergebnisse bewertet und die Fertigungskosten überschlägig ermittelt.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren und präsentieren die Arbeitsergebnisse. Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilzeichnungen</li> <li>Gruppen- oder Montagezeichnungen</li> <li>Technische Unterlagen und Informationsquellen</li> <li>Funktionsbeschreibungen</li> <li>Fertigungspläne</li> <li>Eisen- und Nichteisenmetalle</li> <li>Eigenschaften metallischer Werkstoffe</li> <li>Kunststoffe</li> <li>Allgemeintoleranzen</li> <li>Halbzeuge und Normteile</li> <li>Bankwerkzeuge, Elektrowerkzeuge</li> <li>Hilfsstoffe</li> <li>Grundlagen und Verfahren des Trennens und des Umformens</li> <li>Prüfen</li> <li>Material-, Lohn- und Werkzeugkosten</li> <li>Masse von Bauteilen, Stückzahlberechnung</li> <li>Präsentationstechniken</li> <li>Normen</li> </ul>		

### 5.1.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext

Dem Lernfeld 1 kommt für die Auszubildenden im Bereich Metalltechnik in den meisten Fällen eine Schlüsselfunktion zu: Kannten die neuen Auszubildenden während ihrer allgemeinen Schulzeit Metalle und insbesondere Stahl häufig nur als „hartes, stabiles Material, das manchmal rostet“, spezifischere Kenntnisse über eine gezielte Bearbeitung insbesondere von Stahl konnten jedoch wohl eher nur am Rande erworben werden. Hieraus ergibt sich für das Lernfeld 1 die besondere Aufgabe, in möglichst kurzer Zeit den Auszubildenden eine erste Orientierung und einen Ausblick darüber zu geben, welche Bereiche in den kommenden Ausbildungsjahren für sie bedeutsam sind oder noch an Bedeutung gewinnen. Hierzu zählen primär die Bereiche „Werkstofftechnik“ und „Fertigungstechnik (Spanen, Schneiden, Biegen)“ sowie „Mess- und Prüftechnik“. Hinzu kommen die berufsbezogene Orientierung der bislang erlernten Mathematik (berufsrelevante Formeln und Maßeinheiten), die Einführung in die Kommunikationsform einer technischen Zeichnung sowie die berufsbezogen ausgerichtete Nutzung von Anwendersoftware.

Betrachtet man diese Anforderungen vor der Notwendigkeit, Kenntnisse in allen diesen Bereichen möglichst rasch zu erwerben, so wird schnell deutlich, dass es im Lernfeld 1 nicht darum gehen kann, alle Bereiche grundlegend und systematisch aufzuarbeiten, sondern zeitnah und mit hinreichender Tiefe ein schulisches und betriebliches Überblickswissen zu schaffen, welches einerseits die Auszubildenden im kleinen Maße handlungsfähig für einfache Aufgaben und Tätigkeiten macht, gleichzeitig aber auch die Anschlussfähigkeit zu den weiteren Lernfeldern in den höheren Ausbildungsjahren gewährleistet.

Versucht man diesen Ansprüchen gerecht zu werden, bieten sich für das Lernfeld 1 kleinere Unterrichtsprojekte und Lernträger an, in denen auf zunächst eher niedrigem Niveau möglichst viele Inhaltsbereiche und Fertigungsverfahren, wie „Anreißen“ und so weiter, „Sägen, Feilen, Bohren“, aber auch „Scherschneiden“ und „Biegen“ eingefordert werden. Und letztlich sollte bereits von Anfang an großer Wert auf Ordnung, Sauberkeit, ökonomisches Handeln, Umweltaspekte sowie die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften gelegt werden.

Die nachfolgende Konkretisierung einer curricularen Vertiefung kann an dieser Stelle nicht mehr für alle Metallbauberufe sinnvoll gleich erfolgen, da sich die Lernfelder dem weiteren Ausbildungsverlauf entsprechend zum Teil erheblich unterscheiden.

Exemplarisch für den Ausbildungsberuf Konstruktionsmechaniker oder Konstruktionsmechanikerin wurde für den Bereich Fertigungstechnik zum Beispiel im Lernfeld 8 eine Vertiefung angestrebt, Kenntnisse zum Bereich Umform- und Biegetechnik werden in Lernfeld 5 und 7 vertieft und Lerninhalte zum Thema Scherschneiden lassen sich in Lernfeld 5 und 9 spezialisieren.

**Im Folgenden sind in der curricularen Matrix des jeweiligen Lernfeldes die für das vorliegende Unterrichtsbeispiel relevanten beruflichen Handlungen und Inhalte gelb markiert.**

