

# Werkstoffprüfer/ Werkstoffprüferin

# AUSBILDUNG GESTALTEN

## Werkstoffprüfer/ Werkstoffprüferin

### Online-Berufsinformation zur Ausbildungsordnung

Praxishilfen zur Ausbildungsordnung von 2013 für

- ▶ Ausbilder/Ausbilderinnen
  - ▶ Auszubildende
- ▶ Berufsschullehrer/Berufsschullehrerinnen
  - ▶ Mitglieder von Prüfungsausschüssen

Die Umsetzungshilfe zur Unterstützung  
der betrieblichen Ausbildungspraxis

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2017 by Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn

### **Herausgeber:**

#### **Bundesinstitut für Berufsbildung**

Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
[www.bibb.de](http://www.bibb.de)

### **Inhalt, Konzeption und Redaktion:**

#### **Magret Reymers**

Tel.: 0228 | 107-2223  
E-Mail: [reymers@bibb.de](mailto:reymers@bibb.de)

### **Autoren:**

Frank Gerdes, IG Metall, Frankfurt  
Arnold Horsch, Arnold Horsch e.K., Remscheid  
Andreas Koppelberg, Energietechnik Essen GmbH  
Ralf Lenzian, ArcelorMittal GmbH, Duisburg  
Jürgen Müller, SGS Germany GmbH, Hamburg  
Barbara Timm, Hoesch Hohenlimburg GmbH, Hagen  
Hannelore Wessel-Segebade, DGZfP e. V., Berlin  
Hans-Peter Wurdack, Staatliche Berufsschule, Selb  
Manfred Zörnack, Berufsförderungswerk e. V. Dortmund

### **Layout und Satz:**

W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld  
Christiane Zay, Potsdam

### **Herstellung:**

Bundesinstitut für Berufsbildung  
Arbeitsbereich 1.4 – Publikationsmanagement/Bibliothek

ISBN 978-3-945981-81-8

### **Bilder:**

ArcelorMittal Ruhrort GmbH, Duisburg

Die veröffentlichten Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.  
Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers dar.



Der Inhalt dieses Werkes steht unter einer Creative-Commons-Lizenz (Lizenztyp: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung – Keine Bearbeitung – 4.0 Deutschland).

Weitere Informationen finden Sie im Internet auf unserer Creative-Commons-Infoseite [www.bibb.de/cc-lizenz](http://www.bibb.de/cc-lizenz).

Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen Nationalbibliothek angemeldet und archiviert: urn:nbn:de: 0035-0653-6

Internet: [www.bibb.de/veroeffentlichungen](http://www.bibb.de/veroeffentlichungen)

## Vorwort

Ausbildungsforschung und Berufsbildungspraxis im Rahmen von Wissenschaft – Praxis – Kommunikation sind Voraussetzungen für moderne Ausbildungsordnungen, die im Bundesinstitut für Berufsbildung erstellt werden. Entscheidungen über die Struktur der Ausbildung, über die zu fördernden Kompetenzen und über die Anforderungen in den Prüfungen sind das Ergebnis eingehender fachlicher Diskussionen der Sachverständigen und BIBB-Experten.

Um gute Voraussetzungen für eine reibungslose Umsetzung neuer Ausbildungsordnungen im Sinne der Ausbildungsbetriebe wie auch der Auszubildenden zu schaffen, haben sich Umsetzungshilfen als wesentliche Unterstützung in der Ausbildungspraxis bewährt. Die Erfahrungen der „Ausbildungsordnungsmacher“ aus der Erneuerung beruflicher Praxis, die bei der Entscheidung über die neuen Kompetenzanforderungen wesentlich waren, sind deshalb auch für den Transfer der neuen Ausbildungsordnung und des Rahmenlehrplans für die Werkstoffprüfer/Werkstoffprüferinnen in die Praxis von besonderem Interesse.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Beteiligten dafür entschieden, gemeinsam verschiedene Materialien zur Unterstützung der Ausbildungspraxis zu entwickeln. Im vorliegenden Handbuch werden die Ergebnisse der Neuordnung und die damit verbundenen Ziele und Hintergründe aufbereitet

und anschaulich dargestellt. Dazu werden praktische Handlungshilfen zur Planung und Durchführung der betrieblichen und schulischen Ausbildung für alle an der Ausbildung Beteiligten angeboten.

Damit leistet das Handbuch für alle Beteiligten einen wichtigen Beitrag für die Gestaltung einer qualifizierten Berufsausbildung.

Ich wünsche mir eine umfassende Verbreitung und Anwendung bei betrieblichen Ausbildern und Ausbilderinnen, Berufsschullehrern und Berufsschullehrerinnen, Prüfern und Prüferinnen sowie den Auszubildenden selbst. Den Autorinnen und Autoren gilt mein herzlicher Dank für ihre engagierte und qualifizierte Arbeit.



Bonn, im Januar 2017

Prof. Dr. Friedrich Hubert Esser, Präsident  
Bundesinstitut für Berufsbildung

# Inhalt

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>Einführung .....</b>  | <b>7</b>   |
| 1.1      | Warum eine neue Ausbildungsordnung, und was hat sich verändert? .....  | 8          |
| <b>2</b> | <b>Der Ausbildungsrahmenplan .....</b>   | <b>11</b>  |
| 2.1      | Erläuterungen zum Ausbildungsrahmenplan für die Berufsausbildung<br>zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin .....                | 14         |
| 2.1.1    | Abschnitt A: Gemeinsame berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten .....   | 14         |
| 2.1.2    | Abschnitt B: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten<br>in der Fachrichtung Metalltechnik .....           | 25         |
| 2.1.3    | Abschnitt C: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten<br>in der Fachrichtung Kunststofftechnik .....       | 50         |
| 2.1.4    | Abschnitt D: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten<br>in der Fachrichtung Wärmebehandlungstechnik ..... | 54         |
| 2.1.5    | Abschnitt E: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten<br>in der Fachrichtung Systemtechnik .....           | 67         |
| 2.1.6    | Abschnitt F: Gemeinsame integrative Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten .....   | 89         |
| <b>3</b> | <b>Qualifizierung und Zertifizierung .....</b>   | <b>95</b>  |
| 3.1      | Erläuterungen zur Möglichkeit der Qualifizierung und Zertifizierung für zerstörungsfreie Prüfverfahren<br>nach DIN EN ISO 9712 .....   | 96         |
| 3.2      | Anlage 2 .....   | 106        |
| <b>4</b> | <b>Schulische Umsetzung .....</b>  | <b>125</b> |
| 4.1      | Berufsschule als Lernort der dualen Ausbildung .....   | 126        |
| 4.2      | Umsetzung des Rahmenlehrplans .....  | 129        |
| 4.2.1    | Curriculare Analyse – Kompetenzen im Lernfeld analysieren .....  | 129        |
| 4.2.2    | Handlungsstruktur/-produkt aus dem Lernfeld ableiten .....   | 131        |
| 4.2.3    | Lernsituationen ausgestalten .....   | 133        |
| 4.2.4    | Didaktischen Jahresplan ableiten .....   | 135        |
| 4.3      | Berücksichtigung der ZfP-Entsprechungslisten bei der Unterrichtsplanung .....  | 136        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>5</b> | <b>Prüfungen .....</b>   | <b>143</b> |
| 5.1      | Anforderungen an Prüfungen neuer Ausbildungsberufe .....   | 144        |
| 5.2      | Die gestreckte Abschlussprüfung (GAP) .....  | 146        |
| 5.3      | Prüfungsinstrumente .....  | 148        |
| 5.4      | Teil 1 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP) .....  | 154        |
| 5.4.1    | Prüfungsanforderungen .....  | 154        |
| 5.4.2    | Aufgabenerstellung und Prüfungstermin.....   | 155        |
| 5.4.3    | Beispiele für schriftliche Aufgabenstellungen der PAL – Musterprüfung 2015 .....   | 155        |
| 5.5      | Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP) .....  | 177        |
| 5.5.1    | Aufgabenerstellung .....   | 177        |
| 5.5.2    | Fachrichtung Metalltechnik – Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP) .....   | 178        |
| 5.5.2.1  | Prüfungsanforderungen in der gestreckten Abschlussprüfung Teil 2 (§ 8–9).....  | 179        |
| 5.5.2.2  | Prüfungsanforderungen in den Prüfungsbereichen „Schadensanalyse“ und<br>„Eigenschaften metallischer Werkstoffe“ sowie Beispielaufgaben ..... | 189        |
| 5.5.3    | Fachrichtung Kunststofftechnik– – Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP) .....  | 198        |
| 5.5.4    | Fachrichtung Wärmebehandlungstechnik .....   | 203        |
| 5.5.5    | Fachrichtung Systemtechnik .....   | 210        |



# 1 Einführung



## 1.1 Warum eine neue Ausbildungsordnung, und was hat sich verändert?

Mit der Modernisierung der Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin zum 1. August 2013 wurde einer fortschreitenden technologischen Entwicklung Rechnung getragen, die die heutige Facharbeit im Bereich der Werkstoffprüfung bereits wesentlich prägt und sich daher auch in einem modernisierten Ausbildungsberuf widerspiegeln musste.

Die bisherige Differenzierung in Schwerpunkten wurde aufgelöst, und der neue Beruf ist in Zukunft in Fachrichtungen differenziert, wodurch während der Ausbildung zehn Wochen mehr fachrichtungsspezifische Inhalte vermittelt werden können. Die neue Differenzierung in Fachrichtungen im letzten Ausbildungsteil ermöglicht eine bessere Präzisierung der spezifischen Inhalte in den unterschiedlichen Einsatzgebieten, Betrieben und Branchen.

Auch gibt es die bisherige zeitliche Gliederung der Ausbildung in berufliche Grundbildung und berufliche Fachbildung nicht mehr. Die Ausbildungsdauer ist weiterhin dreieinhalb Jahre.

Der Schwerpunkt Halbleitertechnik wurde gänzlich abgeschafft. Neu hinzugekommen sind die Fachrichtungen Kunststofftechnik und Systemtechnik.

| Alt von 1996   | Neu ab 2013   |
|--|---|
| Berufliche Grundbildung<br>52 Wochen   | Gemeinsame integrative Inhalte<br>13 Wochen   |
| Berufliche Fachbildung<br>71 Wochen  | Gemeinsame berufsprofilgebende Inhalte<br>100 Wochen  |
| Schwerpunkte:<br>▶ Metalltechnik<br>▶ Halbleitertechnik<br>▶ Wärmebehandlungstechnik<br>je 59 Wochen | Fachrichtungen:<br>▶ Metalltechnik<br>▶ Kunststofftechnik<br>▶ Wärmebehandlungstechnik<br>▶ Systemtechnik<br>je 69 Wochen |

Grundlegend wurden nicht nur die Ausbildungsinhalte aktualisiert, sondern auch die Prüfung. In Zukunft tritt anstelle der bisherigen Zwischenprüfung zum gleichen Zeitpunkt der Teil eins der Abschlussprüfung, welcher dann schon mit einer Gewichtung von 30 Prozent auf die Endbewertung im Facharbeiterbrief einfließt. Der bisherige Zweck der Orientierungsprüfung vor dem Ende des zweiten Ausbildungsjahres wird in dem Beruf dadurch aufgehoben.

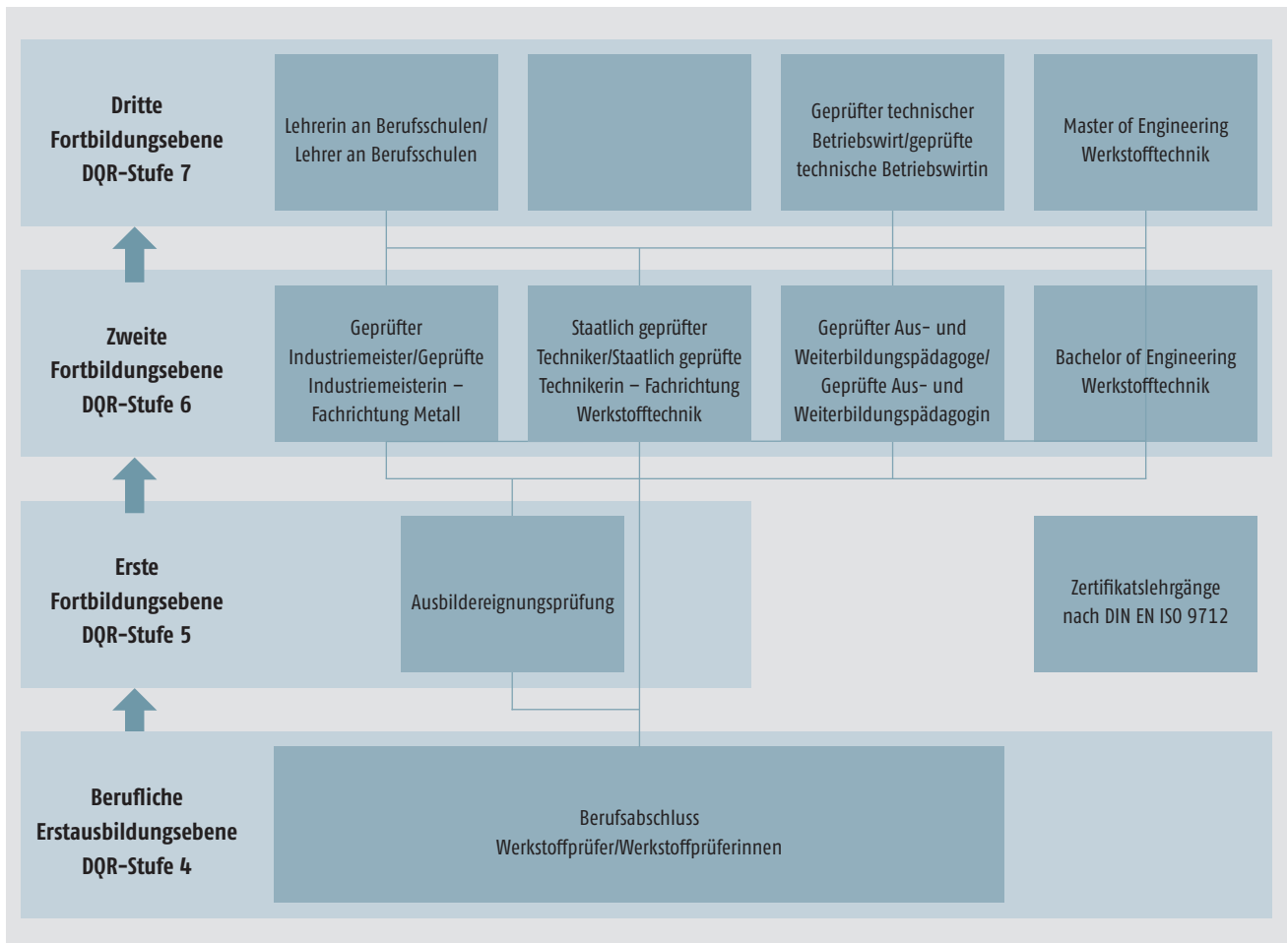
Einige Werkstoffprüfer brauchen für ihre Tätigkeit zusätzliche Zertifikate. In den meisten Einsatzbetrieben werden aber keine benötigt. Ob Zertifikate verlangt werden und wie viele, hängt von den konkreten Einsatzgebieten und Tätigkeiten ab.

Vor allem in der Fachrichtung Systemtechnik werden sie je nach betrieblichem Einsatz gefordert. Seit der Beruf jetzt neu geregelt ist, kann jeder sich Teile seiner Ausbildung bei den Zertifizierern anerkennen lassen. Das kann Zeit und Geld sparen. Dazu muss der Auszubildende ein zusätzliches Nachweisheft führen, an einer Schulung zur Prüfungsvorbereitung teilnehmen und natürlich die Prüfung ablegen.

Früher mussten sie dafür nach der Ausbildung noch zusätzlich diverse Lehrgänge besuchen. Wichtig ist für die Anrechnung, dass man sich vorher als Azubi während der Ausbildung bestätigen lässt, dass der erforderliche Stoff schulisch und betrieblich vermittelt wurde. Eine Vorlage für die Bestätigung (ein sogenanntes Nachweisheft) gibt es auf der CD und in diesem Heft. Für eine mögliche Anrechnung regelt ein Beiblatt die Norm.

Werkstoffprüfern stehen nach der Ausbildung und ggfs. Berufserfahrung verschiedene Weiterbildungswege offen. Einen kleinen Einblick vermittelt folgende Grafik.

### 1.1 Karrierewege für Werkstoffprüfer/-innen





## **2 Der Ausbildungsrahmenplan**

## Grundsätzliches zum Ausbildungsrahmenplan

Der Ausbildungsrahmenplan bildet die Grundlage für die betriebliche Ausbildung. Er listet die Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten auf, die in den Ausbildungsbetrieben zu vermitteln sind.

Ihre Beschreibung orientiert sich an beruflichen Aufgabenstellungen und den damit verbundenen Tätigkeiten. Diese Lernziele weisen somit einen deutlich erkennbaren Bezug zu in Betrieben vorkommenden beruflichen Handlungen auf. Die Summe der zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten beschreibt das Qualifikationsprofil ausgebildeter Fachkräfte.

## Die Ausbildungsinhalte im Ausbildungsrahmenplan beschreiben Mindestanforderungen.

Die Vermittlung ist von allen Ausbildungsbetrieben sicherzustellen. Die Ausbildungsbetriebe können hinsichtlich Vermittlungstiefe und Vermittlungsbreite des Ausbildungsinhaltes über die Mindestanforderungen hinaus ausbilden, wenn die individuellen

Lernfortschritte der Auszubildenden es erlauben und die betriebspezifischen Gegebenheiten es zulassen oder gar erfordern. Die Vermittlung zusätzlicher Ausbildungsinhalte, deren Einbeziehung sich als notwendig herausstellen kann, ist auch möglich, wenn sich aufgrund der technischen oder arbeitsorganisatorischen Entwicklung weitere Anforderungen an die Berufsausbildung ergeben, die im Ausbildungsrahmenplan nicht genannt sind.