5.1.3 Reduktion der curricularen Matrix

Die Auszubildenden ...	LERNFELD 1: FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT HANDGEFÜHRTEN WERKZEUGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen und ändern Teilzeichnungen (TZ).	Arten von Zeichnungen, Aufbau, Grundlagen Zeichnungsnormen, Maßstäbe, Symbole, Linien Bemaßungsregeln Darstellungsformen (Schnitt- und isometrische Zeichnungen)	Erstellung von Einzelteilzeichnungen in einer Ansicht TZ in 3 Ansichten TZ von kleineren Baugruppen Erstellung von projektorientierten Skizzen, Zeichnungen, Listen	Zeichnen in 3 Ansichten Zusammenhang von Zeichnung und Fertigung
... erarbeiten Stücklisten und Arbeitspläne.	Einteilung der Werkstoffe, Hilfsstoffe, Eigenschaften, Normung Halbzeuge, Normteile, Profile Funktionspläne, Funktionsbeschreibung Aufbau und Interpretation von Stücklisten Reihenfolge und Aufbau eines Arbeitsplanes	Erstellung eines Arbeitsplanes und einer Stückliste Umgang mit Tabellenbuch Werkstoff- und Halbzeugbestimmung	Stahlherstellung, Stahlsorten Eigenschaften, Anforderungen und Auswahl beziehungsweise Verwendung/ Anwendung von Werkstoffen Flächen-, Verschnitt-, Volumen-, Massen- und Gewichtskraftberechnung
... planen Arbeitsschritte mit erforderlichen handgeführten Werkzeugen.	Werkzeuge und Hilfsmittel zum Anreißen und Körnen Aufbau und Arten von Meißeln, Sägen und Feilen Zahnteilung an der Säge Verwendung von unterschiedlichen Sägen/Zahnteilung und Feilen/Hiebart und Hiebteilung in Abhängigkeit vom Material UVV/PSA Aufbau und Arten der Gewindeschneider für Innen- und Außengewinde Aufbau und Arten von Blechscheren Scherverfahren UVV/PSA Verfahren des Biegeumformens Freies Biegen am Schraubstock mit Hilfsmitteln UVV/PSA	Anreißen und Körnen Handhabung, Arbeitsregeln und praktische Anwendung Meißeln, Sägen und Feilen Handhabung, Arbeitsregeln und praktische Anwendung und Auswahl des richtigen Werkzeugs Gewindeschneiden Handhabung, Arbeitsregeln und praktische Anwendung des Gewindeschneidens Scheren und Schneiden Handhabung, Arbeitsregeln und praktische Anwendung Biegen Bereiche an der Biegestelle Arbeitsregeln und Hilfsmittel/Besonderheiten beim Blech- beziehungsweise Rohrbiegen	Maßbezugsanten Winkel am Keil Normung der Werkzeuge Freischnitt Verwendung und Umrechnung von Längeneinheiten Berechnungen am Schneidkeil Arbeiten mit Tabellenbuch, Ablesen und Ermitteln von Werten Vorbereitung von Außengewinde (Bolzen) und Innengewinde (Kernloch) Hebelwirkung/Hebelgesetz an der Schere, Drehwirkung, Drehmoment Berechnungen zu Werkstoff, Biegeradius, Biegequerschnitt und gestreckter Länge

## Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden ...	LERNFELD 1: FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT HANDGEFÜHRTEN WERKZEUGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen geeignete Prüfmittel aus und erstellen Prüfprotokolle.	Aufbau und Arten von Prüfmitteln Prüfverfahren Prüfprotokolle Toleranzarten	Verwendung und sinnvolle Nutzung von Messschiebern, Bügelmessschrauben, Winkelmessern und anderen Messgeräten	Abweichungen der Maße (Toleranzen) Umrechnen von Einheiten Satz des Pythagoras für Diagonalmäße Wärmedehnung
... dokumentieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse.	Aufbau von Referaten und Präsentationen unter Nutzung digitaler und anderer Medien	Durchführen einer Präsentation, zum Beispiel über Ausbildungsbetriebe, Ausbildungsberufe et cetera	JArbSchG, Verträge, Rechte, Pflichten Datenschutz, Urheberrecht, E-Mail über Handout

5.1.4 Planungsmatrix

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
1	Planen und Bereitstellen geeigneter Halbzeuge für die Fertigung eines Umfülltrichters	<p>Sachwissen (SW): Arten von Zeichnungen, Aufbau, Grundlagen, Zeichnungsnormen, Maßstäbe, Symbole, Linien, Bemaßungsregeln, Darstellungsformen (Schnitt- und isometrische Zeichnungen), Einteilung der Werkstoffe, Hilfsstoffe, Eigenschaften, Normung, Halbzeuge, Normteile, Profile, Funktionspläne, Funktionsbeschreibung, Aufbau und Interpretation von Stücklisten</p> <p>Prozesswissen (PW): Erstellung von Einzelteilzeichnungen in einer Ansicht, Erstellung von projektorientierten Skizzen, Zeichnungen, Listen, Erstellung eines Arbeitsplanes und einer Stückliste, Umgang mit Tabellenbuch, Werkstoff- und Halbzeugbestimmung</p> <p>Reflexionswissen (RW): Stahlherstellung, Stahlsorten</p>	BA 1: Planen und Bereitstellen geeigneter Halbzeuge		
			<p>Analyse des Gesamtauftrags</p> <p>Identifizierung der einzelnen Fertigungsteile aus der Explosionszeichnung</p> <p>Zuordnung von Halbzeugen zu den Fertigungsteilen</p> <p>Festlegen der Werkstoffe</p> <p>Erstellen einer Stückliste</p>	<p>M1: Gegebenenfalls PC/Tablet mit Office-Software</p> <p>M2: Gegebenenfalls Anschauungsobjekt Umfülltrichter (wenn vorhanden)</p> <p>MA1: Kunden- beziehungsweise Planungsauftrag</p> <p>MA2: Fertigungsskizze</p> <p>MA3: Tabellenbuch/Herstellerkataloge</p> <p>MA4: Fachkundebuch</p> <p>MA5: Film zur Stahlherstellung: „Vom Roheisen zum Stahlerzeugnis“</p> <p>T1: Analyse des Fertigungsauftrages</p> <p>T2: Übersicht über marktübliche Halbzeuge verschaffen</p> <p>T3: Halbzeuge den Fertigungsteilen zuordnen</p> <p>T4: Festlegen notwendiger Werkstoffe</p> <p>T5: Erstellung beziehungsweise Ergänzung einer Stückliste für den Umfülltrichter</p>	<p>Die Lernenden erarbeiten ihre Lösungen in Einzelarbeit/in Kleingruppen, besprechen ihre Lösungen im Plenum, vergleichen diese und diskutieren Unterschiede (zum Beispiel Think-Pair-Share).</p>

### **5.1.5 Katalog der Teilaufgaben (T)**

- T1: Analyse des Fertigungsauftrages
- T2: Übersicht über marktübliche Halbzeuge verschaffen
- T3: Halbzeuge den Fertigungsteilen zuordnen
- T4: Festlegen notwendiger Werkstoffe
- T5: Erstellung beziehungsweise Ergänzung einer Stückliste für den Umfülltrichter

### **5.1.6 Hinweise zur Lernortkooperation**

Gerade in der Anfangsphase der Ausbildung kommt einer intensiven Lernortkooperation zwischen Ausbildungsbetrieb und Schule eine große Bedeutung zu. Neben fachlichen Abstimmungen gilt es auch, den Charakter des dualen Ausbildungssystems dadurch zu verdeutlichen, dass betriebliche und schulische Ausbildungspartner zusammenarbeiten und sich inhaltlich – organisatorisch absprechen. Dadurch, dass in den wenigsten Klassen die Schülerinnen und Schüler nur aus einem Ausbildungsbetrieb unterrichtet werden, werden im Unterricht an vielen Stellen unterschiedliche betriebliche Erfahrungsbezüge sichtbar. Dies kann pädagogisch-didaktisch sinnvoll genutzt werden, indem die unterschiedlichen Arbeitswelterfahrungen immer wieder im Unterricht zur Diskussion und zum Austausch gestellt werden. Hierzu dienen zum Beispiel unterschiedliche Betriebsvorstellungen im Rahmen von Präsentationen. Konkretisiert auf das Lernfeld 1 werden hier aber auch fachliche Sichtweisen interessant, wenn zum Beispiel die im Betrieb hergestellten Produkte beziehungsweise die im Betrieb am häufigsten eingesetzten Werkstoffe und Halbzeuge dargestellt, erläutert und miteinander verglichen werden.

## 5.2 Unterrichtsbeispiel 2

### 5.2.1 Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes

<b>Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen</b>	<b>1. Ausbildungsjahr</b>
	<b>Zeitrichtwert: 80 Stunden</b>

**Zielformulierung:**

Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor. Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.

Die Schülerinnen und Schüler werten Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus. Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne auch mithilfe von Anwendungsprogrammen zum rechnerunterstützten Zeichnen.

Sie wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus und ordnen sie produktbezogen zu.

Sie planen die Fertigungsabläufe, ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.

Sie verstehen den grundsätzlichen Aufbau und die Wirkungsweise der Maschinen und wählen diese sowie die entsprechenden Werkzeuge auftragsbezogen unter Beachtung funktionaler, technologischer und wirtschaftlicher Kriterien aus und bereiten die Maschinen für den Einsatz vor.

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Beurteilungskriterien, wählen Prüfmittel aus und wenden sie an, erstellen und interpretieren Prüfprotokolle.

Sie präsentieren die Arbeitsergebnisse, optimieren die Arbeitsabläufe und entwickeln Alternativen. Dabei nutzen sie aktuelle Medien und Präsentationsformen.

In Versuchen erproben sie ausgewählte Arbeitsschritte und auch alternative Möglichkeiten und bewerten die Arbeitsergebnisse.

Sie kennen die Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maße und Oberflächengüte. Sie setzen sich mit den Einflüssen auf den Fertigungsprozess auseinander und berücksichtigen dabei die Bedeutung der Produktqualität.

Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.

### **5.2.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext**

Die Lernfelder 1 bis 4 in den industriellen Metallberufen sind berufsübergreifend gleich, so dass sich die Inhalte und Zielformulierungen gleichen. Trotzdem bietet es sich an, die inhaltliche Ausrichtung an den Berufen auszurichten. Das Lernfeld 2 beinhaltet vor allen Dingen das maschinelle Bearbeiten. Dabei geht es in diesem Lernfeld vor allen Dingen darum, die Grundlagen maschinellen Bearbeitens zu legen. Die Schülerinnen und Schüler sollen die verschiedenen Bearbeitungsverfahren und ihre Möglichkeiten kennenlernen. Dafür sollen sie grundlegende Bearbeitungsstrategien sowie Fertigungsparameter erarbeiten. Außerdem können an dieser Stelle die höheren Anforderungen an die Genauigkeit, Oberflächen und Bearbeitungszeiten thematisiert werden. Auch das Thema Arbeitsschutz muss an Maschinen mit drehenden Teilen neu bewertet werden. Im Sinne der vollständigen Handlung und des problemorientierten Lernens bietet es sich an, die Zielformulierung und Inhalte zu Lernsituationen zusammenzufassen. Da die Schülerinnen und Schüler noch am Beginn ihrer Ausbildung stehen, sollten die Problemstellungen dabei nicht zu komplex sein und die Lernsituationen stark geführt werden und durch Inputs und Lernschleifen unterstützt werden.

**Im Folgenden sind in der curricularen Matrix des jeweiligen Lernfeldes die für das vorliegende Unterrichtsbeispiel relevanten beruflichen Handlungen und Inhalte gelb markiert.**