Damit auch betriebsbedingte Besonderheiten bei der Ausbildung berücksichtigt werden können, wurde in die Ausbildungsordnung eine sogenannte Flexibilitätsklausel aufgenommen, um deutlich zu machen, dass zwar die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten obligatorisch sind, aber von der Reihenfolge und insoweit auch von dem im Ausbildungsrahmenplan vorgegebenen sachlichen und zeitlichen Zusammenhang abgewichen werden kann: „Von der Organisation der Berufsausbildung,

Können Ausbildungsbetriebe nicht sämtliche Qualifikationen vermitteln, kann dies z. B. im Wege der Verbundausbildung ausgeglichen werden. Möglich ist eine Kooperationen zwischen Betrieben.

wie sie im Ausbildungsrahmenplan vorgegeben ist, darf abgewichen werden, wenn und soweit betriebspraktische Besonderheiten oder Gründe, die in der Person des oder der Auszubildenden liegen, die Abweichung erfordern. (§ 3, Absatz 1).“

Der Ausbildungsrahmenplan für die betriebliche Ausbildung und der Rahmenlehrplan für den Berufsschulunterricht sind inhaltlich und zeitlich aufeinander abgestimmt. Es empfiehlt sich, dass Ausbilder und Ausbilderinnen sowie Berufsschullehrer und Berufsschullehrerinnen im Rahmen der Lernortkooperation regelmäßig zusammentreffen und sich beraten.

Auf der Grundlage des Ausbildungsrahmenplans werden die **betrieblichen Ausbildungspläne** erarbeitet, welche die organisatorische und fachliche Durchführung der Ausbildung betriebspezifisch regeln.

## Die zeitliche Gliederung

Für die jeweiligen Inhalte werden zeitliche Richtwerte in Wochen als Orientierung für die betriebliche Vermittlungsdauer angegeben. Der zeitliche Richtwert spiegelt die Bedeutung wider, die diesem Inhaltsabschnitt im Vergleich zu den anderen Inhaltsabschnitten zukommt.

Die Summe der zeitlichen Richtwerte beträgt 52 Wochen pro Ausbildungsjahr. Die im Ausbildungsrahmenplan angegebenen zeitlichen Richtwerte sind Bruttozeiten und müssen in tatsächliche, betrieblich zur Verfügung stehende Ausbildungszeiten (Nettozeiten) umgerechnet werden. Davon sind die Zeiten für Berufsschulunterricht und Urlaub abzuziehen.

Dies wird mit der folgenden Modellrechnung veranschaulicht. Dabei wird von einem Schätzwert von insgesamt 12 Wochen Berufsschulunterricht jährlich ausgegangen. Die Durchführung des Berufsschulunterrichts liegt in der Verantwortung der einzelnen Bundesländer.

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>Bruttozeit (52 Wochen = 1 Jahr)</b>     | <b>365 Tage</b>   |
| abzüglich Sonntage und sonstige freie Tage | - 80 Tage         |
| abzüglich ca. 12 Wochen Berufsschule       | - 60 Tage         |
| abzüglich Urlaub <sup>1</sup>              | - 30 Tage         |
| <b>Nettozeit</b>                           | <b>= 195 Tage</b> |

Die rein betriebliche Ausbildungszeit beträgt nach dieser Modellrechnung im Jahr rund 195 Tage. Das ergibt – bezogen auf 52 Wochen pro Jahr – etwa vier Tage pro Woche. Für jede der im Ausbildungsrahmenplan angegebene Woche stehen also rund vier Tage betriebliche Ausbildungszeit zur Verfügung. Die Ausbildung in überbetrieblichen Ausbildungsstätten zählt zur betrieblichen Ausbildungszeit, sodass dies ggf. bei den Zeiten, die Auszubildende tatsächlich im Betrieb sind, zusätzlich abzuziehen ist.

---

1 Vgl. hierzu im Einzelnen die gesetzlichen und tarifvertraglichen Regelungen.

## 2.1 Erläuterungen zum Ausbildungsrahmenplan für die Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin

### 2.1.1 Abschnitt A: Gemeinsame berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                                | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |  |
|---|----------------------------|---|--|--|
|   | 1                          | 2 |  |  |
| <b>A1</b>   |                            |   |  |  |
| <b>Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von Werkstoffen (§ 4 Absatz 3 Nummer 1)</b>   |                            |   |  |  |
| a) den strukturellen Aufbau von Werkstoffen unterscheiden                               | 4                          |   | <p>In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen den Grundlagen der Werkstoffkunde und den betriebsspezifischen Werkstoffeigenschaften erläutert. Ausgehend von den Produkten/Anlagen/Betriebsmitteln im Betrieb wird für die verschiedenen Werkstoffklassen der Zusammenhang zwischen Struktur und Werkstoffeigenschaften dargestellt. Zur Struktur der Werkstoffe werden Aspekte behandelt wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bindungsarten</li> <li>▶ räumliche Anordnung (kristallin, amorph)</li> <li>▶ Gittertypen (z. B. kfz, krz)</li> <li>▶ Mischkristallbildung</li> </ul> <p>Zu den Eigenschaften werden allgemeine Aspekte angesprochen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ mechanische Festigkeit</li> <li>▶ Sprödigkeit, Duktilität</li> <li>▶ elektrische Leitfähigkeit</li> <li>▶ Korrosionsbeständigkeit</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A1.1</b>)</p> <p><b>LF 1 im 1. und 2. Schuljahr</b></p> |  |
| b) Werkstoffe nach physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften beurteilen |                            |   |  |  |
| c) Eigenschaften von Werkstoffen qualitativ ermitteln                                   |                            |   |  | <p>In einer ersten Annäherung soll der Auszubildende Werkstoffeigenschaften mit einfachen Mitteln bewerten, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dichte</li> <li>▶ Magnetisierbarkeit</li> <li>▶ Umformbarkeit/Zerspanbarkeit</li> </ul> <p><b>LF 3, 7 im 1. und 2. Schuljahr</b></p>  |
| d) Beanspruchungsarten von Bauteilen qualitativ bewerten                                |                            |   |  | <p>Der Auszubildende soll an verschiedenen Bauteilen und Anlagenkomponenten die unterschiedlichen Beanspruchungsarten erkennen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ mechanisch – zeitlich konstant</li> <li>▶ mechanisch – zeitlich veränderlich</li> <li>▶ mechanisch – schlagartig</li> <li>▶ thermisch</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A1.2</b>)</p> <p><b>LF 3 im 1. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| <b>A2</b>   |                            |   |   |
| <b>Verarbeitungs- und Veredelungsverfahren für metallische Werkstoffe und deren Anwendungsmöglichkeiten (§ 4 Absatz 3 Nummer 2)</b> |                            |   |   |
| a) Herstellungsverfahren, insbesondere Gießen, Sintern, Schmieden, Walzen und spanende Verfahren, unterscheiden                     | 5                          |   | <p>Ausgehend von Bauteilen/Produkten/Anlagen im Betrieb werden die genannten Formgebungsverfahren erläutert.</p> <p>Verfahrensspezifisch werden Form-, Oberflächen- und Strukturmerkmale diskutiert. Typische Fehler werden im Hinblick auf das Bauteilverhalten diskutiert, so z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ beim Gießen: Wanddickenunterschiede, Lunker, Warmrisse</li> <li>▶ beim Schmieden: Kernzerschmiedung, Überlappung</li> <li>▶ beim Walzen: Verzunderung, Schalenbildung</li> <li>▶ beim Drehen: scharfe Übergänge.</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A2.1</b>)</p> <p><b>LF 1 im 1. Schuljahr</b></p> |
| b) Wärmebehandlungen und andere Veredelungsverfahren zur Erzielung spezifischer Werkstoffeigenschaften einordnen                    |                            |   | <p>Anwendungs-/produktorientierter Überblick über die verschiedenen Verfahren, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Härten</li> <li>▶ Anlassen</li> <li>▶ Weichglühen</li> <li>▶ Normalglühen</li> <li>▶ Spannungsarmglühen</li> <li>▶ Oberflächenhärten</li> <li>▶ thermisch Spritzen</li> <li>▶ galvanisches Beschichten</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A2.2</b>)</p> <p><b>LF 9 im 2. Schuljahr</b></p>  |
| c) verfahrensspezifische Eigenschaften beurteilen   |                            |   | <p>Der Zusammenhang zwischen den Herstellungs-/Veredelungsverfahren und den Bauteileigenschaften wird erläutert; für Bauteile und Anlagekomponenten aus dem betrieblichen Umfeld wird der jeweilige Fertigungsverlauf erläutert.</p> <p><b>LF 6 im 2. Schuljahr</b></p>   |



| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
| d) Fügeverfahren, insbesondere Schrauben, Kleben, Löten und Schweißen, zwischen gleichen und unterschiedlichen Werkstoffen unterscheiden   |                            | 2 | <p>Ausgehend von Bauteilen/Produkten/Anlagen im Betrieb werden die verschiedenen Fügeverfahren und ihre Einsatzgebiete nach funktionalen Gesichtspunkten erläutert.</p> <p>Geometrische Anordnung, Schweißverfahren und Schweißpositionen. Schweißnahtfehler (Risse, Poren, Bindefehler, ungenügende Durchschweißung etc.); Nachschlagewerk für metallische Werkstoffe, z. B. DIN EN ISO 6520, DIN EN ISO 5817.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A2.3</b>)</p> <p><b>LF 7 im 2. Schuljahr</b></p> |
| <b>A3</b>  |                            |   |   |
| <b>Verarbeitungs- und Veredelungsverfahren für nicht-metallische Werkstoffe und deren Anwendungsmöglichkeiten (§ 4 Absatz 3 Nummer 3)</b>  |                            |   |   |
| a) Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe, insbesondere Spritzgießen und Extrudieren, unterscheiden  | 5                          |   | <p>Ausgehend von Bauteilen/Produkten/Anlagen im Betrieb werden die genannten Formgebungsverfahren und deren Anwendungsmöglichkeiten diskutiert, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Objekt- und Fehlerkunde</li> </ul>  |
| b) Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren für Keramik, insbesondere Pressen, Sintern und Schleifen, unterscheiden                         |                            |   |   |
| c) verfahrensspezifische Eigenschaften beurteilen  |                            |   |   |
| d) Fügeverfahren für Kunststoffe, insbesondere Kleben und Schweißen, unterscheiden   |                            | 2 | <p>Ausgehend von den Produkten/Anlagen im Werk werden die verschiedenen Fügeverfahren erläutert, z. B. Spiegelschweißen etc.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A3.1</b>)</p> <p><b>LF 1 im 1. und 2. Schuljahr</b></p>   |
| <b>A4</b>  |                            |   |   |
| <b>Grundlagen der Prüfverfahren (§ 4 Absatz 3 Nummer 4)</b>  |                            |   |   |
| a) physikalische Zusammenhänge zerstörender Prüfverfahren, insbesondere Zugversuch, Härteprüfung und Kerbschlagbiegeversuch, unterscheiden |                            |   | <p>Darstellung der genannten Prüfverfahren nach Versuchsaufbau sowie Mess- und Prüfprinzip.</p> <p><b>LF 2, 3 im 1. Schuljahr</b></p>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| b) physikalische Grundlagen zerstörungsfreier Prüfverfahren, insbesondere Ultraschall-, Durchstrahlungs-, Eindring-, Magnetpulver-, Wirbelstrom- und Sichtprüfung, unterscheiden | 10                         |   | Unterscheidung der genannten Prüfverfahren hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten.<br><br>Die physikalischen und prüftechnischen Grundlagen sollen wie in Anlage 2 der Ausbildungsverordnung (ZfP-Entsprechungsliste) aufgeschlüsselt werden.<br><br><b>LF 5 im 1.-3. Schuljahr</b>   |
| c) physikalische Zusammenhänge lichtmikroskopischer Prüfverfahren unterscheiden  |                            |   | (Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A4.1</b> )<br><br><b>LF 4 im 1. und 2. Schuljahr</b>   |
| d) gerätetechnische Analyseverfahren, insbesondere Spektrometrie, unterscheiden und anwenden   |                            |   | (Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A4.2</b> )<br><br><b>LF 7 im 2. Schuljahr</b>  |
| e) Stoffeigenschaften, insbesondere Dichte, ermitteln  |                            |   | Erläuterung der Dichtebestimmungsverfahren an Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen.<br><br>Durchführung der Dichtebestimmung an verschiedenen Werkstoffen, z. B. nach dem Masse-Volumenprinzip, nach dem archimedischen Prinzip oder mit der hydrostatischen Waage.<br><br>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel A4.3</b> )<br><br><b>LF 2 im 1. Schuljahr</b> |
| f) physikalische Grundlagen der Messtechnik und Sensorik unterscheiden   |                            |   | Die Grundlagen für die Bestimmung der betrieblich relevanten Messgrößen sollen dargestellt werden:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>▶ einfache elektrische Größen</li> <li>▶ Längenmessung</li> <li>▶ Kraftmessung</li> <li>▶ Temperaturmessung</li> <li>▶ Zeitmessung</li> </ul> <b>LF 2 im 1. Schuljahr</b>                                   |
| g) manuelle, automatisierte und computergestützte Prüfungen unterscheiden  |                            | 2 | Ausgehend von betriebsspezifischen Anlagen sollen verschiedene Prüfverfahren diskutiert werden; dabei sollen exemplarische Messketten ausführlich diskutiert werden.<br><br><b>LF 3, 5 im 1. Schuljahr</b>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| <b>A5</b><br><b>Planen und Vorbereiten von Prüfaufträgen, Auswählen und Überprüfen von Prüfmitteln (§ 4 Absatz 3 Nummer 5)</b><br><b>Alle LF im 1.–3. Schuljahr</b>  |                            |   |  |
| a) Prüfunterlagen auf Richtigkeit und Vollständigkeit prüfen<br>b) Prüfeinrichtungen, Verbrauchsmaterialien, Mess- und Hilfsmittel auswählen, überprüfen und bereitstellen<br>c) Prüfteile, Prüfbereiche und Proben unter Berücksichtigung der Untersuchungsziele, Prüfvorschriften und Vorgaben festlegen und kennzeichnen  | 6                          |   | <p>Abbildung A1: Typischer Prüfablauf nach Prüfanweisung (Quelle: DGZfP)</p>                   |
| d) Prüfverfahren auswählen   |                            | 2 |  |
| <b>A6</b><br><b>Einrichten von Prüfarbeitsplätzen (§ 4 Absatz 3 Nummer 6)</b><br><b>Alle LF im 1.–3./4. Schuljahr</b>  |                            |   |  |
| a) Prüfteile, Prüfbereiche und Proben für die Prüfung vorbereiten<br>b) Umgebungsbedingungen und Prüfparameter überprüfen und berücksichtigen; Einhaltung der Prüfbedingungen sicherstellen<br>c) Prüfvorbereitungen und -bedingungen dokumentieren<br>d) Prüfeinrichtung unter Berücksichtigung der Untersuchungsziele, Prüfvorschriften und Vorgaben einrichten, Funktionstüchtigkeit überprüfen; Prüfeinrichtung einstellen | 5                          |   | <p>Abbildung A2: Typischer Prüfablauf nach Prüfanweisung (Quelle: DGZfP)</p>                   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| <b>A7</b>   |                            |   |   |
| <b>Durchführen von Prüfungen (§ 4 Absatz 3 Nummer 7)</b>  |                            |   |   |
| a) zerstörende Prüfverfahren, insbesondere Zugversuch, Härteprüfung und Kerbschlagbiegeversuch, durchführen | 12                         |   | <p>Durchführung der genannten Prüfverfahren nach einer Prüfanweisung, Norm, Spezifikation o. Ä. eines</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ metallischen Werkstoffs mit großer Duktilität;</li> <li>▶ metallischen Werkstoffs mit geringer Duktilität;</li> <li>▶ Kunststoffes.</li> </ul> <p>Für die Abschlussprüfung Teil 1 ist die Ermittlung und Auswertung der Ergebnisse folgender Verfahren erforderlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zugversuch (zu ermitteln sind E-Modul, <math>R_{p0,2}</math>, <math>R_m</math>, Bruchdehnung, Brucheinschnürung, Gleichmassdehnung)</li> <li>▶ Härteprüfung nach Brinell, Rockwell und Vickers</li> </ul> <p>Allgemein sollte auf die Bedeutung der Prüfparameter (Dehngeschwindigkeit, Temperatur, Feuchtigkeit) hingewiesen werden.</p> <p><b>LF 3 im 1. Schuljahr</b></p>   |
| b) zerstörungsfreie Prüfverfahren, insbesondere Oberflächenverfahren, durchführen                           | 6                          |   | <p>Durchführung der zerstörungsfreien Prüfverfahren, insbesondere Oberflächenverfahren VT, PT und MT, nach einer Prüfanweisung, Norm, Spezifikation o. Ä.</p> <p>Die Ausbildungsinhalte für die Prüfverfahren orientieren sich an dem Umfang der Stufe 1 der Qualifizierungsinhalte gemäß DIN EN ISO 9712; siehe Anlage 2 der Ausbildungsverordnung (Entsprechungsliste).</p> <p>Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass externe Qualifizierungsschulungen mit abschließenden Prüfungen nach DIN EN ISO 9712 nicht gefordert sind.</p> <p>Sichtprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grundlagen der Sichtprüfung (z. B. DIN EN 13018)</li> <li>▶ Arbeitstechniken der Sichtprüfung</li> <li>▶ Betrachtungsbedingungen</li> <li>▶ Hilfsmittel und Geräte für die direkte Sichtprüfung</li> <li>▶ Betrachtungsbedingungen</li> <li>▶ Fehlerkunde für fertigungsbedingte Unvollkommenheiten an Produkten.</li> </ul> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                            | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
|   |                            |   | <p>Magnetpulverprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ physikalische Grundlagen der Magnetpulverprüfung (z. B. DIN EN ISO 9934-1)</li> <li>▶ magnetische Wirkung des elektrischen Stromes</li> <li>▶ Magnetisierungstechniken</li> <li>▶ Prüfmittel für die Magnetpulverprüfung</li> <li>▶ Kontrolle und Überwachungen von Magnetpulverprüfungen</li> <li>▶ Betrachtungsbedingungen</li> <li>▶ Produkt- und Fehlerkunde</li> </ul> <p>Eindringprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ physikalische Grundlagen der Eindringprüfung (z. B. DIN EN ISO 3452-1)</li> <li>▶ Prüfmittelsystem (Produktfamilie), bestehend aus Eindringmittel, Zwischenreiniger und Entwickler</li> <li>▶ Kontrolle und Überwachung von Eindringprüfungen</li> <li>▶ Betrachtungsbedingungen</li> <li>▶ Produkt- und Fehlerkunde</li> </ul> <p>Ultraschallprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ physikalische Grundlagen und Grundbegriffe der Ultraschallprüfung (z. B. DIN EN 16018)</li> <li>▶ Prüfkopfaufbau, Schallfeld und Gerätetechnik</li> <li>▶ Entfernungs- und Empfindlichkeitseinstellung mit genormten Justierkörpern</li> <li>▶ einfache Kontrolle und Überwachung der Ultraschallprüfungsausrüstung</li> <li>▶ Produkt- und Fehlerkunde</li> </ul> <p><b>LF 5 im 1. und 2. Schuljahr</b></p> |
| c) materialografische Präparation und lichtmikroskopische Prüfverfahren durchführen |                            | 8 | <p>Kennenlernen und durchführen verschiedener Einbettverfahren (z. B. Klemmen, Kalteinbetten, Warmeinbetten).</p> <p>manuelles Schleifen und Polieren verschiedener Werkstoffe (z. B. einer Stahlsorte; eines Gusseisens; einer Cu- oder Al-Legierung)</p> <p>Erläutern und ggf. durchführen verschiedener Polierverfahren (z. B. elektrolytisches Polieren, Vibrationspolieren, Läppen) und Poliermittel (z. B. Diamantpoliermittel, Poliersuspensionen)</p> <p>lichtmikroskopische Beobachtungen und Messungen durchführen, z. B. an Oberflächenschichten (Zunder, Lackierung) und Phasen (z. B. Einschlüsse, Grafit).</p> <p>(Siehe <b>Aufgabe A4.1</b>)</p> <p><b>LF 4, 8 im 1. und 2. Schuljahr</b></p>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
| d) Toleranzgrenzen für die zu messenden Eigenschaften und Größen überwachen  |                            | 2 | <b>LF 13 im 3./4. Schuljahr</b><br>Anhand von betriebsspezifischen Fallbeispielen sollen im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung die verschiedenen Prüfungen diskutiert werden.   |
| e) Prüfablauf überwachen, Abweichungen und Störungen erkennen und Maßnahmen zu ihrer Beseitigung einleiten   |                            | 2 | <b>Alle LF im 1.–3./4. Schuljahr</b>  |
| f) mobile Prüfverfahren, insbesondere Härteprüfung sowie Bauteilmateriografie, anwenden  |                            | 8 | Unterscheiden der verschiedenen mobilen Härteprüfverfahren (z. B. Leeb, Shore, Baumann Hammer), exemplarische Durchführung eines Verfahrens.<br><br>Kennenlernen und durchführen verschiedener materiologischer Präparationsverfahren an Bauteilen (z. B. Schleifen, Polieren, Ätzen, Replika).<br><br><b>LF 10 im 2. Schuljahr</b> |
| g) produktbezogene Prüfverfahren auswählen und durchführen   |                            |   | Unterscheiden der verschiedenen technologischen Prüfverfahren (z. B. Rohraufweitversuch, Hin- und Herbiegeversuch), exemplarische Durchführung eines Verfahrens.<br><br><b>Alle LF im 1.–3./4. Schuljahr</b>  |
| <b>A8</b>  |                            |   |   |
| <b>Bewerten von Prüfergebnissen (§ 4 Absatz 3 Nummer 8)</b>  |                            |   |   |
| <b>Alle LF im 1.–3./4. Schuljahr</b>   |                            |   |   |
| a) Prüfergebnisse nach Arbeits- oder Prüfanweisung, Regelwerk oder technischer Spezifikation mit Vergleichsmustern oder -katalogen vergleichen, beschreiben, bewerten und protokollieren | 3                          |   | Vergleichskataloge und -körper, z. B.:<br>▶ Werkskataloge<br>▶ SCRATA, BNIF 359, MSS-SP 55<br>▶ Rugo Testkörper   |
| b) Prüfobjekte aufgrund Prüfergebnis nach Spezifikation kennzeichnen und die geforderten Maßnahmen, insbesondere Nachprüfungen und Korrekturen, einleiten                                |                            | 6 | Arten der Kennzeichnung<br>▶ Sperrung<br>▶ Freigabe<br><br>Maßnahmen<br>▶ Informationskette<br>▶ Nachprüfungen<br>▶ Anwendung weiterer Verfahren  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/ nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|-----------------------------|---|---|
|  | 1                           | 2 |   |
| c) Freigabeentscheidung mit Verantwortlichen oder Kunden abstimmen   |                             |   | <p>Dokumentation, Informationsfluss und Zuständigkeiten sind zu diskutieren.</p> <p>Abbildung A3: Typischer Prüfablauf nach Prüfanweisung (DGZfP)</p> |
| <p><b>A9</b><br/> <b>Dokumentieren von Prüfungsverlauf, Messwerten und Prüfergebnissen (§ 4 Absatz 3 Nummer 9)</b><br/> <b>Alle LF im 1.–3./4. Schuljahr</b></p> |                             |   |   |
| a) Prüf- und Arbeitsabläufe, Geräte und Hilfsmittel, Messwerte und Ergebnisse dokumentieren  | 6                           |   |   |
| b) computergestützte Verfahren zum Erstellen von Protokollen, Untersuchungsberichten, Tabellen und Grafiken sowie digitale Bilddokumentation anwenden            |                             |   |   |
| c) Prüfergebnisse auf Plausibilität prüfen   |                             |   |   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| d) Messwerte statistisch darstellen und auswerten<br>e) Prüfergebnisse zu Berichten zusammenfassen und präsentieren<br>f) Messunsicherheiten, insbesondere an einem Härteprüfverfahren, bestimmen |                            | 6 | <p>Aufbau und Mindestinhalte eines Prüfberichts diskutieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Datum und Ort der Prüfung</li> <li>▶ Beschreibung des Prüfobjekts                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Werkstoff</li> <li>▶ Abmessungen</li> </ul> </li> <li>▶ Prüfverfahren                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfgeräte</li> <li>▶ Prüfungsordnung</li> <li>▶ Prüfumfang</li> </ul> </li> <li>▶ Zulässigkeits-/Bewertungskriterien</li> <li>▶ Prüfergebnis gemäß Prüfanweisung</li> <li>▶ Kennzeichnung/Maßnahmen</li> <li>▶ Prüfpersonal</li> </ul> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A[Vorbereitung der Prüfmittel] --&gt; B[Vorbereitung des Arbeitsplatzes]     B --&gt; C[Durchführung der Prüfung inkl. Dokumentation]     C --&gt; D[Sachgemäßes Verlassen des Prüfplatzes (inkl. Entsorgung)]     D --&gt; E[Abschließende Dokumentation]     E --&gt; F[Vorbereitung des Prüfplatzes]     F --&gt; A     G[Prüftechnischer Arbeitsplatz (Anlagen, Baustellen oder technische Systeme)]                 </pre> </div> <p><i>Abbildung A4: Typischer Prüfablauf nach Prüfanweisung (DGZFP)</i></p> |



## Abschnitt A: Gemeinsame berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

### Aufgabensammlung

#### A1.1

Unterschiedliche Werkstoffe im betrieblichen Umfeld, wie z. B. Metalle, Kunststoffe, Keramiken und Gläser, erkennen und ihre Eigenschaften klären.

#### A1.2

Werkstoffauswahl für bestimmte Bauteile nach Verwendungszweck begründen. Z. B. können die einzelnen Teile eines Fahrrads herangezogen werden: Weshalb werden der Rahmen aus Stahl und die Reifen aus Gummi gefertigt? Warum nicht anders herum?

#### A2.1

Im Rahmen einer Betriebserkundung mit Beispielen aus dem betrieblichen Umfeld erweitern. Dabei sollen die betriebswirtschaftlichen Aspekte – Kosten! – berücksichtigt werden.

#### A2.2

Am Beispiel von Werkzeugen/Maschinenelementen aus dem Alltag sollen die zum Anwendungsgebiet/Produkt passenden Wärmebehandlungen identifiziert werden:

- ▶ Hammer/Meißel
- ▶ Nocken/Welle

#### A2.3

An einer betriebsspezifischen Anlage sollen die verschiedenen Verbindungen identifiziert und die Auswahl des Fügeverfahrens begründet werden.

#### A3.1

Es sollen im betrieblichen Umfeld ein spritzgegossenes sowie ein extrudiertes Kunststoff-Teil und ein Keramik-Teil identifiziert und die Gründe für deren Einsatz an diesen Stellen geklärt werden.

#### A4.1

An Proben aus unterschiedlichen Qualitäten (idealerweise weiche und harte Metalle, Proben mit unterschiedlichen Oberflächenschichten) sollen Probenabschnitte metallografisch präpariert werden.

- ▶ Wählen Sie für die unterschiedlichen Werkstoffe/Beschichtungen ggf. die geeignete Einbettungsart, führen Sie die Einbettung durch und kennzeichnen Sie die Proben nach Vorgabe.
- ▶ Schleifen und polieren Sie die Proben werkstoffspezifisch.
- ▶ Beurteilen und dokumentieren Sie an jeder Probe makro- und lichtmikroskopisch den Präparationserfolg und untersuchen Sie die Schlitze auch auf sonstige Besonderheiten im ungeätzten Zustand. Nutzen Sie hierzu auch die verschiedenen Einstellmöglichkeiten des Lichtmikroskops (Hell-, Dunkelfeld, Aperturblende usw.) zur ggf. besseren Erkennung von Präparationsfehlern (Relief, Polierhöfe usw.).
- ▶ Führen Sie an den beschichteten Schliffen mikroskopisch Schichtdickenmessungen durch. Berücksichtigen Sie hierbei insbesondere die Schliiflage (Schrägschliff o. Ä.)
- ▶ Fassen Sie die Prüfergebnisse in einem Bericht zusammen.

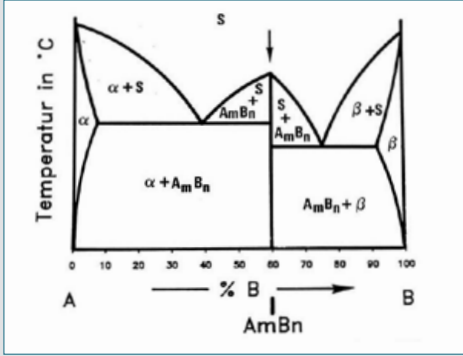
#### A4.2


Durchführen einer Spektralanalyse


#### A4.3


Die Dichte verschiedener Werkstoffe wird anhand von geometrisch einfachen Körpern (Würfel, Zylinder, Kugel) mit Messschieber, Messbecher und Waage ermittelt.

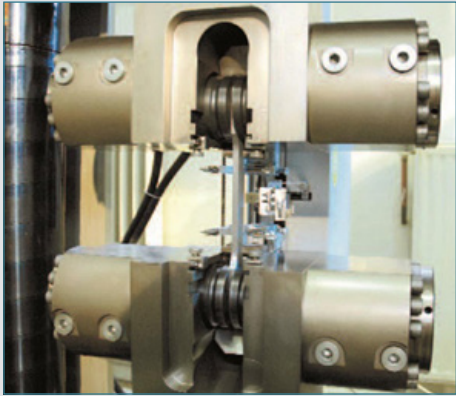
### 2.1.2 Abschnitt B: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten in der Fachrichtung Metalltechnik


| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                        | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| <b>B1</b>   |                            |   |   |
| <b>Ändern und Beurteilen von Werkstoffeigenschaften (§ 4 Absatz 4 Nummer 1)</b> |                            |   |   |
| a) Wärmebehandelbarkeit von metallischen Werkstoffen beurteilen                 |                            |   | <p>Geeignete Wärmebehandlungsverfahren für die Werkstoffe anhand chemischer Analyse, Werkstoffzustand und späterer Verwendung auswählen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Werkstoffdatenblätter (Stahleisenliste)</li> <li>▶ Datenbanken</li> <li>▶ Schaubilder (Zweistoffsysteme, Fe-Fe<sub>3</sub>C etc.)</li> <li>▶ Wärmebehandlungsdiagramme (ZTA, ZTU etc.)</li> <li>▶ Werkstoffnormen</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B1.1</b> und <b>B1.2</b>)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Abbildung B1a: Zustandsdiagramm mit intermetallischer Phase<br/>(Quelle: Energietechnik Essen GmbH)</p> <p><b>LF 6, 11 im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |


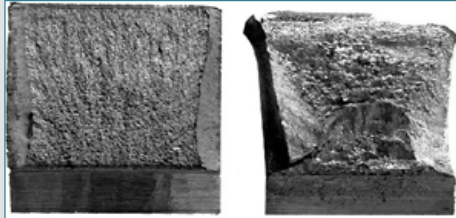
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| b) Behandlungsmittel zur Erwärmung und Abkühlung sowie Schutzmittel der Wärmebehandlung unter Berücksichtigung der Werkstoffe und Verfahren festlegen |                            |   | <p>Gesamtheit des Wärmebehandlungsprozesses mit Anlagen-, Medienauswahl und Abläufen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erwärmungsanlagen (Öfen, Bäder, Flammen etc.)</li> <li>▶ Ofenatmosphären (reduzierend, oxidierend, schützend etc.)</li> <li>▶ Abkühlmedien (Luft, Öl, Wasser, Polymer etc.)</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B1.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B2b: Hubbalkenofen<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</i></p> <p><b>LF 6, 11 im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |
| c) Glühverfahren, insbesondere Grobkorn-, Normal-, Weich-, Spannungsarm- und Rekrystallisationsglühen, durchführen                                    |                            |   | <p>Die benannten Glühverfahren und Wärmebehandlungen sind die Mindestanforderungen.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1 und B1.3</b>)</p> <p><b>LF 6 im 2. Schuljahr</b></p>  |
| d) Wärmebehandlungen, insbesondere Anlassen, Altern, Aushärten, Vergüten und Tiefkühlen, durchführen  |                            |   | <p><b>LF 11 im 3./4. Schuljahr</b></p>   |
| e) thermochemische Wärmebehandlungen zum Ein- und Ausdiffundieren von Elementen durchführen   |                            |   | <p>z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aufkohlen (flüssige, gasförmige u. feste Medien)</li> <li>▶ Carbonitrieren</li> <li>▶ Nitrierverfahren (Gas-, Plasma- etc.)</li> <li>▶ Borieren (flüssige, gasförmige u. feste Medien) etc.</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B1.1</b>)</p> <p><b>LF 11 im 3./4. Schuljahr</b></p>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| f) Zeit-Temperatur-Verläufe zur Erzielung vorgegebener Werkstoffeigenschaften festlegen  |                            |   | <p>Berücksichtigung der Bauteil-/Probengeometrie, Wärmebehandlungsverfahren und technischer Gegebenheiten.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B1.1, B1.3</b>)</p> <p><b>LF 11 im 3./4. Schuljahr</b></p>   |
| g) unter Nutzung von Zeit-Temperatur-Austenitisierungs-Schaubildern und Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubildern wärmebehandeln, insbesondere härten |                            |   | <p>Erkennen und Berücksichtigen der Zusammenhänge zwischen Zeit, Temperatur und Abkühlgeschwindigkeit auf das Umwandlungsverhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Berücksichtigung isothermer und kontinuierlicher Schaubilder</li> <li>▶ Verschiebung der Umwandlungspunkte</li> <li>▶ Einfluss der Austenitisierungstemperatur</li> <li>▶ Martensitbildung (Martensitstart- und -finishpunkt)</li> <li>▶ Härtefehler</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1 und B1.2</b>)</p> <p><b>LF 11 im 3./4. Schuljahr</b></p>  |
| h) Durchhärbarkeit von Eisenbasislegierungen durch Stirnabschreckversuch bestimmen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Versuchsdurchführung nach Norm DIN EN ISO 642</li> <li>▶ Versuchsauswertung unter Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung, des Einflusses der Abkühlgeschwindigkeit</li> <li>▶ Unterscheidung zwischen Einhärtung und Aufhärtung</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B1.2</b>)</p>  <p><i>Abbildung B1h: Stirnabschreckversuch nach Jominy<br/>links – Abschrecken<br/>rechts – Härteprüfung<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</i></p> <p><b>LF 6, 11 im 2., 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|----|--|
|   | 1                          | 2  |  |
| i) Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften von metallischen Werkstoffen durch Wärmebehandlung, Fügen, Kalt- und Warmumformungen beurteilen |                            |    | <p>Beurteilen der Auswirkungen auf das Gefüge und die mechanisch technologischen Eigenschaften durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ die unter a)–h) genannten Wärmebehandlungsverfahren,</li> <li>▶ Fügetechniken (Schweißverfahren, Löttechniken etc.),</li> <li>▶ Umformungsverfahren (Warm-, Kaltwalzen, Schmieden, Ziehen etc.), jeweils unter Berücksichtigung typischer Fehlerquellen</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B1.3</b>)</p>  <p>Abbildung B1i: Schweißnaht – geätzt mit <math>\text{HNO}_3</math><br/>(Quelle: ArcelorMittal Duisburg GmbH)</p> <p><b>LF 11 im 3./4. Schuljahr</b></p> |
| <b>B2</b>   |                            |    |  |
| <b>Ermitteln mechanisch-technologischer Werkstoffeigenschaften (§ 4 Absatz 4 Nummer 2)</b>  |                            |    |  |
| a) Festigkeits- und Verformungskennwerte von Werkstoffen durch Zug- und Druckversuche ermitteln   |                            | 12 | <p>Die benannten Versuche sind unter Berücksichtigung der werkstofflichen und produktspezifischen Zusammenhänge als Mindestanforderungen durchzuführen:</p> <p>Zugversuche nach:</p> <p>DIN EN ISO 6892-1 – bei Raumtemperatur<br/>DIN EN ISO 6892-2 – bei erhöhter Temperatur</p>   |

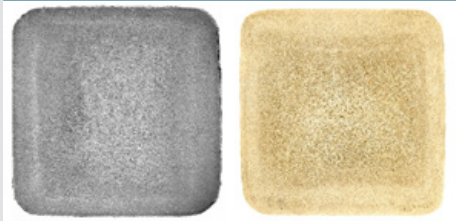
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|----|---|
|   | 1                          | 2  |   |
| a) Festigkeits- und Verformungskennwerte von Werkstoffen durch Zug- und Druckversuche ermitteln |                            | 12 | <p>Druckversuch nach:<br/>DIN 50106</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Proben sind entsprechend der geplanten auszuwählen und vorzubereiten.</li> <li>▶ Normgerechte Versuchsdurchführung.</li> <li>▶ Auswertung der Versuche mittels typischer Versuchsdiagramme und Ermittlung aller signifikanten Festigkeits- und Verformungskennwerte.</li> <li>▶ Einfluss von Versuchsparametern auf die zu ermittelnden Kennwerte kennen (Prüfgeschwindigkeit, Probenform, Messlänge etc.)</li> <li>▶ Im Zugversuch die Bruchverlegung von außermittig gerissenen Proben durchführen.</li> <li>▶ Charakterisierung und Zuordnung der möglichen Brucharten.</li> <li>▶ Unterscheidung zwischen Indirekter und direkter Kalibrierung.</li> <li>▶ Bestimmung der Messunsicherheit kennen.</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B2.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B2a: Zugversuch<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</i></p> <p><b>LF 3, 15, 17a im 1. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