5.2.3 Reduktion der curricularen Matrix

Die Auszubildenden...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>...werten Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus.</p>	<p>Technische Zeichnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO-Toleranzen</li> <li>• Oberflächen</li> <li>• Werkstoffangaben</li> <li>• Angaben zur Wärmebehandlung</li> </ul> <p>Gruppenzeichnungen Stücklisten Arbeitspläne</p>	<p>Identifizierung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben</p> <p>Berechnung und Bestimmung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben</p> <p>Identifizierung von Werkstoffangaben und Angaben zur Wärmebehandlung</p>	<p>Wirtschaftlichkeit von Toleranzen</p> <p>Grundlagen der Toleranzberechnung und deren Auswahl bei der Werkstückkonstruktion</p>
<p>...erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne.</p>	<p>Technische Zeichnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normungen (Schrift, Linien, Darstellungen)</li> <li>• Normalprojektion</li> <li>• Schnittdarstellungen</li> <li>• Bemaßungen</li> <li>• CAD-Grundwissen</li> </ul>	<p>Lesen und Erstellung von Handskizzen</p> <p>Anfertigung einer vollständigen Teilzeichnung als Vorlage für die Fertigung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf Basis einer gegebenen Baugruppe</li> <li>• Auf Basis eines vorliegenden Musterbauteils (defektes Altteil)</li> </ul> <p>Umgang mit CAD-Software</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung der Grundlagen im CAD</li> <li>• Erstellung eines Volumenmodells</li> <li>• Ableitung einer Fertigungszeichnung aus einem Volumenmodell</li> </ul>	<p>Technologische Hintergründe technischer Zeichnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CNC-Technik</li> </ul> <p>Hintergründe des Einsatzes von CAD-Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenmanagement (sichere Ablage, Austausch, Kollaboration)</li> <li>• CAD/CAM-Kopplung</li> </ul> <p>Koordinatensysteme</p>
<p>...wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus und ordnen sie produktbezogen zu.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen</p> <p>Gewinnung von Werkstoffen</p> <p>Aufbau von Werkstoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metalle</li> <li>• Kunststoffe</li> <li>• Verbundwerkstoffe</li> </ul> <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung, Fe-C-Diagramm)</p> <p>Legierungsbestandteile und ihre Einflüsse auf die</p>	<p>Durchführung eines Zugversuchs und Erstellung des Spannungs-Dehnungs-Diagramms aus den Messdaten</p> <p>Durchführung einer Wärmebehandlung anhand von Prozessdaten aus dem Tabellenbuch</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Spannung (<math>\sigma = F/A</math>)</li> <li>• Hook'sches Gesetz (<math>\sigma = E \cdot \epsilon</math>)</li> </ul> <p>Chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge</p> <p>Durchführbarkeit von Wärmebehandlungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefügeumwandlung, Löslichkeit, Diffusion</li> </ul>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<p>Fertigung (Spanbarkeit, Gießbarkeit, Schweißbarkeit, ...)</p> <p>Werkstoffprüfung (Zugversuch, Härteprüfung)</p> <p>Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung)</p> <p>Normung und Kennzeichnung von Werkstoffen und Halbzeugen</p> <p>Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen</p> <p>Umweltaspekte und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwendung versus Wiederverwertung, Entsorgung)</p> <p>Recycling und Entsorgung von Werkstoffen</p> <p>Arten und Verwendung von Hilfsstoffen</p>		<p>Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz</p> <p>Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren</p> <p>Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit (Tribologie)</p> <p>Spannungsreihe chemischer Elemente</p>
<p>...planen die Fertigungsabläufe, ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.</p>	<p>Maschinelle Fertigungsverfahren (Bohren, Drehen, Fräsen)</p> <p>Arbeitspläne</p> <p>Schnittgeschwindigkeit, Zustellung, Vorschub</p> <p>Schneidstoffe</p> <p>Werkzeuge</p> <p>Hilfsstoffe</p> <p>Bearbeitungsstrategien (Schruppen, Schlichten)</p> <p>Spannmittel (Werkzeug, Werkstück)</p> <p>Unfallverhütungsvorschriften</p> <p>Kostenkalkulation (Hauptnutzungszeit)</p>	<p>Ermittlung von technologischen Daten (zum Beispiel aus dem Tabellenbuch, Drehzahldiagrammen, Werkzeugkatalogen)</p> <p>Durchführung einer Planungsaufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl geeigneter ...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsverfahren</li> <li>- Werkstoffe</li> <li>- Spannmittel</li> <li>- Werkzeuge</li> <li>- Arbeitspläne</li> </ul> </li> </ul> <p>Erstellung von Unterlagen mittels geeigneter EDV-Programme</p>	<p>Kräfte beim Spanen (Prozessparameter, Werkzeuge und Spannmittel)</p>
<p>...wählen Maschinen sowie die entsprechenden Werkzeuge aus und bereiten sie für den Einsatz vor.</p>	<p>Fertigungsmaschinen (Bohrmaschine, Drehmaschine, Fräsmaschine)</p> <p>Kraft-, Arbeits-, EDV-Maschine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie-, Stoff und Informationsfluss in Fertigungsmaschinen</li> </ul> <p>Schutzeinrichtungen</p>	<p>Auswahl von Maschinen unter Berücksichtigung auftragsbezogener Kriterien und Maschinenverfügbarkeiten</p> <p>Auswahl von Werkzeugen unter Berücksichtigung auftragsbezogener Kriterien</p>	<p>Zusammenhänge maschinentechnischer Ausführungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz vor Überlastung (Maschinenschäden)</li> <li>• Risikominimierung für die Bedienerin oder den Bediener</li> </ul> <p>Anforderungsgerechte Herstellung von</p>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Arbeitsraum Antriebe Getriebe Leit- und Zugspindel Kriterien zur Maschinenauswahl <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungsverfahren</li> <li>• Fertigungsdauer</li> <li>• Erzielbare Genauigkeiten</li> <li>• Kostenbetrachtung</li> <li>• Arbeitsraum, Leistung</li> </ul> Kriterien zur Werkzeugauswahl <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungsverfahren</li> <li>• Material (Schneidstoff)</li> <li>• Geometrie</li> <li>• Spannmittel</li> <li>• Kostenbetrachtung (Standzeit)</li> </ul>		Bauteilen Zusammenhänge funktionaler und technologischer Entscheidungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen von Maschinen (Leistung, Bauraum, Genauigkeit, Steifigkeit)</li> </ul> Begründung wirtschaftlicher Entscheidungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stückzahlen, Taktzeiten</li> <li>• Wettbewerbsfähigkeit</li> <li>• Globalisierung</li> </ul>
...entwickeln Beurteilungskriterien, wählen Prüfmittel aus und wenden sie an, erstellen und interpretieren Prüfprotokolle.	Prüfmittel (berührungslos, berührend) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messgeräte</li> <li>• Lehren</li> <li>• Hilfsmittel</li> </ul> Messfehler (subjektive/objektive Fehler) Messmittelfähigkeit Aufbau und Inhalte eines Prüfprotokolls	Kalibrierung von Prüfmitteln Prüfmittelüberwachung (Kalibrierungsaufkleber, Messunsicherheit) Handhabung/Umgang mit Prüfmitteln Einsatz von Prüfmitteln unter Beachtung der Messmittelfähigkeit Erstellung von Prüfprotokollen unter Berücksichtigung des jeweiligen Anwendungsfalles	Hintergründe/Zusammenhänge eines Prüfprotokolls <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zertifizierung/Qualitätssicherung</li> <li>• Nachverfolgbarkeit</li> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Statistische Prozesskontrolle</li> <li>• Kundenbindung durch Qualitätseinhaltung</li> </ul>
...beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes.	Überblick: Staatliche Vorschriften <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsstättenverordnung</li> <li>• Gerätesicherheitsgesetz</li> <li>• Arbeitszeitordnung</li> </ul>	Erstellung einer Arbeitsplanung unter Beachtung der Vorgaben des Arbeits- und Umweltschutzes Durchführung einer Arbeitsplatzkontrolle vor der Arbeit	Hintergründe präventiver Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Körperliche Gesundheit</li> <li>• Umweltschutz (Minimalmengenschmierung, Trockenbearbeitung, Recycling)</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jugendarbeitsschutzgesetz</li> <li>• Arbeitssicherheitsgesetz</li> <li>• Arbeitsplatzkontrolle</li> <li>• Sicherheitsunterweisungen</li> <li>• Wartungsplan (Protokollierung)</li> <li>• Gefahrenstoffverordnung</li> <li>• Warn- und Hinweisschilder</li> <li>• Prüfzeichen an Maschinen</li> <li>• Sicherheitseinrichtungen (Not-Aus-Schalter ...)</li> </ul> <p>Berufsgenossenschaftliche Unfallverhütungsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeiner Umgang mit Maschinen, Geräten und Anlagen zur Unfallvermeidung</li> <li>• Warn- und Hinweisschilder</li> <li>• Arbeitssicherheit an Werkzeugmaschinen und Hebezeugen</li> </ul> <p>Wesentliche Inhalte der Gefahrenstoffverordnung</p> <p>Persönliches Verhalten im Umgang mit Kühlschmierstoffen (KSS)</p> <p>Sicherheitsdatenblatt (Unterweisung und Schutzmaßnahmen)</p> <p>Hautschutzplan</p> <p>Grenzwerte PAK, Nitrite, Amine und chlorierte Stoffe</p> <p>Wartung KSS (Messintervalle, Messmethoden)</p> <p>Reinigung KSS</p> <p>Entsorgung</p>		