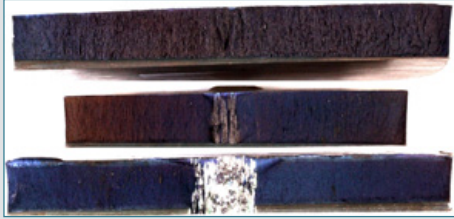
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| b) Härte von Werkstoffen, insbesondere nach den Verfahren Brinell, Rockwell und Vickers, ermitteln |                            |   | <p>Die benannten Versuche sind unter Berücksichtigung der werkstofflichen und produktspezifischen Zusammenhänge als Mindestanforderungen durchzuführen.</p> <p>DIN EN ISO 6506<br/>DIN EN ISO 6507<br/>DIN EN ISO 6508</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anwendungsbereiche und Grenzen der verschiedenen Verfahren kennen und in Abhängigkeit von der Prüfaufgabe das geeignete Verfahren auswählen.</li> <li>▶ Proben sind entsprechend der geplanten Versuchsdurchführung auszuwählen und vorzubereiten.</li> <li>▶ Versuchsdurchführung nach Norm.</li> <li>▶ Einfluss von Versuchsparametern auf die zu ermittelnden Kennwerte kennen.</li> <li>▶ Auswerte- und Umwertungstabellen anwenden.</li> <li>▶ Korrekturtabellen für gekrümmte Oberflächen berücksichtigen.</li> <li>▶ Unterscheidung zwischen indirekter und direkter Kalibrierung.</li> <li>▶ Weitere Härteprüfverfahren kennen und anhand der Messmethodik unterscheiden (Leeb, Shore, Poldi etc.)</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1, B1.2, B1.3, B2.2 und B3.1</b>)</p> |
|  |                            |   |  <p>Abbildung B2b: Mikrohärteprüfung nach Vickers<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</p> <p><b>LF 3, 15, 17a im 1. und 3./4. Schuljahr</b></p>   |

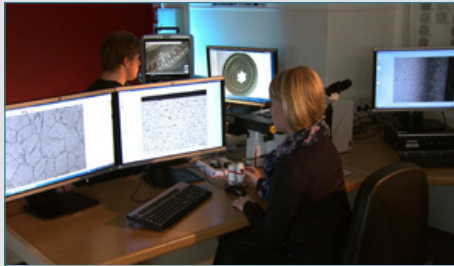
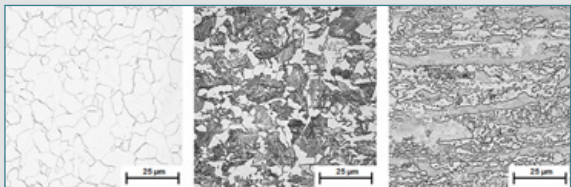
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten            | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| c) Zähigkeit von Werkstoffen durch Kerbschlagbiegeprüfung ermitteln |                            |   | <p>Die benannten Versuche sind unter Berücksichtigung der werkstofflichen und produktspezifischen Zusammenhänge als Mindestanforderungen durchzuführen.</p> <p>DIN EN ISO 148-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Versuchsdurchführung nach Norm</li> <li>▶ Einfluss von Versuchsparametern auf die zu ermittelnden Kennwerte beachten, besonders der Einfluss der Versuchstemperatur.</li> <li>▶ Erstellen einer Av-T-Kurve.</li> <li>▶ Verschiedene Möglichkeiten zur Festlegung der Übergangstemperatur kennen.</li> <li>▶ Laterale Breitung der Proben bestimmen.</li> <li>▶ Charakterisierung der Bruchflächen, hinsichtlich der Unterscheidung zwischen Spröd-, Misch- und Verformungsbruch.</li> <li>▶ Bestimmung des kristallinen Anteils.</li> <li>▶ Unterscheidung zwischen Indirekter und direkter Kalibrierung.</li> </ul><br> <p>Abbildung B2c1: Kerbschlagbiegeversuch<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</p><br> <p>Abbildung B2c2: links – Sprödbruch<br/>rechts – Verformungsbruch<br/>(Quelle: Energietechnik Essen GmbH)</p> <p><b>LF 3, 15, 17a im 1. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

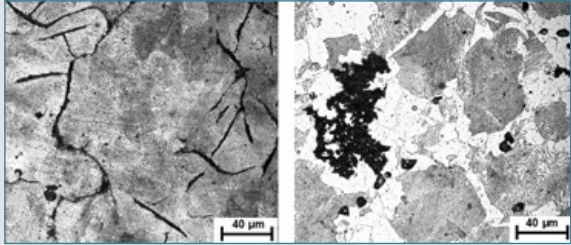


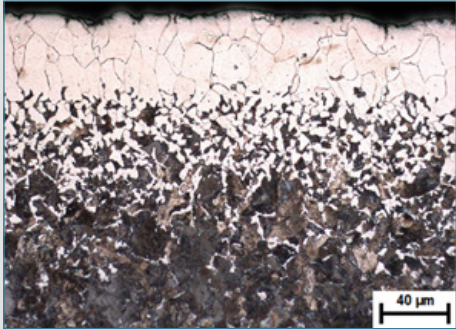
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| d) Umformungsverhalten durch Biege- und Kaltversuche prüfen   |                            |   | <p>Die benannten Versuche sind unter Berücksichtigung der werkstofflichen und produktspezifischen Zusammenhänge als Mindestanforderungen durchzuführen.<br/>DIN EN ISO 7438</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Proben entsprechend der geplanten Versuchsdurchführung präparieren.</li> <li>▶ Auswahl des Prüfverfahrens und Versuchsdurchführung nach Norm.</li> <li>▶ Charakteristisches Verhalten verschiedener Werkstoffe kennen und unterscheiden.</li> <li>▶ Einfluss von Versuchsparametern kennen.</li> <li>▶ Bestimmung des Biegewinkels.</li> <li>▶ Auswertung der Ergebnisse anhand von Anforderungen durch Produktnormen kennen und anwenden.</li> <li>▶ Vorgehensweise zur Bewertung der Biegeprüfung kennen und anwenden, wenn keine Anforderungen festgelegt sind.</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B1.3</b>)</p> <p><b>LF 17a im 3./4. Schuljahr</b></p> |
| e) weitere mechanisch-technologische Untersuchungsverfahren, insbesondere Schwing-, Zeitstand- und Kriechversuche, auswählen, veranlassen und Ergebnisse bewerten |                            |   | <p>Eine selbstständige Durchführung der genannten Versuche ist nicht erforderlich. Es sollen die Grundlagen zu den Versuchen und zur Bewertung der Ergebnisse vermittelt werden.<br/>Auf die Möglichkeit weiterer produkt- bzw. anwendungsbezogener technologischer Prüfverfahren hinweisen, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tiefungsversuch nach Erichsen</li> <li>▶ Näpfchenziehversuch</li> <li>▶ Schlagbiegeversuch</li> <li>▶ Rohr-Bördelversuch</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B2.3</b>)</p> <p><b>LF 12, 17a im 3./4. Schuljahr</b></p>  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|----|--|
|  | 1                          | 2  |  |
| <b>B3</b>  |                            |    |  |
| <b>Durchführen metallografischer Untersuchungen (§ 4 Absatz 4 Nummer 3)</b>                      |                            |    |  |
| a) Proben für metallografische Untersuchungen durch Beizen und Ätzen von Oberflächen vorbereiten |                            | 24 | <p>Durchführen typischer Makro- und Mikroätzungen an Eisen-, Kohlenstoff- und NE-Metalllegierungen (Beispiele für durchzuführende Ätzungen z. B. in der DIN CEN ISO/TR 16060 und einschlägiger Fachliteratur)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Beiz- und Ätzmittel werkstoffspezifisch und zielgerichtet auswählen und Proben entsprechend präparieren</li> <li>▶ Ätztechnik auswählen, z. B. Tauchätzung, Wischätzung usw.</li> <li>▶ Beurteilen des Beiz- bzw. Ätzbildes auf Verfahrensfehler</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1, B1.2, B1.3, B2.3 und B3.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B3a: Halbzeugabschnitt<br/>links – geätzt mit wässriger HCl<br/>rechts – Baumann-Schwefelabdruck<br/>(Quelle: ArcelorMittal Duisburg GmbH)</i></p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p> |


| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| b) makroskopische Untersuchungen, insbesondere zur Beurteilung von Reinheitsgrad und Seigerung, durchführen |                            |   | <p>Die genannten Untersuchungen sind unter Berücksichtigung der werkstofflichen und produktspezifischen Zusammenhänge als Mindestanforderung durchzuführen.</p> <p>Makroskopischer Reinheitsgrad an Stahl, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Blaubruchprüfung (SEP 1584)</li> <li>▶ Stufendrehversuch (AMS 2300)</li> </ul> <p>Seigerungen an Stahl, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ DIN EN ISO 16120-1</li> </ul> <p>Darüber hinaus makroskopisches Erkennen von z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lunkern</li> <li>▶ Gasblasen/Poren</li> <li>▶ Doppelungen</li> <li>▶ Härterissen</li> <li>▶ Schleifrisse</li> <li>▶ Wasserstoffeinwirkungen</li> <li>▶ verschiedenen Bruchformen (Sprödbbruch, Verformungsbruch, Dauerbruch)</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B2.3</b> und <b>B3.1</b>)</p>  <p>Abbildung B3b: Blaubruchproben – mit Stippen oben und groben Innenfehlern/Spaltflächen unten<br/>(Quelle: ArcelorMittal Duisburg GmbH)</p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| c) Gefüge metallischer Werkstoffe lichtmikroskopisch untersuchen $\mu$  |                            |   | <p>Lichtmikroskopische Untersuchungen unter Berücksichtigung der werkstofflichen und produktspezifischen Zusammenhänge durchführen, um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Primär-/Sekundärgefüge</li> <li>▶ Kornformen (z. B.: polygonal, globular, lamellar, dendritisch, gestreckt etc.)</li> <li>▶ Phasen/Gefügebestandteile</li> <li>▶ Texturen (Walz-, Gusstextur)</li> <li>▶ Wärmeeinflusszonen zu erkennen und zu unterscheiden</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1, B1.2, B1.3, B2.3 und B3.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B3c: Mikroskoparbeitsplatz<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</i></p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p> |
| d) Gefügebestandteile in Stahl, insbesondere Korn- und Zwillingsgrenzen, Ferrit, Perlit, Martensit und nichtmetallische Einschlüsse, identifizieren |                            |   | <p>Erkennen und unterscheiden der genannten Gefügebestandteile durch mikroskopische Untersuchungen an Schlifflinien verschiedener Stahlsorten und Behandlungszuständen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nichtmetallische Einschlüsse: mindestens Sulfide, Oxide, Karbide</li> </ul> <p>Ggf. auch Mikrohärteproofungen und Ätzungen zur Identifikation durchführen</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1, B1.2, B1.3, B2.3 und B3.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B3d: Gefügeaufnahmen<br/>(Quelle: ArcelorMittal Duisburg GmbH)</i></p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p>  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
| e) Ferrit, Perlit, Martensit, Graphit und Ledeburit in Eisengusswerkstoffen identifizieren   |                            |   | <p>Erkennen und unterscheiden der genannten Gefügebestandteile durch mikroskopische Untersuchungen an Schlifflen verschiedener Gusseisensorten/Behandlungszustände.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>► Graphitarten unterscheiden (DIN EN ISO 945-1)</li> </ul> <p>Ggf. auch Mikrohärteprüfungen und Ätzungen zur Identifikation durchführen.</p>  <p>Abbildung B3e: links – Lamellengraphit<br/>rechts – Temperguß<br/>(Quelle: ArcelorMittal Duisburg GmbH)</p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p> |
| f) Ausscheidungen in einer Aluminiumgusslegierung identifizieren   |                            |   | <p>Mikroskopische Untersuchung einer Aluminiumgusslegierung, z. B. Al-Si10. Erkennen und unterscheiden der vorliegenden Gefügebestandteile (Eutektikum, primär ausgeschiedene Mischkristalle, Segregation)</p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p>   |
| g) Gefügebestandteile, insbesondere Korn- und Zwillingsgrenzen, alpha- und beta-Phase, in einer Kupfer-Zink-Legierung identifizieren |                            |   | <p>Mikroskopische Untersuchung einer Kupfer-Zink-Legierung, in der Zwillingsbildung sowie die genannten Gefügebestandteile sichtbar sind (z. B. Cu-Zn 40)</p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p>  |

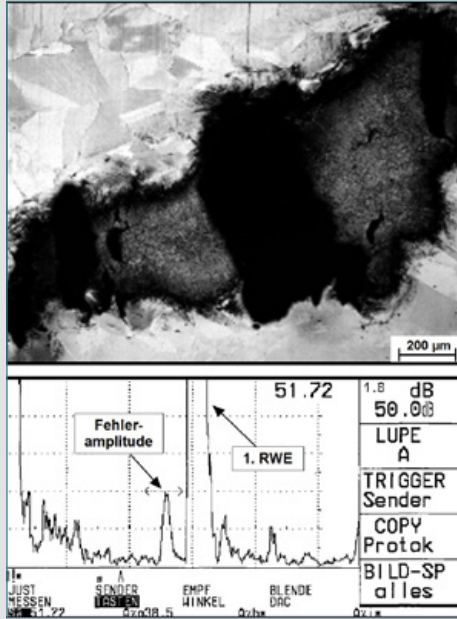
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
| h) Gefüge metallischer Werkstoffe mittels Richtreihen, insbesondere zu Korngröße und Reinheitsgrad, quantifizieren   |                            |   | <p>Mikroskopische Reinheitsgradprüfung nach Normen z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ DIN EN 10247</li> <li>▶ ASTM E45</li> <li>▶ ISO 4967</li> </ul> <p>Mikroskopische Bestimmung der Korngröße nach Normen z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ASTM E112</li> <li>▶ DIN EN ISO 643</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1, B1.3, B2.3 und B3.1</b>)</p> <p><b>LF 8 im 2. Schuljahr</b></p>  |
| i) Flächenanteil einzelner Gefügebestandteile und Schichtdicken an metallischen Werkstoffen bildanalytisch ermitteln |                            |   | <p>Phasen-/Gefügeanteile mittels einfacher Verfahren sowie ggf. automatischer Bildanalyseverfahren ermitteln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Punktanalyse (ISO 9042)</li> <li>▶ Randentkohlungsmessung (DIN EN ISO 3887)</li> <li>▶ Schichtdickenmessung (DIN EN 1463)</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B3.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B3i: Randentkohlung<br/>(Quelle: ArcelorMittal Duisburg GmbH)</i></p> <p><b>LF 8 im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

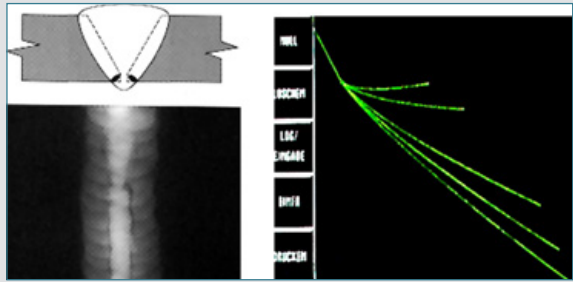
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| j) weitere Untersuchungsverfahren, insbesondere Rasterelektronenmikroskopie, auswählen, veranlassen und Ergebnisse bewerten |                            |   | <p>Ziel ist hier mindestens die Vermittlung von Grundlagen des Rasterelektronenmikroskops (Aufbau, Funktionsweise, Signalarten, REM+EDX-Analyse), um z. B. zu erkennen, wann eine solche Untersuchung nötig wäre. Selbstständige Untersuchungen am REM sind nicht gefordert.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p>  <p>Abbildung B3j: REM/EDX Arbeitsplatz<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</p> <p><b>LF 8, 16a im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |
| k) Untersuchungen an fehlerhaften Werkstoffen und Produkten durchführen   |                            |   | <p>Die unter a)–j) aufgeführten Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten an fehlerhaften betriebsspezifischen Werkstoffen und Produkten anwenden, um z. B. Unregelmäßigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ beim Urformen (z. B. Poren, Lunker, Mikrolunker, Seigerungen)</li> <li>▶ Umformen (z. B. Walzfehler, Dopplungen)</li> <li>▶ Fügen (z. B. Bindefehler, Spannungsrisse) zu erkennen und zu unterscheiden.</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p> <p><b>LF 8, 15, 17a im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p>      |

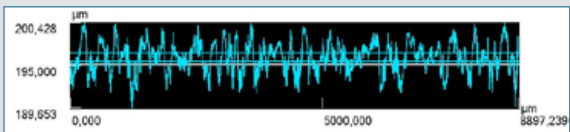
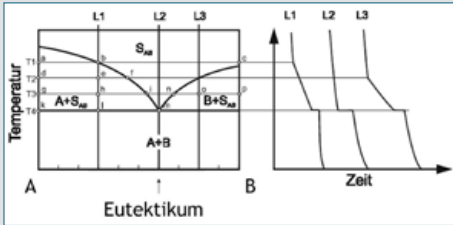
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                         | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| <b>B4</b>  |                            |   |  |
| <b>Anwenden zerstörungsfreier Werkstoffprüfverfahren (§ 4 Absatz 4 Nummer 4)</b> |                            |   |  |
| a) visuelle Kontrollen an Werkstücken durchführen                                |                            | 5 | <p>Auf Grundlage der in Teil A vermittelten Fertigkeiten und Kenntnisse soll hier die visuelle Kontrolle bei der Fertigungs-/Produktüberwachung und insbesondere bei Fehler- bzw. Schadensuntersuchungen im Vordergrund stehen.</p> <p>Insbesondere die Objektkunde für Unvollkommenheiten an Produkten und Bauteilen soll erweitert werden, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Walzen: Überwalzungen, Schalen, Schuppen, Eindrücke, Abdrücke</li> <li>▶ Kaltformen oder Transport: mechanische Beschädigungen, Riefen, Kratzer</li> <li>▶ Schmieden: Risse, Schmiedefalten, Formabweichungen</li> <li>▶ Gießen: Risse, Oberflächenporen, Kernstütze, Lunker</li> <li>▶ Schweißen: Risse, Oberflächenporen, Einbrandkerben, Endkrater, Formabweichung der Naht</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B2.3</b> und <b>B6.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B4a: Direkte Sichtprüfung einer Rohrrinnenprüfung (Quelle: VECTOR TUB GmbH)</i></p> <p><b>LF 5, 15, 17a im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

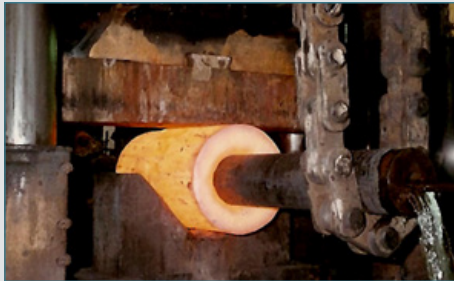




| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                     | Wochen vor/ nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|-----------------------------|---|---|
|  | 1                           | 2 |   |
| b) Oberflächen, insbesondere mit Magnetpulver- und Eindringverfahren, prüfen |                             |   | <p>Auf Grundlage der in Teil A vermittelten Fertigkeiten und Kenntnisse soll hier die Durchführung der genannten Verfahren im Rahmen der Fertigungs-/Produktüberwachung und insbesondere bei Fehler- bzw. Schadensuntersuchungen im Vordergrund stehen.</p> <p>Insbesondere die Objektkunde für Oberflächenfehler an Produkten und Bauteilen soll erweitert werden, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Walzen: Überwalzungen, Schalen, Schuppen, Eindrücke, Abdrücke</li> <li>▶ Kaltformen oder Transport: mechanische Beschädigungen, Riefen, Kratzer</li> <li>▶ Schmieden: Risse, Schmiedefalten, Formabweichungen</li> <li>▶ Gießen: Risse, Oberflächenporen, Kernstütze, Lunker</li> <li>▶ Schweißen: Risse, Oberflächenporen, Einbrandkerben, Endkrater, Formabweichung der Naht</li> <li>▶ Fehler durch Betriebsbeanspruchung</li> <li>▶ Wärmebehandlungsfehler</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p> <div data-bbox="850 1272 1422 1543" style="text-align: center;">  </div> <p>Abbildung B4b: links – MT-Anzeige (fluoreszierend)<br/>rechts – PT-Anzeige (Farbkontrast)<br/>(Quelle: VECTOR TUB GmbH)</p> <p><b>LF 5, 17a im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

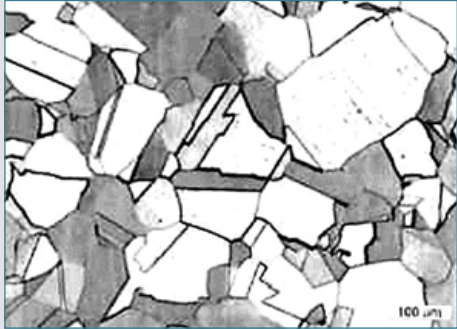
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| c) Senkrechtprüfungen mit Ultraschall durchführen        |                            |   | <p>Das benannte Volumenprüfverfahren ist als Mindestanforderung mittels einer Prüfanweisung durchzuführen, zu bewerten und zu protokollieren, wobei sich die Anwendung auf die Senkrechteinschallung beschränkt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Physikalische Grundlagen und Grundbegriffe der Ultraschallprüfung (z. B. DIN EN 16810)</li> <li>▶ Prüfkopfaufbau, Schallfeld und Gerätetechnik</li> <li>▶ Entfernungs- und Empfindlichkeitseinstellung mit genormten Justierkörpern</li> <li>▶ Einfache Kontrolle und Überwachung der Ultraschallprüfungsausrüstung</li> <li>▶ Produkt- und Fehlerkunde, z. B. Poren, Lunker, Einschlüsse, Dopplungen, Zerschmiedungen</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p>  <p>Abbildung B4c: A-Scan und Mikroaufnahme von einem Fremdmaterial Einschluss in austenitischer Matrix (Quelle: Energietechnik Essen GmbH)</p> <p><b>LF 10 im 2. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                               | Wochen vor/ nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|-----------------------------|---|--|
|  | 1                           | 2 |  |
| d) zerstörungsfreie Prüfverfahren auswählen und bewerten                               |                             |   | <p>Eine selbstständige Durchführung weiterer zerstörungsfreier Prüfverfahren, neben den in a)–c) genannten, ist nicht erforderlich. Durch eine Übersicht auf weitere Verfahren (z. B. Durchstrahlungsprüfung, Wirbelstromprüfung) und Anwendungstechniken (z. B. Winkelschallung) soll die Befähigung zur Auswahl anderer Möglichkeiten erreicht werden, um ggf. weitere Informationen zum Zustand eines Produktes/Bauteils zu erhalten.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p>  <p>Abbildung B4d: links – RT-Anzeige Schlackenzeile<br/>rechts – ET-Leitfähigkeitsmessung<br/>(Quelle: VECTOR TUB GmbH)</p> <p><b>LF 5, 10, 17a im 1.-4. Schuljahr</b></p> |
| <b>B5</b>  |                             |   |  |
| <b>Ermitteln sonstiger Werkstoff- und Produkteigenschaften (§ 4 Absatz 4 Nummer 5)</b> |                             |   |  |
| a) Oberflächenrauheit messen und bewerten  |                             | 4 | <p>Geeignetes Messwerkzeug, z. B. Tastschnittgerät, Lasermikroskop etc., für die zu prüfende Oberfläche unter Berücksichtigung der Teilegeometrie und Messrichtung auswählen, z. B. Messung im Bohrloch.</p> <p>Beurteilung der Oberflächenausführung in periodische (z. B. gedrehte Oberfläche) oder aperiodische Profile (erodierte Oberfläche). Daraus abgeleitet die Messbedingungen festlegen (Grenzwellenlänge/Einzelmess-Strecke/Mess-Strecke Taststrecke). Versuchsdurchführung nach DIN EN ISO 4287</p>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
|   |                            | 4 | <p>Bewertung der Ergebnisse (z. B. <math>R_a</math>, <math>R_z</math>, <math>R_{max}</math> etc.) unter Berücksichtigung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Werkstoffnormen</li> <li>▶ technischen Zeichnungen</li> <li>▶ Kundenvorgaben etc.</li> </ul>  <p>Abbildung B5a: Rauheitsprofil einer abgetasteten Messstrecke (Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</p> <p><b>LF 5, 10, 17a im 1.-4. Schuljahr</b></p>  |
| b) Ergebnisse chemischer Analytik bewerten  |                            |   | <p>Anhand der chemischen Zusammensetzung des Werkstoffs sind die Güten in die einzelnen Gütegruppen nach den Gütenormen einzuordnen.</p> <p>Die Einflüsse der Einzelemente auf die Eigenschaften der Werkstoffe sind zu vermitteln.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele B1.1, B1.2, B3.1 und B6.1</b>)</p> <p><b>LF 7 im 2. Schuljahr</b></p>  |
| c) Thermoanalysen an Ein- und Mehrstoffsystemen zur Bestimmung von Ausscheidungs- und Umwandlungsprozessen durchführen und bewerten |                            |   | <p>Das geeignete Temperaturmessgerät ist bzgl. der Temperaturbereiche auszuwählen, und die physikalischen Grundlagen sind zu berücksichtigen. Die Temperaturen werden in festgelegten Zeitabständen ermittelt und sind in ein Temperatur-Zeitdiagramm zu überführen. Anhand der erstellten Temperaturverläufe sind die Erstarrungs- bzw. Schmelzpunkte (= Haltepunkte) und die Umwandlungspunkte (= Knickpunkte) zu deuten.</p> <p>Aus den ermittelten Temperaturen ist die Bestimmung der Werkstoffe mithilfe von Tabellenbüchern durchzuführen.</p>  <p>Abbildung B5c: Ableitung Zweistoffsystem aus ZT-Kurve (Quelle: ArcelorMittal Duisburg GmbH)</p> <p><b>LF 2, 11 im 1. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|----|---|
|   | 1                          | 2  |   |
| <b>B6</b>   |                            |    |   |
| <b>Analysieren von Fehlerursachen (§ 4 Absatz 4 Nummer 6)</b>   |                            |    |   |
| a) Vorgehensweise zur systematischen Untersuchung von Schadensfällen festlegen  |                            | 14 | <p>Nach VDI3822</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schadensbeschreibung</li> <li>▶ Bestandsaufnahme</li> <li>▶ Schadenshypothesen</li> <li>▶ instrumentelle Analyse</li> <li>▶ Untersuchungsergebnisse</li> <li>▶ Schadensursache</li> <li>▶ Schadensabhilfe</li> <li>▶ Bericht</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p> <p><b>LF 15 im 3. Schuljahr</b></p>   |
| b) Änderungen von Eigenschaften durch werkstoff-, verarbeitungs-, konstruktions- sowie betriebsbedingte Einwirkungen beurteilen |                            |    | <p>Chemische Analyse der Werkstoffe und daraus resultierende Einsatzgebiete bzw. Gütegruppen, Werkstoffnormen</p> <p>Urformen/Umformen (kalt/warm)</p> <p>Wärmebehandlung und deren Änderungen der Werkstoffeigenschaften</p> <p>Alterung</p> <p>Oberflächenbehandlungen thermochemisch, mechanisch, spanabhebend usw.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B3.1</b>)</p>  <p><i>Abbildung B6b1: Freiformschmieden eines Kappenringes auf einer 60 MN-Pressen<br/>(Quelle: Energietechnik Essen GmbH)</i></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
|   |                            |   |  <p>Abbildung B6b2: Warmwalzen<br/>(Quelle: Hoesch Hohenlimburg GmbH)</p> <p><b>LF 1, 3, 15 im 1. und 3./4. Schuljahr</b></p>   |
| c) umgebungsbedingte Veränderungen der Eigenschaften von metallischen Werkstoffen identifizieren und bewerten, insbesondere durch Einwirkung von Temperatur, Feuchtigkeit und Chemikalien |                            |   | <p>Visuelle Kontrolle am Bauteil vornehmen, s. B4a</p> <p>Brüche/Risse/Korrosionserscheinungen/Verfärbungen/Verformungen etc.</p> <p>Metallographische Untersuchung mit gezielter Schliffentnahme durchführen</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p>  <p>Abbildung B6c: Schwingbruchfläche (Quelle: VECTOR TUB GmbH)</p> <p><b>LF 7, 15 im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                       | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
| d) auf der Grundlage von Untersuchungsergebnissen auf Fehlerursachen schließen |                            |   | <p>Abweichungen und Unregelmäßigkeiten bei den untersuchten Werkstoffen erkennen und deren Ursachen herleiten.</p> <p>Grundlegende Einflüsse der</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Formgebung (Gießen/Schmieden/Warm- und Kaltumformung) auf die Makro- und Mikrostruktur erkennen.</li> <li>▶ Die Temperatureinflüsse auf den Werkstoff in Bezug auf die Gefügeausbildung sind bekannt, damit z. B. Fehler bei der Wärmebehandlung hergeleitet werden können.</li> </ul> <p>Die geforderten chemischen und mechanischen Eigenschaften sind mithilfe der entsprechenden Werkstoffnormen bekannt und mit den Untersuchungsergebnissen zu vergleichen. Bei Abweichungen sind zielführende weitere Untersuchungen einzuleiten bzw. durchzuführen.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p>  <p>Abbildung B6d: Kaltumgeformter Austenit<br/>(Quelle: Energietechnik Essen GmbH)</p> <p><b>LF 15 im 3./4. Schuljahr</b></p> |
| e) Vorschläge zur Fehlervermeidung entwickeln                                  |                            |   | <p>Der Fertigungsprozess ist in Bezug auf die vorliegende Fehlerursache hin kontrollieren zu lassen. Soll- und Ist-Daten sind zu vergleichen und Abweichungen zu ermitteln, und daraus sind Fehlervermeidungen abzuleiten.</p> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel B6.1</b>)</p> <p><b>LF 15 im 3./4. Schuljahr</b></p>  |

## Abschnitt B: Aufgabenbeispiele für Auszubildende, Fachrichtung Metalltechnik

### Aufgabe B1.1

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B1a–g), i); B2b); B3a), c), d), h) und i); B5b)*

An z. B. Walzdraht- oder Blankstahlabschnitten ( $\varnothing$  10–30 mm) aus unterschiedlichen Qualitäten (idealerweise unlegierte bzw. niedriglegierte C-Stähle, z. B. C10, C45, C80 und C100) sollen Probenabschnitte entnommen (z. B. à ca. 15 mm Dicke, ggf. Längs- und Querschliffe), gekennzeichnet und den Wärmebehandlungen aus Abschnitt B1c)–e) und g) unterzogen werden.

- B1.1.1 Beschreiben Sie zu jeder der durchzuführenden Wärmebehandlungen in Stichworten den Zweck, die Durchführung (Temperaturen, Haltezeiten, Abkühlart), die inneren Vorgänge und mögliche Glühfehler.
- B1.1.2 Ermitteln Sie für jede Qualität anhand des EKD, Werkstoffdatenblättern, Stahleisenliste etc. die erforderliche Glühtemperatur, Aufheiz- und Haltezeit sowie die Abkühlart.
- B1.1.3 Vor und nach den Wärmebehandlungen Proben für eine Härteprüfung (z. B. nach Vickers HV10) präparieren und die Querschnittshärte bestimmen, ggf. Härteverlaufskurven erstellen.
- B1.1.4 Proben nach der Härteprüfung für eine metallografische Untersuchung aufbereiten und ätzen (z. B. mit Nital u. a.), um das Sekundärgefüge sichtbar zu machen.
- B1.1.5 Beurteilen Sie die Schliffe lichtmikroskopisch und achten Sie auf evtl. Unterschiede Rand/Mitte (Gefüge/Korngröße) und sonstige Besonderheiten (z. B. Entkohlung, Verzunderung usw.).
- B1.1.6 Vergleichen Sie das Gefüge mit dem Ausgangszustand. Was hat sich verändert?
- B1.1.7 Fertigen Sie charakteristische Mikroaufnahmen an (z. B. mindestens aus dem Rand und dem Kern bei angemessenen Vergrößerungen, 200- und 500-fach).
- B1.1.8 Benennen Sie die sichtbaren Gefügebestandteile in oder an den Bildern.
- B1.1.9 Führen Sie Mikrohärteprüfungen nach Vickers an charakteristischen Gefügebestandteilen durch.

- B1.1.10 Erstellen Sie einen zusammenfassenden Bericht der mindestens Folgendes enthält:
  - ▶ Probenkenndaten (z. B. Chemische Analyse, Ausgangszustand usw.), Härteverlaufskurven bzw. Härtewerte
  - ▶ Beispielhafte Bildtafeln mit Mikroaufnahmen der ggf. unterschiedlich geätzten Proben (Beschriftung oder Benennung der sichtbaren Gefügebestandteile)
  - ▶ Beschreibung der Besonderheiten und des Glüh Erfolgs, ggf. der Glühfehler usw.

### Aufgabe B1.2

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B1g), h); B2b); B3a), c) und d); B5b)*

- An Jominy-Proben aus z. B. C 45 und 42 CrMo 4 soll ein Stirnabschreckversuch nach Norm durchgeführt werden.
- B1.2.1 Vergleichen Sie die Jominy-Kurven mit den entsprechenden kontinuierlichen ZTU-Schaubildern.
- B1.2.2 Entnehmen Sie aus der Jominy-Probe je nach Möglichkeit Längs- oder Querschliffe und bereiten Sie diese für metallografische Untersuchungen vor.
- B1.2.3 Beurteilen Sie die geätzten Schliffe (z. B. Nital) lichtmikroskopisch, und versuchen Sie, die Gefüge den kontinuierlichen ZTU-Schaubildern/der Jominy-Kurve zuzuordnen. Achten Sie auf sonstige Besonderheiten.
- B1.2.4 Fertigen Sie charakteristische Mikroaufnahmen an.
- B1.2.5 Benennen Sie die sichtbaren Gefügebestandteile in oder an den Bildern.
- B1.2.6 Führen Sie Mikrohärteprüfungen nach Vickers an charakteristischen Gefügebestandteilen durch.
- B1.2.7 Erstellen Sie einen zusammenfassenden Bericht, der mindestens Folgendes enthält:
  - ▶ Probenkenndaten (z. B. chemische Analyse, Ausgangszustand usw.)
  - ▶ ZTU-Schaubilder und Jominy-Kurven
  - ▶ Beispielhafte Bildtafeln mit Mikroaufnahmen der ggf. unterschiedlich geätzten Proben (Beschriftung oder Benennung der sichtbaren Gefügebestandteile)
  - ▶ Beschreibung der Besonderheiten und Bezug zum kontinuierlichen ZTU-Schaubild, Einfluß der Legierungselemente, Fazit



### Aufgabe B1.3

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B1c), f), i); B2b), d); B3a), c), d) und h)*

An Proben aus unlegiertem Stahl, z. B. C10, sind unterschiedliche Verformungsgrade, z. B. 5 %, 10 % und 30 % durch Biegen, Stauchen o. Ä. aufzubringen

- B1.3.1 Ein Teil der Proben soll im Ausgangs- und verformten Zustand untersucht werden, ein weiterer Teil der Proben soll rekristallisationsgeglüht werden. Dementsprechend sind für weitere Untersuchungen geeignete Proben vor- und nachher zu entnehmen.
- B1.3.2 Anschließend sind ungeglühte unverformte, ungeglühte verformte und geglühte Proben für eine metallografische Präparation aufzubereiten und zu ätzen.
- B1.3.3 Vergleichen Sie die Schlitze lichtmikroskopisch mit dem Ausgangszustand, und achten Sie auf Unterschiede innerhalb der verformten/geglühten Zonen (Gefüge/Korngröße).
- B1.3.4 Härteprüfungen, z. B. nach Vickers, durch charakteristische verformte/geglühte Zonen und Erstellen von Härteverlaufskurven
- B1.3.5 Erstellen Sie einen zusammenfassenden Bericht, der mindestens Folgendes enthält:
- ▶ Probenkenndaten (z. B. chemische Analyse, Ausgangszustand usw.)
  - ▶ Härteverlaufskurven bzw. Härtewerte
  - ▶ Beispielhafte Bildtafeln mit Mikroaufnahmen der ggf. unterschiedlich geätzten Proben (Beschriftung oder Benennung der sichtbaren Gefügebestandteile)
  - ▶ Beschreibung der Besonderheiten und des Glüh Erfolgs, ggf. der Glühfehler usw.