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Die Auszubildenden...	FERTIGEN VON BAUELEMENTEN MIT MASCHINEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernortkooperationen zum Thema Arbeits- und Umweltschutz sind sinnvoll.</li> <li>• Die Auszubildenden erkunden ihren Arbeitsbereich in den Betrieben.</li> <li>• Die Auszubildenden führen eine Recherche über grundlegende Inhalte der Gefahrenstoffverordnung (Literatur, Internetrecherche et cetera) durch.</li> <li>• Die Auszubildenden protokollieren bei einer Zerspanungsmaschine im Betrieb die Wartung von Kühlschmierstoffen (KSS), auch in der Schule, wenn vorhanden.</li> <li>• Die Auszubildenden überprüfen ihr persönliches Verhalten im Umgang mit KSS.</li> <li>• Die Auszubildenden erkunden im Betrieb die Reinigung und Entsorgung von KSS.</li> </ul>		

5.2.4 Planungsmatrix

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
1	Planung der Durchführung und der Qualitätskontrolle eines eigenverantwortlichen Fertigungsauftrages mit konventionellen Zerspanungsmaschinen	<p>SW: Technische Zeichnungen, ISO-Toleranzen, Oberflächen, Werkstoffangaben, Angaben zur Wärmebehandlung, Gruppenzeichnungen, Stücklisten, Arbeitspläne, Legierungsbestandteile und ihre Einflüsse auf die Fertigung (Spanbarkeit, Gießbarkeit, Schweißbarkeit ...), Maschinelle Fertigungsverfahren (Bohren, Drehen, Fräsen), Arbeitspläne, Schnittgeschwindigkeit, Zustellung, Vorschub, Schneidstoffe, Werkzeuge, Hilfsstoffe, Bearbeitungsstrategien (Schruppen, Schlichten), Spannmittel (Werkzeug, Werkstück), Unfallverhütungsvorschriften, Kostenkalkulation (Hauptnutzungszeit), Prüfmittel (berührungslos, berührend), Messgeräte, Lehren, Hilfsmittel, Messfehler (subjektive/objektive Fehler), Messmittelfähigkeit, Aufbau und Inhalte eines Prüfprotokolls</p> <p>PW: Identifizierung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben, Berechnung und Bestimmung von geometrischen Angaben,</p>	BA 1: Maschinelles Bearbeiten eines Bauteils/einer Baugruppe		
			<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen mit Anleitung aus einer Zeichnung die erforderlichen Planungsunterlagen erstellen für die Fertigung der Teile.</p> <p>Rohteilplanung Planung der Fertigungsverfahren Arbeitsplan Prüfplan</p> <p>Der Lerngegenstand könnte eine Baugruppe sein, die im Lernfeld 3 montiert werden kann.</p>	<p>M1: Lernsituation mit Zeichnungen des Bauteils/der Baugruppe mit Lieferdatum</p> <p>M2: Zeichnungselement und deren Bedeutung für die Fertigung (Toleranzen, Oberflächen, Kanten ...)</p> <p>M3: Maschinelle Bearbeitungsverfahren und deren Besonderheiten</p> <p>M4: Maschinen und deren Aufbau</p> <p>M5: Schnittdaten berechnen und bestimmen</p> <p>M6: Werkzeuge</p> <p>M7: Prüfen von Grundlagen sowie Prüfverfahren und Prüfprotokoll</p> <p>T1: Zeichnung lesen und Bezüge zur Fertigung herstellen</p> <p>T2: Fertigungsdaten ermitteln und berechnen</p> <p>T3: Arbeitsplan erstellen</p> <p>T4: Prüfplan erstellen</p>	<p>Die Lernenden besprechen ihre Lösungen im Plenum und diskutieren Unterschiede. Sie bewerten die Qualität ihrer Ergebnisse von Kriterien geleitet und vergleichen sie miteinander. Die im Vergleich mit handgeführten Werkzeugen höhere Qualität lässt sich durch das Fügen innerhalb der Baugruppe darstellen.</p>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
		Toleranzen und Oberflächenangaben, Berechnung und Bestimmung von geometrischen Angaben, Toleranzen und Oberflächenangaben, Identifizierung von Werkstoffangaben und Angaben zur Wärmebehandlung, Ermittlung von technologischen Daten (zum Beispiel aus dem Tabellenbuch, Drehzahldiagrammen, Werkzeugkatalogen), Durchführung einer Planungsaufgabe, Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren, Werkstoffe: Spannmittel; Werkzeuge, Arbeitspläne, Erstellung von Unterlagen mittels geeigneter EDV-Programme, Kalibrierung von Prüfmitteln, Prüfmittelüberwachung (Kalibrierungsaufkleber, Messunsicherheit), Handhabung/Umgang mit Prüfmitteln, Einsatz von Prüfmitteln unter Beachtung der Messmittelfähigkeit, Erstellung von Prüfprotokollen unter Berücksichtigung des jeweiligen Anwendungsfalles			