### Aufgabe B2.1

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B2a)*

- B2.1 An mehreren Proben eines geeigneten Werkstoffes, z. B. S235, soll der Einfluss der Prüfgeschwindigkeit auf verschiedene Kennwerte (z. B. Rp 0,2) ermittelt und dokumentiert werden.

### Aufgabe B2.2

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B2 b)*

- B2.2 An Proben unterschiedlicher Härte sind vergleichende Härteprüfungen nach Vickers und Brinell durchzuführen und die ermittelten Werte in einem Diagramm vergleichend gegenüberzustellen.

### Aufgabe B2.3

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B2e); B3a–d), h); B4a)*

An Proben aus unterschiedlichen Werkstoffen (z. B. C10, C15, C30) und geeigneten Abmessungen (z. B. Blech- oder Drahtabschnitten) sollen Hin- und Herbiegeversuche durchgeführt werden.

- B2.3.1 Die Proben sind bis zum ersten Anriss hin und her zu biegen. Dokumentation der Biegevorgänge, Anrissanzahl und des Aussehens/Lage der Anrisse (Makrofotos).
- B2.3.2 Entnahme von Schliffen und entsprechende Präparation für die metallografische Untersuchung aus den Anrissbereichen zur Ermittlung der Rissausbildung und des Grundgefüges.
- B2.3.3 Biegen weiterer Proben jeweils bis zum Bruch. Ggf. makroskopische Untersuchung und Dokumentation der Bruchflächen.
- B2.3.4 Entnahme von Schliffen und entsprechende Präparation für die metallografische Untersuchung aus den Bruchbereichen zur Ermittlung der Gefügeausbildung im Bruchbereich und im Grundgefüge.
- B2.3.5 Erstellen eines Berichtes mit Bildbeispielen.

**Aufgabe B3.1**

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B3a–d), h-i); B2b)*

An Proben aus unterschiedlichen Werkstoffen (z. B. unlegierten und niedriglegierten Stählen) und Verarbeitungszuständen (z. B. gegossen, warmgewalzt, geschmiedet usw.) sind Schliffe für metallografische Untersuchungen zu entnehmen.

- B3.1.1 Führen Sie an geeigneten Proben Makroätzungen z. B. zur Darstellung des Faserverlaufs oder der Seigerungs Ausbildung durch, beurteilen und dokumentieren Sie (fotografisch) den Ätzerfolg und die entsprechenden Ätzbilder.
- B3.1.2 Mikroskopische Untersuchung und Dokumentation (fotografisch) der präparierten Proben im ungeätzten Zustand, z. B. nach auffälligen Verunreinigungen/nichtmetallischen Einschlüssen und Unterscheidung, z. B. nach Größe/Form/Farbe.
- B3.1.3 Mikroskopische Untersuchung und Dokumentation (fotografisch) auf Besonderheiten an der Oberfläche, z. B. Zunderschichten/Oberflächenfehler.
- B3.1.4 Unterschiedliche Ätzungen zur Darstellung des Mikrogefüges an den Proben durchführen.
- B3.1.5 Anschließende mikroskopische Untersuchung und Dokumentation (fotografisch) der vorliegenden Gefüge. Benennen und Beurteilen der Gefügebestandteile (z. B. nach Korngröße/-form/-farbe). Ggf. Mikrohärteprüfungen an charakteristischen Gefügebestandteilen durchführen.
- B3.1.6 Durchführen weiterer metallografischer Prüfverfahren, z. B. mikroskopische Reinheitsgradbestimmung
- B3.1.7 Härteprüfungen, z. B. nach Vickers, an allen Proben
- B3.1.8 Erstellen Sie einen zusammenfassenden Bericht, der mindestens Folgendes enthält:
  - ▶ Probenkenndaten (z. B. chemische Analyse, Ausgangszustand usw.)
  - ▶ Härteverlaufskurven bzw. Härtewerte
  - ▶ Ggf. weitere Untersuchungsergebnisse (Reinheitsgradbestimmung usw.)
  - ▶ Beispielhafte Bildtafeln mit Aufnahmen der ggf. unterschiedlich geätzten Proben (Beschriftung/Benennung der sichtbaren Gefügebestandteile)

**Aufgabe B6.1**

*Hinweis in Umsetzungshilfe bei Abschnitt B3j–k); B4a–d), B5b); B6a–e)*

An einem fehlerhaften Bauteil/Halbzeug etc., z. B. mit Oberflächenfehlern oder Innenfehlern, soll eine umfassende Fehleruntersuchung idealerweise im Vergleich zu einem fehlerfreien Muster durchgeführt werden.

- B6.1 Recherchieren aller erforderlichen Informationen zu den Mustern (chemische Analyse, Werkstoffkennwerte, Verarbeitungsschritte usw.).
- B6.2 Visuelle Prüfung des Bauteils auf Fehler und sonstige Besonderheiten (z. B. Kerben, Verbindungen usw.).
- B6.3 Sinnvolle ZfP-Verfahren zur Fehlerlokalisierung und Überprüfung auf weitere Fehler durchführen (z. B. US, PT, MT) bzw. veranlassen (z. B. RT).
- B6.4 Probenentnahmeplan erstellen und Probenentnahme durchführen bzw. veranlassen. Hierbei auch Proben für Verfahren zur Überprüfung grundsätzlicher Werkstoffeigenschaften berücksichtigen (z. B. Zugversuche, Härteprüfungen, Kerbschlagbiegeprüfungen usw.).
- B6.5 Durchführen metallografischer Untersuchungen zur Ermittlung der Fehlerausbildungen und Fehlerursache.
- B6.6 Durchführen weiterer metallografischer Untersuchungen zur Überprüfung grundsätzlicher Werkstoffeigenschaften (z. B. Reinheitsgradbestimmung, Korngrößenbestimmung usw.)
- B6.7 Je nach Fehlerursache ggf. Veranlassen weiterer Prüfverfahren (z. B. REM+EDX)
- B6.8 Erstellen eines zusammenfassenden Berichtes mit entsprechenden makro- und mikroskopischen Bildbeispielen sowie allen ermittelten Kennwerten (Soll/Ist-Vergleich). Fehlerursache und Vorschläge zur Fehlervermeidung beschreiben.

### 2.1.3 Abschnitt C: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten in der Fachrichtung Kunststofftechnik

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
|  | 1                          | 2 | Es liegen z. Zt. keine berufsspezifischen Erläuterungen zu dieser Fachrichtung vor.            |
| <b>C1</b>  |                            |   |  |
| <b>Einordnen von Aufbau und Struktur von Kunststoffen (§ 4 Absatz 5 Nummer 1)</b>  |                            |   |  |
| a) Werkstoffeigenschaften amorpher und teilkristalliner Kunststoffe ausgehend vom molekularen Aufbau unterscheiden   |                            | 6 |  |
| b) Beeinflussung der Funktionalität von Kunststoffen durch Additive, insbesondere Gleitmittel, Stabilisatoren, Weichmacher, Füllstoffe und Kunststoffrecyclate, bewerten |                            |   |  |
| c) Verstärkung von Kunststoffen durch den Einsatz von Pulvern, Kurzfasern, Langfasern und Endlosfasern unterscheiden und im Hinblick auf ihre Anwendung bewerten         |                            |   | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| <b>C2</b>  |                            |   |  |
| <b>Beurteilen der Eigenschaften von Kunststoffen (§ 4 Absatz 5 Nummer 2)</b>   |                            |   |  |
| a) Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere durch systematische Prüfungen unterscheiden sowie Verarbeitungsverfahren und Einsatzgebieten zuordnen                         |                            | 6 |  |
| b) thermomechanische Eigenschaften, insbesondere thermische Ausdehnung und Phasenübergang, bewerten  |                            |   |  |
| c) mechanische Eigenschaften in Abhängigkeit von Temperatur und Beanspruchungsgeschwindigkeit, insbesondere Relaxation und Kriechen, beurteilen                          |                            |   |  |
| d) werkstoff- und anwendungsspezifische Alterungsmechanismen beurteilen  |                            |   | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren |
|---|----------------------------|----|--|
|   | 1                          | 2  |  |
|   |                            |    | Es liegen z. Zt. keine berufsspezifischen Erläuterungen zu dieser Fachrichtung vor.            |
| <b>C3</b>   |                            |    |  |
| <b>Unterscheiden und Anwenden von Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe (§ 4 Absatz 5 Nummer 3)</b>  |                            |    |  |
| a) Zusammenhang zwischen Werkstoffeigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Produktanforderungen beurteilen; Compounds und Masterbatches bewerten |                            | 10 | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| b) Verarbeitung von Thermoplasten durch Spritzgießen und Extrudieren unterscheiden  |                            |    | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| c) Verarbeitung von Duroplasten durch Gießen, Pressen und Tränken unterscheiden; Aushärtungsvorgänge bewerten                                     |                            |    | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| d) Verarbeitung von Elastomeren, insbesondere durch Spritzgießen und Extrudieren, unterscheiden; Vulkanisierungsvorgänge bewerten                 |                            |    | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| e) Herstellung und Bearbeitung von Verbundwerkstoffen mit Kunststoffmatrix unterscheiden, insbesondere faserverstärkte Verbundwerkstoffe          |                            |    | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| f) im Rahmen von Anwendungs- und Verfahrensentwicklung oder Qualitätssicherung betriebsspezifische Verarbeitungsverfahren anwenden                |                            |    | LF 13 im 3./4. Schuljahr   |
| <b>C4</b>   |                            |    |  |
| <b>Ermitteln mechanisch-technologischer Eigenschaften von Kunststoffen (§ 4 Absatz 5 Nummer 4)</b>  |                            |    |  |
| a) Festigkeits- und Verformungskennwerte durch Zug-, Biege- und Druckversuche ermitteln   |                            | 14 | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| b) Härte stationär und mobil ermitteln  |                            |    | LF 1, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| c) Schlagzähigkeitsprüfung durchführen  |                            |    |  |
| d) Zeitstandfestigkeits-, Relaxations- und Kriechversuche auswählen, veranlassen und Ergebnisse bewerten  |                            |    |  |
| e) Orientierungsabhängigkeit der Eigenschaften ermitteln und im Zusammenhang mit der Prozesskette bewerten  |                            |    |  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren |
|---|----------------------------|----|--|
|   | 1                          | 2  |  |
|   |                            |    | Es liegen z. Zt. keine berufsspezifischen Erläuterungen zu dieser Fachrichtung vor.            |
| <b>C5</b>   |                            |    |  |
| <b>Ermitteln thermischer, physikalisch-chemischer und morphologischer Eigenschaften von Kunststoffen (§ 4 Absatz 5 Nummer 5)</b>  |                            |    |  |
| a) Thermoanalysen, insbesondere DSC-Verfahren und DMA-Analyse, durchführen  |                            | 14 | LF 2, 17b 3./4. Schuljahr  |
| b) Infrarotspektroskopie, TGA-Analyse und Glühversuche auswählen, veranlassen und Ergebnisse bewerten   |                            |    | LF 17b im 3./4. Schuljahr  |
| c) produktspezifische Analyseverfahren, insbesondere physikalische Prüfungen, Emissionsprüfungen oder Migrationsmessungen, auswählen, veranlassen und bewerten                            |                            |    | LF 17b im 3./4. Schuljahr  |
| d) rheologische Prüfverfahren auswählen, veranlassen und bewerten   |                            |    | LF 17b im 3./4. Schuljahr  |
| e) Probenpräparation für mikroskopische Verfahren durchführen   |                            |    | LF 8, 17b  |
| f) auf- und durchlichtmikroskopische Verfahren, insbesondere zur Beurteilung der Morphologie, Verteilung und Orientierung von Füllstoffen und Fasern, auswählen, veranlassen und bewerten |                            |    | LF 4,8, 17b im 1. bis 3./4. Schuljahr  |
| <b>C6</b>   |                            |    |  |
| <b>Anwenden zerstörungsfreier Werkstoffprüfverfahren (§ 4 Absatz 5 Nummer 6)</b>  |                            |    |  |
| a) visuelle Kontrollen an Werkstücken durchführen   |                            | 5  | LF 5, 15, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| b) zerstörungsfreie Oberflächenverfahren, insbesondere zur Ermittlung von Glanzgrad, Farbmetrik und Schichtdicke, durchführen   |                            |    | LF 5, 15, 17b im 1. und 3./4. Schuljahr  |
| c) zerstörungsfreie Volumenverfahren auswählen, veranlassen und bewerten  |                            |    | LF 10, 14 im 2. und 3./4. Schuljahr  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren |
|--|----------------------------|----|--|
|  | 1                          | 2  |  |
|  |                            |    | Es liegen z. Zt. keine berufsspezifischen Erläuterungen zu dieser Fachrichtung vor.            |
| <b>C7</b>  |                            |    |  |
| <b>Analysieren von Fehlerursachen (§ 4 Absatz 5 Nummer 7)</b>  |                            |    |  |
| a) Vorgehensweise zur systematischen Untersuchung von Schadensfällen festlegen   |                            | 14 | LF 15 im 3./4. Schuljahr   |
| b) umgebungsbedingte Veränderungen der Eigenschaften von Kunststoffen identifizieren und bewerten, insbesondere durch Einwirkung von Temperatur, Licht im sichtbaren und im UV-Bereich, Feuchtigkeit und Chemikalien |                            |    | LF 15, 17b im 3./4. Schuljahr  |
| c) Änderungen von Produkteigenschaften durch Werkstoffauswahl, verarbeitungs-, konstruktions- sowie betriebsbedingte Einwirkungen beurteilen   |                            |    | LF 15, 17b im 3./4. Schuljahr  |
| d) auf der Grundlage von Untersuchungsergebnissen auf Fehlerursachen schließen   |                            |    | LF 15, 17b im 3./4. Schuljahr  |
| e) Vorschläge zur Fehlervermeidung entwickeln  |                            |    | LF 15, 17b im 3./4. Schuljahr  |

### 2.1.4 Abschnitt D: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten in der Fachrichtung Wärmebehandlungstechnik


| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|----|--|
|   | 1                          | 2  |  |
| <b>D1</b>   |                            |    |  |
| <b>Beurteilen von Änderungen der Werkstoffeigenschaften (§ 4 Absatz 6 Nummer 1)</b>                                       |                            |    |  |
| a) Ergebnisse chemischer Analytik bewerten  |                            |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Überprüfung der Sollwerte der vorgegebenen chemischen Zusammensetzung mit den Istwerten.</li> <li>▶ Freigabe oder Sperrung der Bauteile zur Weiterverarbeitung.</li> </ul> <p><b>LF 6, 11, 17c im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p>  |
| b) Wärmebehandelbarkeit von Stählen und Eisengusswerkstoffen beurteilen   |                            |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aufhärbarkeit in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt beurteilen</li> <li>▶ Einhärbarkeit in Abhängigkeit von den Legierungselementen und der Bauteilgeometrie beurteilen</li> <li>▶ Beurteilung des Abkühlungsverhaltens nach der Wärmebehandlung und Auswahl des Abschreckmediums</li> <li>▶ Anwendung von thermochemischen Verfahren beurteilen</li> </ul> <p><b>LF 6, 11, 17c im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |
| c) Wärmebehandelbarkeit von Nichteisenmetallen, insbesondere von Kupfer und Aluminium sowie deren Legierungen, beurteilen |                            | 14 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Auswirkung der Legierungselemente auf die Wärmebehandlung und die zu erreichenden Werkstoffeigenschaften von Al Legierungen</li> <li>▶ Auswirkung der Lösungsglühparameter auf die zu erreichenden Werkstoffeigenschaften von Al Legierungen</li> <li>▶ Auswirkung der Auslagerparameter auf die zu erreichenden Werkstoffeigenschaften von Al Legierungen</li> </ul> <p><b>LF 11, 17c im 3./4. Schuljahr</b></p> |
| d) Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Wärmebehandlung, Kalt- und Warmumformungen beurteilen                   |                            |    | <p>Auswirkungen auf das Gefüge und die mechanisch technologischen Eigenschaften durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wärmebehandlungsverfahren,</li> <li>▶ Umformverfahren (Warm-, Kaltwalzen, Schmieden, Ziehen etc.)</li> </ul> <p>jeweils unter Berücksichtigung typischer Fehlerquellen</p> <p><b>LF 1, 6, 11, 17c im 1 bis 3./4. Schuljahr</b></p>   |



| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| e) Zeit-Temperatur-Verläufe zur Erzielung von vorgegebenen Werkstoffeigenschaften unter Nutzung von Zeit-Temperatur-Austenitisierungs-Schaubildern und Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubildern festlegen |                            |   | <p>Berücksichtigung des Werkstoffes, der Bauteil-/Proben-geometrie, Wärmebehandlungsverfahren und technischer Gegebenheiten</p> <p>Erkennen und Berücksichtigen der Zusammenhänge zwischen Zeit, Temperatur und Abkühlgeschwindigkeit auf das Umwandlungsverhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Berücksichtigung isothermer und kontinuierlicher Schaubilder</li> <li>▶ Verschiebung der Umwandlungspunkte</li> <li>▶ Einfluss der Austenitisierungstemperatur</li> <li>▶ Martensitbildung (Martensitstart- und -finishpunkt)</li> <li>▶ Härtefehler</li> </ul> <p><b>Aufgabe 1</b></p> <p><b>LF 11, 17c im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |
| f) Ergebnisse von Stirnabschreckversuchen beurteilen und bei der Planung von Wärmebehandlungen berücksichtigen  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Auswirkung der Härteklassen auf die Einhärtbarkeit und Anlassparameter beurteilen</li> </ul> <p><b>LF 11, 17c im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> <p><b>1. Aufgabe</b></p>  |
| <b>D2</b>   |                            |   |  |
| <b>Planen und Festlegen betrieblicher Arbeits- und Prüfabläufe (§ 4 Absatz 6 Nummer 2)</b>  |                            |   |  |
| a) Arbeits- und Prüfabläufe unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Arbeitssicherheit, Betriebsabläufen und zeitlichen Vorgaben festlegen  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Festlegung von Ofenbelegungen für Durchlaufanlagen unter Berücksichtigung der Wärmebehandlungsparameter</li> <li>▶ C – Gehalt – aufsteigend</li> <li>▶ Anlassstemperatur aufsteigend</li> <li>▶ Festlegen von Chargenzusammenstellungen von Kammerofen/Vakuumofen unter Berücksichtigung von Härte- oder Anlassstemperatur</li> <li>▶ optimale Chargiermengen festlegen</li> <li>▶ Erstellen von Chargieranweisungen</li> </ul>   |




| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
|   |                            |   | <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele</b> Aufgabe 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Transport und Umsetzen von Wärmebehandlungsgut unter Sicherheitsaspekten festlegen</li> <li>▶ Richtlinien der Berufsgenossenschaft anwenden. z. B.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ BGR 153<br/>Richtlinien für die Wärmebehandlung von Stahl in Salzbadern</li> <li>▶ 07-2001 BG Süd – Empfehlung<br/>Gefahren beim Betrieb von ausgewählten Abschreckbädern in der Härterei Abschreckmedien</li> </ul> </li> <li>▶ Zeitlicher Ablauf der Probenentnahme festlegen</li> <li>▶ Probenentnahmestelle aus der Charge festlegen</li> <li>▶ Festlegen der Prüfstelle am Bauteil, soweit nicht vorgegeben</li> </ul>                            |
| b) Machbarkeit der Kundenvorgaben überprüfen und beurteilen, bei Abweichungen Maßnahmen vorschlagen und einleiten |                            | 6 | <p><b>LF 11, 17c im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zeichnungen und Wärmebehandlungsangaben auf Machbarkeit überprüfen</li> <li>▶ Überprüfung der wärmebehandlungsgerechten Konstruktion</li> <li>▶ Überprüfung des wärmebehandlungsgerechten Fertigungszustandes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rückstände von Bearbeitungsmedien aus vorangegangenen Produktionsschritten vorhanden.                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zieh fett</li> <li>▶ Schmiede-Walzhaut</li> <li>▶ Kühlschmierstoffe (borhaltig)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele</b> Aufgabe 3)</p> <p><b>LF 11, 17c im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| <b>D3</b>   |                            |   |  |
| <b>Auswählen von Wärmebehandlungsverfahren (§ 4 Absatz 6 Nummer 3)</b>  |                            |   |  |
| a) zur Erzielung bestimmter Bauteileigenschaften Wärmebehandlungsverfahren, insbesondere Glühen, Vergüten, Oberflächenhärten, Härten und Nitrieren, auswählen   | 4                          |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Integrieren von Wärmebehandlungsschritten in den Fertigungsablauf                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rekristallisationsglühen nach Kaltverformung</li> <li>▶ Spannungsarmglühen nach Richt- oder Zerspannungsschritten</li> </ul> </li> <li>▶ Grobkornglühen zur besseren Zerspanbarkeit</li> <li>▶ Weichglühen zur Verbesserung der Kaltverformbarkeit</li> <li>▶ Einsatzhärten von Bauteilen, z. B. Verzahnungsteilen (harter Rand, zäher Kern)</li> <li>▶ Vergüten zur Steigerung der Festigkeit und Zähigkeit</li> <li>▶ Nitrieren zum Verbessern der Notlaufeigenschaften</li> </ul> <p><b>LF 6, 11, 17c im 1. bis 3./4. Schuljahr</b></p> |
| b) Wärmebehandlungsverfahren unter Berücksichtigung von Anlagentypen und Abschreckmedien, Werkstoffauswahl, Bauteilgeometrie, Verzug, Maß- und Formänderungen einsetzen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Abschreckmedium hinsichtlich der Härteanforderung, der Bauteilgeometrie oder der Rissempfindlichkeit auswählen</li> <li>▶ Chargierart hinsichtlich des zu erwartenden Verzuges nach der Wärmebehandlung festlegen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Welle liegend gehärtet, wird krumm aufgrund des Eigengewichtes</li> <li>▶ Welle hängend gehärtet, bleibt gerade, statisch günstiger</li> </ul> </li> </ul> <p><b>LF 6, 11, 17c im 1. bis 3./4. Schuljahr</b></p>   |
| c) Wärmebehandlungsanlagen, insbesondere Kammeröfen, Vakuumöfen, Schacht- und Topföfen, Salzbadöfen, Durchlaufanlagen, Induktions- und Flammhärteanlagen sowie Tiefkühleinrichtungen, nach Einsatzmöglichkeit auswählen |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anlagentyp entsprechend der Aufkohlungstiefe (CHD) auswählen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Durchlaufanlagen max. ca. 0,4 mm CHD</li> <li>▶ Kammerofen max. 2 mm CHD</li> <li>▶ Schachtanlagen &gt; 2 mm CHD</li> </ul> </li> <li>▶ Anlagentyp entsprechend der Nitrierhärte- oder Verbindungsschicht (CLT) auswählen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gasnitrieren</li> <li>▶ Salzbadnitrieren</li> </ul> </li> </ul>  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|----|--|
|  | 1                          | 2  |  |
|  |                            |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anlagentype entsprechend der Bauteilgröße, Bauteilmenge und Fertigungszustand auswählen. Unterscheiden zwischen Schüttgut und Bauteilen mit besonderem Handhabungsaufwand.</li> <li>▶ Anlagentype zum Tiefkühlen auswählen entsprechend: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bauteilgeometrie</li> <li>▶ Werkstoffqualität</li> </ul> </li> <li>▶ Induktionshärten-Frequenz bezogen auf Tiefe</li> </ul> <p><b>LF 6, 11, 17c im 1. bis 3./4. Schuljahr</b></p> |
| <b>D4</b><br><b>Vorbereiten und Bedienen von Wärmebehandlungsanlagen (§ 4 Absatz 6 Nummer 4)</b><br><b>LF 17c im 3./4. Schuljahr</b> |                            |    |  |
| a) Werkstücke und Proben reinigen  |                            |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rückstände von Bearbeitungsmedien aus vorangegangenen Produktionsschritten beseitigen. Z. B.:</li> <li>▶ Waschen in entsprechenden Medien</li> <li>▶ Entphosphatieren</li> <li>▶ Reinigungsstrahlen</li> </ul>  |
| b) Werkstücke und Proben für örtlich begrenzte Wärmebehandlungen vorbereiten   |                            | 15 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Abdecken mit Abdeckpasten oder mechanischen Hilfsmitteln zur örtlich begrenzten Wärmebehandlung</li> </ul>  <p><i>Abbildung D4b: Vorbereiten einer örtlich begrenzten Wärmebehandlung durch partielles Abdecken der Bauteile.</i></p>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| c) Chargiermittel und Chargierhilfsmittel auswählen      |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Chargieren von Wärmebehandlungsgut mit verschiedenen Hilfsmitteln wie:</li> <li>▶ Gestellen</li> <li>▶ Körben</li> <li>▶ Andrahten</li> <li>▶ Quettechargierung</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung D4c1: Chargieren im Gestell</p>  <p>Abbildung D4c2: Chargieren angedrahtet</p> </div> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
|  |                            |   |  <p>Abbildung D4c3: Chargieren an Haken</p>  |
| d) Werkstücke und Proben unter Berücksichtigung von Verzugs- und Maßänderungsverhalten und Wirtschaftlichkeit chargieren |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Chargieren gem. erstellter Chargieranweisung</li> <li>▶ Chargieren entsprechend der Bauteilgeometrie: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ liegend</li> <li>▶ hängend</li> </ul> </li> <li>▶ schöpfende Teile richtig einlegen</li> <li>▶ partielles Einhängen im Salzbad</li> <li>▶ Abstützen/Unterbauen</li> <li>▶ Bauteile strömungsoptimiert chargieren</li> </ul>                    |
| e) Wärmebehandlungsanlagen vorbereiten, insbesondere Parameter einstellen und Wärmebehandlungsprogramme auswählen        |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wärmebehandlungsprogramm aus vorgegebener Datenbank auswählen</li> <li>▶ Einstellen der Wärmebehandlungsparameter</li> <li>▶ Sicherheitsanlagen einstellen und überprüfen</li> <li>▶ Temperaturfolgen einstellen</li> <li>▶ Zeitfolgen einstellen</li> <li>▶ Prozessmedien auswählen und Füllstände prüfen</li> <li>▶ Mitlaufproben zur Parameterüberwachung und -prüfung beilegen</li> </ul> |
| f) Wärmebehandlungen durchführen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Überwachung der Prozessparameter</li> <li>▶ Beschicken der Wärmebehandlungsanlage, evtl. Chargentrennung beachten</li> <li>▶ Wärmebehandlungsprozess durchführen</li> <li>▶ Wärmebehandlungsgut ausschleusen</li> </ul>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| g) Wärmebehandlungsprozesse überwachen und steuern, insbesondere Temperaturverlauf, Temperaturverteilung und Ofenatmosphäre bestimmen         |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prozessparameter überwachen, gegebenenfalls nachregeln</li> <li>▶ Bauteile zwischenprüfen und Prozessparameter gegebenenfalls korrigieren</li> <li>▶ Prozessablauf auf Störungen und Störstellen überwachen</li> <li>▶ Sensorik (Thermoelement, Gasmesssysteme)</li> <li>▶ Zeit-Temperaturverlauf</li> <li>▶ Klemmen von Bauteilen in Durchlaufanlagen</li> <li>▶ Undichtigkeiten in Wärmebehandlungsanlagen</li> <li>▶ Transportsysteme</li> <li>▶ Kohlenstoff-Pegel (C-Pegel) mit Folienprobe oder anderen geeigneten Mitteln überwachen</li> <li>▶ Kontrolliertes Herunterfahren der Wärmebehandlungsanlage im Störfall</li> </ul> |
| <b>D5</b><br><b>Nachbehandeln und Freigeben wärmebehandelter Teile (§ 4 Absatz 6 Nummer 5)</b><br><b>LF 11, 17c im 2. und 3./4. Schuljahr</b> |                            |   |  |
| a) Ofenfahrten mithilfe von Ofendiagrammen bewerten   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zeit-Temperaturfolge anhand der Prozessaufzeichnungen überprüfen</li> </ul>   |
| b) Zwischenprüfungen durchführen, Prozesse optimieren, weitere Wärmebehandlungsschritte festlegen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aufgabe</li> <li>▶ Ansprunghärte prüfen und Anlasstemperatur festlegen</li> </ul>   |
| c) Endkontrollen durchführen, erforderliche Nacharbeiten veranlassen, Teile freigeben und dechargieren  |                            | 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Maßprüfung auf Verzug, Wachsen und Schrumpfen</li> <li>▶ Proben gem. Probenentnahmeplänen entnehmen</li> <li>▶ Prüfung und Abgleich der festgelegten Werkstoffparameter</li> <li>▶ Teile freigeben oder sperren, gegebenenfalls Nacharbeit veranlassen</li> </ul>   |
| d) Oberflächenbehandlung nach der Wärmebehandlung durchführen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rückstände durch Prozessmedien entfernen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Waschen in entsprechenden Medien</li> <li>▶ Reinigungsstrahlen</li> </ul> </li> <li>▶ Phosphatieren</li> <li>▶ Konservieren</li> </ul>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| <b>D6</b>   |                            |   |   |
| <b>Prüfen und Bestimmen von Werkstoffeigenschaften (§ 4 Absatz 6 Nummer 6)</b>  |                            |   |   |
| a) Härte von Werkstoffen, insbesondere nach den Verfahren Brinell, Rockwell und Vickers, ermitteln  | 16                         |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Probenvorbereitung unter Berücksichtigung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Entkohlung</li> <li>▶ Aufkohlung</li> <li>▶ Oxidation</li> <li>▶ Aufstickung</li> </ul> </li> <li>▶ Prüfung von Oberflächen und Kernhärten nach vorgegebenen Vorschriften und Normen</li> </ul> <p><b>LF 3 im 1. Schuljahr</b></p> |
| b) Proben für metallografische Untersuchungen, insbesondere durch Beizen und Ätzen von Oberflächen, vorbereiten   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ätzmittel auswählen</li> <li>▶ Ätzung durchführen</li> </ul> <p><b>LF 4, 8 im 1. und 2. Schuljahr</b></p>  |
| c) mikroskopische und makroskopische Untersuchungen durchführen und bewerten  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Härtezonen sichtbar machen und auswerten (Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele</b> Aufgabe 4)</li> </ul> <p><b>LF 4, 8 im 1. und 2. Schuljahr</b></p>   |
| d) Gefügebestandteile in Eisenwerkstoffen, insbesondere Korngrenzen, Ferrit, Perlit, Martensit, Restaustenit und nichtmetallische Einschlüsse, identifizieren |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gefügebestandteile identifizieren (Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele</b> Aufgabe 5)</li> </ul> <p><b>LF 4, 8 im 1. und 2. Schuljahr</b></p>  |
| e) Gefüge metallischer Werkstoffe mittels Richtreihen, insbesondere zu Korngröße und Karbidverteilung, quantifizieren   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mikroskopische Bestimmung der Korngröße nach aktuellem Nomen (z. B. ASTM E112, DIN EN ISO 643)</li> <li>▶ Karbidverteilung anhand von Richtreihen auswerten, z. B. SEP 1520</li> </ul> <p><b>LF 4, 8 im 1. und 2. Schuljahr</b></p>  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                         | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| f) Härtetiefen ermitteln; Randschichten metallografisch auswerten                |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bestimmung von                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Einsatzhärtunghärtetiefe CHD</li> <li>▶ Nitrierhärtehärtetiefe NHD</li> <li>▶ Randschichthärtetiefe SHD</li> <li>▶ Verbindungsschicht CLT</li> </ul> </li> <li>▶ Bestimmung von Randoxydation an einsatzgehärteten Bauteilen</li> <li>▶ Verbindungsschichtauswertung mit Porensaum</li> <li>▶ Bestimmung der Entkohlungstiefe</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele</b> Aufgabe 6)</p> <p><b>LF 11 im 2. Schuljahr</b></p> |
| g) Schichtdicken an metallischen Werkstoffen ermitteln                           |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Metallographische Auswertung</li> </ul> <p><b>LF 11 im 2. Schuljahr</b></p>   |
| h) Untersuchungen an fehlerhaften Werkstoffen und Produkten durchführen          |                            |   |  |
| <b>D7</b>  |                            |   |  |
| <b>Anwenden zerstörungsfreier Werkstoffprüfverfahren (§ 4 Absatz 6 Nummer 7)</b> |                            |   |  |
| a) visuelle Kontrollen an Werkstücken durchführen                                |                            | 6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfen von Bauteilen auf Beschädigungen</li> <li>▶ Feststellung, ob mechanische Beschädigungen vor, während oder nach der Wärmebehandlung entstanden sind.</li> </ul> <p><b>LF 5, 17c im 1. und 3./4. Schuljahr</b></p>   |
| b) Oberflächenverfahren anwenden und bewerten                                    |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Durchführen einer Oberflächenprüfung, mit Eindringprüfung (PT) oder Magnetpulverprüfung (MT)</li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele</b> Aufgabe 7)</p> <p><b>LF 5, 17c im 1. und 3./4. Schuljahr</b></p>  |



| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
| c) Verwechslungsprüfung durchführen  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Feststellen, ob die Bauteile, die wärmebehandelt werden sollen, dem geforderten Werkstoff entsprechen</li> <li>▶ Festlegen der erforderlichen Prüfmethode zur Werkstoffverwechslungsprüfung               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Funkenspektrometrie (OES)</li> <li>▶ Röntgenfluoreszenzanalyse (ED-RFA)</li> <li>▶ Wirbelstrom (ET)</li> </ul> </li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiele</b> Aufgabe 8)</p> <p><b>LF 10 im 2. Schuljahr</b></p> |
| <b>D8</b><br><b>Analysieren von Fehlerursachen (§ 4 Absatz 6 Nummer 8)</b><br><b>LF 15 im 3./4. Schuljahr</b>  |                            |   |   |
| a) Vorgehensweise zur systematischen Untersuchung von Schadensfällen festlegen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nach VDI 3822</li> <li>▶ Soll-Ist-Vergleich</li> </ul>   |
| b) auf der Grundlage von Untersuchungsergebnissen auf Fehlerursachen schließen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vormaterialfehler</li> <li>▶ Entkohlung</li> <li>▶ Überkohlung</li> <li>▶ Härterisse</li> <li>▶ Härteunter-, Überschreitung</li> <li>▶ Maß- und Formänderungen</li> </ul>  |
| c) die Beeinflussung der Eigenschaften von Werkstoffen und Bauteilen durch Verarbeitungs- und Bearbeitungsverfahren sowie vor- und nachgeschaltete Prozesse beurteilen |                            | 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vorgelagerte Prozesse               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erzeugung</li> <li>▶ Umformung</li> <li>▶ Zerspanung</li> <li>▶ Wärmebehandlung</li> </ul> </li> <li>▶ Nachgelagerte Prozesse               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Umformung</li> <li>▶ Zerspanung</li> <li>▶ Wärmebehandlung</li> <li>▶ Galvanik</li> </ul> </li> </ul>  |
| d) Vorschläge zur Fehlervermeidung entwickeln  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erarbeitung von erweiterten Prüfvorschriften</li> <li>▶ Anpassung von Prozessvorgaben</li> <li>▶ Klärung mit den vor- oder nachgelagerten Prozessverantwortlichen</li> </ul>   |

## Abschnitt D: Aufgabenbeispiele für Auszubildende Fachrichtung Wärmebehandlungstechnik

### 1. Aufgabe (D1e)

Der Auszubildende soll mit den im Unternehmen zugänglichen Unterlagen wie Werkstoffdatenblättern – ZTA/ZTU Schaubildern – Datenbanken usw. für die folgenden Werkstoffgruppen

- ▶ unlegierter und legierter Vergütungsstahl
- ▶ legierter Werkzeugstahl
- ▶ Einsatzstahl

die Zeit- Temperaturverläufe der Wärmebehandlung festlegen.

#### Beispiele

- ▶ Legierter Werkzeugstahl 1.2379 (X155 CrMoV 12)
  - ▶ Ermitteln der Härte- und Anlasstemperatur über die Werkstoffdatenblätter der Stahlhersteller beigefügtes Werkstoffdatenblatt
- ▶ Vergütungsstahl 1.7225 (42CrMo4)
  - ▶ Ermitteln der Härte- und Anlasstemperatur einer kontinuierlichen Abkühlung über die Werkstoffdatenblätter der Stahlhersteller. Bestimmen, welche Festigkeiten abhängig vom Bauteildurchmesser erreicht werden können. beigefügtes Werkstoffdatenblatt

### 2. Aufgabe (D1f)

Aus den Werkstoffdatenblättern bzw. Stahlnormen für Vergütungsstähle die Härteklasse ermitteln und überprüfen, ob das angelieferte Bauteil die geforderten Festigkeitswerte erreichen kann.

#### Werkstoffdatenblatt

### 3. Aufgabe (D2a)

Es soll für eine Wärmebehandlung das geeignete Chargiermittel ausgewählt und erläutert werden, warum dieses ausgewählt wurde.