### **5.2.5 Katalog der Teilaufgaben (T)**

- T1: Zeichnung lesen und Bezüge zur Fertigung herstellen
- T2: Fertigungsdaten ermitteln und berechnen
- T3: Arbeitsplan erstellen
- T4: Prüfplan erstellen

### **5.2.6 Hinweise zur Lernortkooperation**

Es bietet sich an, als Lerngegenstand eine Baugruppe mit einfachen Bauteilen zu wählen. Die Einzelteile können dann in den Betrieben gefertigt werden. Dadurch wird auch die Sinnhaftigkeit von Toleranzen im Zusammenspiel unterschiedlicher Betriebe verdeutlicht. Da Teile nicht aufeinander angepasst werden können, müssen die Toleranzen von vornherein passen.

## 5.3 Unterrichtsbeispiel 3

### 5.3.1 Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes

Lernfeld 12:	Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages	4. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 60 Stunden
<p><b>Zielformulierung:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen eigenverantwortlich die Durchführung eines Einzelfertigungsauftrages. Dazu analysieren sie die Auftragsunterlagen und legen unter Berücksichtigung der geometrischen und qualitativen Vorgaben des zu fertigenden Bauteils die Bearbeitungsstrategie auch unter Verwendung von Datenmanagementsystemen fest.</p> <p>Sie ermitteln oder überprüfen und optimieren die Fertigungsparameter. Unter Berücksichtigung der Werkstückgeometrie und der auftretenden Kräfte wählen die Schülerinnen und Schüler geeignete Spannsysteme aus und bewerten sie nach Funktionsweise, Verwendungsmöglichkeiten und Handhabbarkeit. Dazu nutzen sie digitale Informationsmedien. Die Schülerinnen und Schüler wählen Werkzeuge und Spannmittel aus und stellen die erforderlichen Prüfmittel bereit. Sie konzipieren unter fertigungstechnischen, ökologischen und gesundheitlichen Aspekten eine effektive Kühlschmierung. Sie erstellen und präsentieren die Fertigungsunterlagen und diskutieren unter ökonomischen und qualitativen Gesichtspunkten alternative Lösungsmöglichkeiten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen zur Realisierung des Materialflusses Anschlagmittel und Hebezeuge aus und beurteilen deren Betriebssicherheit. Die Schülerinnen und Schüler richten die Maschine ein und achten auf Kollisionsgefahren im Arbeitsraum. Sie führen die Bearbeitung des Werkstückes unter Beachtung der Arbeitssicherheitsvorschriften durch und prüfen die qualitativen Merkmale des fertigen Bauelementes.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Fertigungs- und Prüfdaten in geeigneten Protokollen und führen eine kundenorientierte Übergabe des Fertigteil und der Fertigungsunterlagen durch.</p> <p>Sie führen die in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Instandhaltungsmaßnahmen nach betrieblichen Vorgaben durch.</p>		

---

**Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker****5.3.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext**

Wenn man sich den Verlauf der Ausbildung zur Zerspanungsmechanikerin oder zum Zerspanungsmechaniker anschaut, dann beschäftigen sich die Lernfelder 1 bis 11 mit den Grundlagen, die zur Zerspanung nötig sind. Die Schülerinnen und Schüler sollten zum Ende des Lernfelds 11 alles relevante Fach-, Prozess und Reflexionswissen zur Bedienung der Maschinen und zum Zerspanungsprozess erworben haben. In Lernfeld 12 und 13 geht es um die Einbindung des erworbenen Wissens in den Fertigungsablauf. Die Schülerinnen und Schüler sollen hier in die Lage versetzt werden, zu erkennen, dass die Fertigung nur ein Teil des gesamten Produktlebenszyklus ist und sollen lernen, prozessorientiert zu arbeiten. Dabei beschäftigt sich das Lernfeld 12 mit einem Einzelauftrag, während in Lernfeld 13 die Serienfertigung thematisiert wird. Bei einem Einzelauftrag geht es um die Fertigung einzelner Teile oder kleiner Stückzahlen. Die Teile werden meist für den Prototypenbau, für Sonderanfertigungen oder für die Ersatzteilerfertigung alter Maschinen gebraucht.

Die Anforderungen liegen dabei zum einen darin, sich in betriebliche Prozesse (Materialbestellung, Maschinenbelegung, Lagerung, Versand, ...) einzuarbeiten und diese bei der Planung zu beachten. Zum anderen liegen sie darin, sich mit den Auftragsunterlagen zu beschäftigen.

Bei der Fertigung von Prototypen kann es zum Beispiel um Geheimhaltung gehen. Bei der Sonderanfertigung sollten die Schülerinnen und Schüler sich mit der Funktion (Funktionsanalyse) des Bauteils beschäftigen, um Fertigungsverfahren, Material und Fertigungsparameter auf die Funktion abzustimmen.

Im Bereich der Ersatzteilerfertigung können fehlende oder veraltete Zeichnungen ein Problem darstellen. Die Schülerinnen und Schüler müssen dafür in der Lage sein, die Zeichnungen anzupassen und zu überarbeiten.

Eine weitere Herausforderung in diesem Lernfeld stellt die Einbindung der eigenen Handlung in betriebliche Prozesse dar. Die Schülerinnen und Schüler sollen die erworbenen technischen Kenntnisse und Kompetenzen so in betriebliche Prozesse einbringen, dass ein reibungsloser Ablauf gewährleistet ist.

**Im Folgenden sind in der curricularen Matrix des jeweiligen Lernfeldes die für das vorliegende Unterrichtsbeispiel relevanten beruflichen Handlungen und Inhalte gelb markiert.**

5.3.3 Reduktion der curricularen Matrix

Die Auszubildenden ...	VORBEREITEN UND DURCHFÜHREN EINES EINZELFERTIGUNGS-AUFTRAGES		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...planen eigenverantwortlich die Durchführung eines Einzelfertigungsauftrags.	Prinzip der vollständigen Handlung (Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren, Bewerten) Betriebliche Organisationsstrukturen <sup>4</sup> (Warenbegleitschein, Materialbestellung, Lohnschein, Auftragsunterlagen) Informations- und Auftragsplanung (Auftragsklärung, Auftragsumfang, Zieldefinition, Zeichnungsanalyse, Rüstplan)	Planung der Fertigung eines Werkstückes	Vorteile der Anwendung der vollständigen Handlung erkennen
...führen eigenverantwortlich einen Einzelfertigungsauftrag durch.	Anwendung der Inhalte aus den LF 1-11 anhand eines Projektes <sup>5</sup>		
...realisieren den Materialfluss innerhalb des Einzelfertigungsauftrags.	Bestellprozesse (auftragsbezogen, KANBAN ...) Lagern und Konservieren Lastaufnahmeeinrichtungen Hebezeuge Versand Betriebssicherheit	Lagerung von Halbzeugen, Rohteilen und Fertigteilen Auswahl und Kontrolle geeigneter Anschlagmittel und Hebezeuge Vorbereitung von Bauteilen für den Versand	
...führen eine kundenorientierte Übergabe des Fertigteils und der Fertigungsunterlagen durch.	Wareneingang und Qualitätssicherung 8D-Report Supply-Chain-Management Prozessqualität (kontinuierliche Verbesserung (KVP)) Produkthaftung	Dokumentieren von Fertigungs- und Prüfdaten in geeigneten Protokollen Durchführung einer Prozessevaluation Übergabe von Fertigteilen an die Kundin oder den Kunden	
HINWEISE:	<sup>4</sup> Dabei werden betriebliche Prozesse thematisiert und angewendet. <sup>5</sup> Im Vordergrund sollte die Verknüpfung der Lernfeldinhalte im Sinne einer vollständigen beruflichen Handlung stehen. Dies erfolgt vorzugsweise durch die eigenverantwortliche Bearbeitung eines Projektes, das in Anlehnung an die betriebliche Realität der späteren Facharbeiterin oder des späteren Facharbeiters angelegt wurde (schulinternes Projekt, betrieblicher Auftrag ...).		

5.3.4 Planungsmatrix

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
1	Planung der Durchführung eines eigenverantwortlichen Einzelfertigungsauftrags	<p>SW: Betriebliche Organisationsstrukturen (Warenbegleitschein, Materialbestellung, Lohnschein, Auftragsunterlagen), Informations- und Auftragsplanung (Auftragsklärung, Auftragsumfang, Zieldefinition, Zeichnungsanalyse, Rüstplan)</p> <p>PW: Planung der Fertigung eines Werkstückes</p> <p>RW: Vorteile der Anwendung der vollständigen Handlung erkennen</p>	<p>BA 1: Erstellung einer Ersatzteil-Baugruppe aus veralteten Zeichnungen</p>		
			<p>Die Lernaktivität sollte die Erstellung von Planungsunterlagen für eine Baugruppe unter Beachtung von betrieblichen Prozessabläufen sowie nach Möglichkeit die Erstellung der Baugruppe in Lernortkooperation umfassen.</p> <p>Dabei bietet es sich an, eine Baugruppe auszuwählen, bei der veraltete Zeichnungen im Rahmen einer Änderungskonstruktion überarbeitet werden müssen, zum Beispiel ein alter Druckluftzylinder.</p>	<p>M1: Zeichnungen der Baugruppe mit Lieferdatum</p> <p>M2: Übersicht über betriebliche Prozesse (Materialbestellung, Maschinenbelegung ...)</p> <p>T1: Überarbeitung der zur Verfügung gestellten Zeichnungen</p> <p>T2: Erstellung von Fertigungsunterlagen (Arbeitspläne, CNC-Programmierung ...)</p> <p>T3: Optimierung der Fertigungsunterlagen (Standzeiten, Schnittdaten)</p> <p>T4: Erstellen einer Fertigungsplanung (Maschinenbelegung, Materialbestellung ...)</p>	<p>Die Lernenden besprechen ihre Lösungen im Plenum und diskutieren Unterschiede. Sie bewerten die Qualität ihrer Ergebnisse kriteriengeleitet und vergleichen die betrieblichen Prozesse in den verschiedenen Ausbildungsbetrieben.</p>

Zerspanungsmechanikerin oder Zerspanungsmechaniker

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
2	Realisierung des Materialflusses innerhalb des Einzelfertigungsauftrags	SW: Bestellprozesse (auftragsbezogen, KANBAN ...), Lagern und Konservieren, Lastaufnahmeeinrichtungen, Hebezeuge, Versand PW: Lagerung von Halbzeugen, Rohteilen und Fertigteilen, Auswahl und Kontrolle geeigneter Anschlagmittel und Hebezeuge, Vorbereitung von Bauteilen für den Versand	BA 2: Materialtransport, -bestellung und -lagerung innerhalb eines Einzelfertigungsauftrags		
			Übersicht über die Themen Bestellung, Transport und Lagerung von Material	M1: Arbeitsauftrag zur Erstellung von Lernplakaten zu den Themen M2: Erkundungsauftrag für die Themen im eigenen Betrieb T5: Rechercheauftrag zu den Themen Lagern, Konservieren, Transportieren und Versenden T6: Erstellen von Lernplakaten T7: Rechercheauftrag zu den Themen im Betrieb T8: Austausch über die betrieblichen Abläufe in Form eines Marktplatzes	Die Lernenden wenden die Erkenntnisse aus den erstellten Lernplakaten auf die Verhältnisse in den eigenen Betrieben nach und diskutieren Optimierungen im Plenum.
3	Durchführung einer kundenorientierten Übergabe des Fertigteils und der Fertigungsunterlagen	SW: Wareneingang und Qualitätssicherung, Produkthaftung PW: Dokumentieren von Fertigungs- und Prüfdaten in geeigneten Protokollen	BA 3: Prüfung und Übergabe eines Fertigungsteils mit dazugehörigen Unterlagen		
			Auswahl von Qualitätssicherungsinstrumenten und Qualitätssicherungsdokumenten im Kontext von Produkthaftung	M1: Übersicht Produkthaftung M2: Arbeitsauftrag zur Erstellung von Materialien zur Qualitätssicherung und zur Vorbereitung der Übergabe eines Fertigungsteils an die Kundin oder den Kunden T9: Erstellen von Qualitätssicherungsdokumenten T10: Planung der Produktübergabe	Die Lernenden übergeben das Teil und die dazugehörigen Unterlagen an Mitschülerinnen und Mitschüler. In einem Reflexionsgespräch wird die Qualität der Unterlagen diskutiert.

### 5.3.5 Katalog der Teilaufgaben (T)

- T1: Überarbeitung der zur Verfügung gestellten Zeichnungen
- T2: Erstellung von Fertigungsunterlagen (Arbeitspläne, CNC-Programmierung ...)
- T3: Optimierung der Fertigungsunterlagen (Standzeiten, Schnittdaten)
- T4: Erstellen einer Fertigungsplanung (Maschinenbelegung, Materialbestellung ...)
- T5: Rechercheauftrag zu den Themen Lagern, Konservieren, Transportieren und Versenden
- T6: Erstellen von Lernplakaten
- T7: Rechercheauftrag zu den Themen im Betrieb
- T8: Austausch über die betrieblichen Abläufe in Form eines Marktplatzes
- T9: Erstellen von Qualitätssicherungsdokumenten
- T10: Planung der Produktübergabe

### 5.3.6 Hinweise zur Lernortkooperation

Es bietet sich an dieser Stelle an, eine komplexere Baugruppe zu verwenden und die Einzelteile auf die verschiedenen Schülerinnen und Schüler aufzuteilen. Diese Einzelteile können in den verschiedenen Ausbildungsbetrieben gefertigt werden. Normteile könnten von der Schule beschafft werden und die Baugruppe zum Ende der Einheit in der Schule gefügt werden. Dadurch muss an dieser Stelle nicht nur der Ablauf im eigenen Unternehmen beachtet werden, sondern die Kooperation muss, wie im richtigen Leben, auch unternehmensübergreifend stattfinden. Außerdem können die Schülerinnen und Schüler so eine Auswahl der Fertigungsorte nach technischer Ausstattung und oder Fertigungskapazitäten vornehmen.

## 6 Literatur

Bader, R.: Lernfelder gestalten. bwp@ Spezial. (2004) 1.

Chomsky, N.: Explanatory Models in Linguistics. In: Nagel, E.; Suppes, P.; Tarski, A. (Herausgebende): Logic, Methodology, and Philosophy of Science. Stanford 1962. Seite 528-550.

Erpenbeck, J.; Rosenstiel, L.; Grote, S.; Sauter, W.: Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, Verstehen und Bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart 2017.

Euler, D.; Reemtsma-Theis, M.: Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. 95 (1999) 2. Seite 168-198.

Klafki, W.: Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In: Roth, H.; Blumenthal, A. (Herausgebende): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule. Hannover 1964. Seite 5-34.

Lerch, S.: Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT. 36 (2013) 1. Seite 25-34.

Mandl, H.; Friedrich H. F. (Herausgebende): Handbuch Lernstrategien. Göttingen 2005.

Tenberg, R.: Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart 2011.



HESSEN



**Hessisches Ministerium  
für Kultus, Bildung und Chancen**  
Luisenplatz 10  
60185 Wiesbaden  
<https://kultus.hessen.de>

BILDUNGSLAND  
**Hessen** 