#### Beispiele



### 4. Aufgabe (D2b)

Der Auszubildende soll anhand einer vorgegebenen Vorschrift entscheiden, ob die Wärmebehandlung wie gewünscht durchgeführt werden kann.

Er soll die weiteren Schritte festlegen, wie mit dem Kunden/Anwender die offenen Fragen geklärt werden, und gegebenenfalls eine dem Bauteil entsprechende Wärmebehandlung oder ggf. einen geeigneten Werkstoff vorschlagen.

#### Beispiele

##### 1.0401 – C15

vergütet auf 550–650 HV10

##### 1.7225 – 42CrMo4

Induktivgehärtet  
SHD 500 =  $0,6^{+0,6}$  mm  
60<sup>+2</sup> HRC

##### 1.7225 – 42CrMo4

**Welle Ø 25 mm/Phosphatiert**

Vergüten nach DIN auf  
Rm 1000–1200 MPa  
Re min. 750 MPa

## 5. Aufgabe (D6c)

Der Auszubildende soll mittels eines geeigneten Verfahrens die Härtezone an einem Einsatz- oder induktiv gehärteten Bauteil sichtbar machen und die Härtezonentiefe makroskopisch bestimmen.

## 6. Aufgabe (D6d)

Der Auszubildende soll an Mikroschliffen, die er selbst präpariert hat, verschiedene Gefügebestandteile wie

- ▶ Ferrit
- ▶ Perlit
- ▶ Martensit
- ▶ Restaustenit
- ▶ Karbide

identifizieren.

## 7. Aufgabe (D6f)

Der Auszubildende soll bei mindestens drei der nachfolgenden Beispiele an Proben die Werkstoffkennwerte nach gültiger Norm ermitteln.

Bestimmung von

- ▶ Einsatzhärtunghärtestiefe **CHD** mit Oberflächenhärte
- ▶ Nitrierhärtehärtetiefe **NHD** mit Oberflächenhärte
- ▶ Randschichthärtehärtetiefe **SHD** mit Oberflächenhärte
- ▶ Verbindungsschichtdicke **CLT** mit Porensaum und Oberflächenhärte
- ▶ Bestimmung von Randoxydation an einsatzgehärteten Bauteilen
- ▶ Bestimmung der Entkohlungstiefe

## 8. Aufgabe (D7b)

Der Auszubildende soll mittels Farbeindringverfahren Bauteile auf Risse prüfen. Hierbei sollen die einschlägigen Vorschriften beachtet werden.

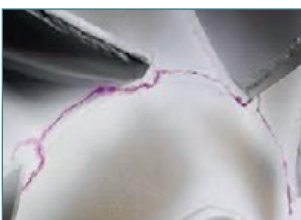


Abbildung D7b: hier muss ein Bild rein welches genehmigt ist DGzFP fragen

## 9. Aufgabe (D7c)

Feststellen, ob die Bauteile, die wärmebehandelt werden sollen, dem geforderten Werkstoff entsprechen.

Festlegen der erforderlichen Prüfmethode zur Werkstoffverwechslungsprüfung und begründen, warum welche Methode genommen wird oder warum verschiedene Methoden kombiniert werden.

- ▶ Funkenspektrometrie (OES)
- ▶ Röntgenfluoreszenzanalyse (ED-RFA)
- ▶ Verbrennung für C+S+P+N+O+H
- ▶ Wirbelstrom (ET)



Abbildung D7c1: Vorbereiten einer örtlich begrenzten Wärmebehandlung durch partielles Abdecken der Bauteile.



Abbildung D7c2: Chargieren im Gestell

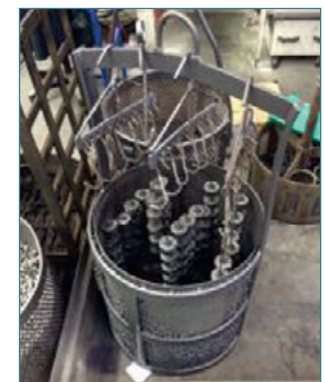


Abbildung D7c3: Chargieren angedrahtet



Abbildung D7c4: Chargieren an Haken

### 2.1.5 Abschnitt E: Weitere berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten in der Fachrichtung Systemtechnik

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/ nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|-----------------------------|----|---|
|   | 1                           | 2  |   |
| <b>E1</b>   |                             |    |   |
| <b>Unterscheiden von Beanspruchungen und Fehlerarten in technischen Systemen (§ 4 Absatz 7 Nummer 1)</b>  |                             |    |   |
| a) herstellungs- und verarbeitungsbedingte Anzeigen unterschiedlicher Werkstoffe interpretieren, insbesondere Fehler in Schweißnähten, Gussstücken, Schmiedeteilen, Walzprodukten und Verbundwerkstoffen identifizieren |                             | 10 | <p>Unterscheidung von Anzeigenarten bezüglich unterschiedlicher Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren; zutreffende Normen siehe beispielhaft in anliegendem Normenkontext</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Oberflächenfehler, z. B.:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schweißen: Risse, Oberflächenporen, Einbrandkerben, Endkrater, Wurzelrückfall, Wurzel-/Decklagenüberhöhung, Maßabweichungen, Spritzer</li> <li>▶ Gießen: Risse, Oberflächenporen, angeschnittene Lunker, Kernstützen, Schülpen, Schlichte, Adern</li> <li>▶ Walzen: Risse (Überwalzungen), Schalen, Schalenstreifen, Aufbrüche</li> <li>▶ Schmieden: Risse, Schmiedefalten, Formabweichungen</li> </ul> </li> <li>▶ Volumenfehler, z. B.:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schweißen: Risse, Porosität, Einschlüsse, Bindefehler, Lunker</li> <li>▶ Gießen: Risse, Poren, Lunker, Einschlüsse, Seigerungen</li> <li>▶ Walzen: Risse, Dopplungen</li> <li>▶ Schmieden: Risse, Zerschmiedungen, Wärmebehandlungsfehler (Flockenrisse, Spannungsrisse)</li> </ul> </li> </ul> <p>(Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel E1</b>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verbundwerkstoffe: Schichtdickenmessung mittels Wirbelstrom an:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schichtverbundwerkstoffen</li> <li>▶ Durchdringungsverbundwerkstoffen</li> <li>▶ Faserverbundwerkstoffen</li> <li>▶ Teilchenverbundwerkstoffen</li> </ul> </li> </ul> <p><b>LF 9, 10, 14, 16b, 17d im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| <p>b) Beanspruchung von Prüfbereichen in branchenspezifischen technischen Anlagen und Systemen im Kontext der Anlage oder Komponente unterscheiden</p> |                            |   | <p>Unterschiedliche Beanspruchungsarten unterscheiden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ruhende Beanspruchungen bei Raum- oder höherer Temperatur                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zug</li> <li>▶ Druck (z. B. Eisenbahnschienen, Druckbehälter und Druckleitungen)</li> <li>▶ Biege</li> </ul> </li> </ul> <p>Zeitlich veränderliche Beanspruchungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Korrosive Beanspruchungen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Risskorrosion</li> <li>▶ Lochkorrosion</li> <li>▶ Hochtemperaturkorrosion</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="940 1064 1366 1382" data-label="Image"> </div> <p><i>Abbildung E1b1: Lochkorrosion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erosive Beanspruchung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erosion</li> <li>▶ Kavitation</li> <li>▶ Reibung</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="940 1628 1366 1928" data-label="Image"> </div> <p><i>Abbildung E1b2: Erosion durch schnell fließendes Wasser an einer Mutter (1)</i></p> |


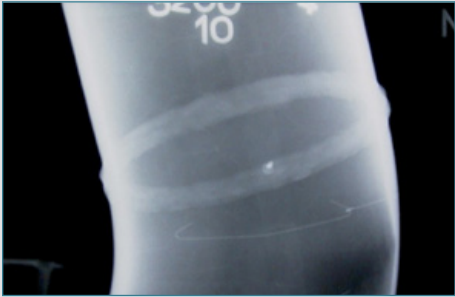
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
|  |                            |   | <div data-bbox="940 595 1366 891" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="940 907 1377 940"><i>Abbildung E1b3: Kavitation an einem Laufblad (1)</i></p> <p data-bbox="908 965 1417 1030">Einfluss von Betriebsarten auf Schädigungsmechanismen, z. B. durch Temperatur</p> <p data-bbox="908 1048 1082 1079">Mögliche Ursachen:</p> <ul data-bbox="908 1081 1181 1115" style="list-style-type: none"> <li>▶ Schwingung (Rohrbrücken)</li> </ul> <div data-bbox="940 1149 1366 1444" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="940 1460 1295 1494"><i>Abbildung E1b4: Schwingungsbruch (1)</i></p> <div data-bbox="940 1527 1366 1823" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="940 1839 1425 1872"><i>Abbildung E1b5: Temperaturwechselrisse Draufsicht (1)</i></p> <ul data-bbox="908 1895 1233 1960" style="list-style-type: none"> <li>▶ Umgebungsbedingung (Feuchtigkeit, aggressive Medien)</li> </ul> <p data-bbox="908 1977 1150 2011"><b>LF 17d im 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
| <b>E2</b>  |                            |   |  |
| <b>Vorbereiten von Prüfeinsätzen in technischen Systemen (§ 4 Absatz 7 Nummer 2)</b>   |                            |   |  |
| <p>a) Prüf- und Hilfsmittel zusammenstellen und bevorraten, Funktionsprüfungen durchführen und Prüfaufträge umsetzen</p> <p>b) Prüfanweisungen für zerstörungsfreie Prüfungen unter Berücksichtigung der kundenspezifischen, normativen und gesetzlichen Anforderungen erstellen und anwenden</p> <p>c) vor Ort prüftechnisch relevante branchen- und kundenspezifische Prüf- und Qualitätsmanagementanforderungen beschaffen, bewerten und berücksichtigen</p> <p>d) Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Bereich Prüfmittelbeschaffung, Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorkehrungen und Qualitätsmanagementanforderungen am Prüfort ermitteln; Einsatzgenehmigungen einholen</p> <p>e) Dokumentation für Anzeigen-Protokollierung erstellen</p> <p>f) Prüfungen in betriebliche Abläufe einpassen, mit Kunden, Auditoren, Prüfaufsichtspersonal und Prüfbeteiligten abstimmen und optimieren</p> |                            | 6 | <p>Um einen Prüfeinsatz optimal durchführen zu können, müssen zuvor umfangreiche Vorbereitungsmaßnahmen geplant und durchgeführt werden, bevor der Einsatz vor Ort beginnen kann. Dazu sind auch entsprechende Dokumente und Gerätschaften zusammenzustellen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zusammenstellung und Überprüfung der Dokumente (Vollständigkeit, Richtigkeit) <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Beauftragung und Bestätigung durch den Kunden</li> <li>▶ Erforderliche Genehmigungen</li> <li>▶ Regelwerke (Verordnungen, Normen und Richtlinien)</li> <li>▶ Strahlenschutzabgrenzung und -beauftragung</li> <li>▶ Erforderliche Qualifikationsnachweise</li> </ul> </li> <li>▶ Terminabsprache mit dem Kunden <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Beginn des Prüfeinsatzes</li> <li>▶ Dauer der Prüfung</li> </ul> </li> <li>▶ Einsatzmeldung an Behörde</li> <li>▶ Auftragserfassung und Überprüfung <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Feststellung des Prüfortes und Prüfobjektes</li> <li>▶ Festlegung des Prüfungsumfang (100 %, Stichproben)</li> <li>▶ Auswahl der Prüfbereiche, sofern bereits möglich</li> <li>▶ Erstellung des Prüfterminplanes</li> </ul> </li> <li>▶ Festlegung der Prüfgenauigkeit (Prüfklasse)</li> <li>▶ Erfassung der Prüfbedingungen vor Ort</li> <li>▶ Zusammenstellung der kundenspezifischen Anforderungen</li> <li>▶ Festlegung der Prüfverfahren und -technik</li> <li>▶ Zusammenstellung der persönlichen Schutzausrüstung <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schutzausrüstung <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Arbeitsanzug, evtl. schwer entflammbar</li> <li>▶ Sicherheitsschuhe</li> <li>▶ Schutzbrille und Helm</li> <li>▶ Handschuhe</li> <li>▶ Gehörschutz</li> <li>▶ Atemschutz</li> </ul> </li> <li>▶ Strahlenschutz ausrüstung <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Filmplakette</li> <li>▶ Elektronisches Personendosimeter</li> <li>▶ Warngerät</li> </ul> </li> <li>▶ Brandschutzausrüstung</li> </ul> </li> </ul> |





| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
|  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zusammenstellung der Prüfmittel                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Auswahl der Prüfmittel</li> <li>▶ Überprüfung der Einsatzfähigkeit</li> <li>▶ Kalibrierung</li> <li>▶ Bestimmung der Menge</li> <li>▶ Disposition</li> </ul> </li> <li>▶ Zusammenstellung der Hilfsmittel                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ausleuchtungshilfen</li> <li>▶ Elektrische Hilfsmittel (Trafo, Verlängerungskabel)</li> <li>▶ Dokumentationsmittel (Protokolle, PC)</li> <li>▶ Messmittel (Maßband, Lehren, Prüfkörper)</li> <li>▶ Transportmittel</li> <li>▶ Absperrmittel</li> <li>▶ Strahlenschutz-ausrüstung (Absperrband, Warnleuchte, Strahlenschutzwarnschilder)</li> <li>▶ Reinigungsmittel (Lösemittel oder lösemittelfrei) für Vorreinigung, Zwischenreinigung und Endreinigung</li> <li>▶ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>▶ Prüfsystemüberprüfung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ MT: Berthold Testkörper</li> <li>▶ PT: Kontrollkörper 2</li> <li>▶ VT: Grey Card bzw. Test Charts</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;"><i>Abbildung E2-1: Magnetpulverprüfung – Prüfmittelkontrolle mit Berthold Testkörper (1)</i></p> |



| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|---|--|
|  | 1                          | 2 |  |
|  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Festlegung der Prüfparameter</li> <li>▶ MT: Feldstärken und Prüfabschnitte</li> <li>▶ VT, PT, MT: Betrachtungs- und Umgebungsbedingungen</li> <li>▶ VT, PT, MT: Beleuchtungen, Temperaturen etc.</li> <li>▶ RT: Spannung, Strom, FFA, Filmklasse, erforderliche Bildgüte, geometrische Unschärfe, minimale und maximale optische Dichte, Expositionszeit etc.</li> <li>▶ TT: Kameraauswahl, optische Sensoren, reflektierte Temperaturen, Reflektionsgrade, Umgebungstemperatur etc.             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Festlegung der Registriergrenzen</li> <li>▶ Festlegung der Zulässigkeitsgrenzen</li> <li>▶ Durchführungsbestimmungen</li> </ul> </li> <li>▶ Spezifikationen</li> <li>▶ Prüfanweisungen</li> <li>▶ Regelwerke etc.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung E2-2: Einrichtung des Prüfplatzes für eine Projektionsaufnahme mit einem Isotop (2)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung E2-3: Doppelwandaufnahme (Projektionsaufnahme) (2)</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zusammenstellung der Dokumente für die Protokollierung</li> <li>▶ Festlegung von Maßnahmen im Falle nicht zulässiger Anzeigen</li> <li>▶ Dokumentation des Prüfablaufes</li> </ul> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/ nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|-----------------------------|---|--|
|  | 1                           | 2 |  |
|  |                             |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nachbereitung des Prüfortes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rückbau</li> <li>▶ Prüfmittelentsorgung</li> <li>▶ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>▶ Personalauswahl                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anzahl</li> <li>▶ Qualifikation</li> </ul> </li> </ul> <p>Meist ergeben sich zusätzliche Vorgaben aus dem externen Qualitätsmanagementsystem oder durch Anforderungen des Kunden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Externes QMS                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anforderung und Sichtung zutreffender Verfahrensanweisungen und Arbeitsanweisungen</li> <li>▶ Anforderung und Sichtung zutreffender Prüfanweisungen/Spezifikation des Kunden</li> <li>▶ Berücksichtigung der Dokumentenlenkung</li> </ul> </li> <li>▶ Kundenspezifische Vorgaben                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Überprüfung der Einsatzgenehmigung</li> <li>▶ Berücksichtigung der örtlichen Sicherheits- und Gefahrstoffbestimmungen</li> <li>▶ Betriebsanweisungen von z. B. innerbetrieblichen Sicherheitsverantwortlichen</li> <li>▶ Klärung der Zugangsberechtigungen</li> <li>▶ Klärung der Prüfmittelbereitstellung</li> <li>▶ Identifikation des Ansprechpartners</li> <li>▶ Berücksichtigung des örtlichen Strahlenschutzes                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zuständigkeit</li> <li>▶ Verfahren der Unterweisung</li> </ul> </li> <li>▶ Transport von Prüfmitteln, z. B. radioaktiven Stoffen</li> <li>▶ Zuarbeiten (Gerüst, Isolation, Reinigung, Absperrung, Personalgestaltung)</li> <li>▶ Vorgaben zu Prüfzeitpunkt und Dauer</li> <li>▶ Vorgaben zur Prüfdurchführung                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vorgabe bestimmter Techniken</li> <li>▶ Einsatz von Lösemitteln erlaubt oder nicht</li> </ul> </li> <li>▶ Prüfbeteiligung (Kunde, Behörde)</li> <li>▶ Maßnahmen nach Durchführung der Prüfung (Rückbau, Entsorgung, Korrosionsschutz, Umgang mit Anzeigen, Freimeldung des Arbeitsplatzes)</li> <li>▶ Freigabeverfahren nach Beendigung des Prüfeinsatzes</li> <li>▶ Prüfdokumentation</li> <li>▶ Information des Kunden über Prüfverlauf und Ergebnis</li> </ul> </li> </ul> <p><b>LF 9, 10, 14, 16b, 17d im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |


| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| <b>E3</b>   |                            |   |   |
| <b>Vorbereiten von Prüfarbeitsplätzen in technischen Systemen (§ 4 Absatz 7 Nummer 3)</b>   |                            |   |   |
| <p>a) vor- und nachgelagerte Bereiche im Einsatzgebiet ermitteln, Verantwortungsbereiche und Prüfdurchführung abstimmen, Kunden auf spezifische Prüfbedingungen und Prüfdurchführungen hinweisen und beraten</p> <p>b) prüfungsrelevante Komponenten und Bereiche im Einsatzgebiet ermitteln; Zugänglichkeit und Prüfbarkeit nach den geforderten Vorgaben beurteilen</p> <p>c) örtliche Arbeitssicherheitsmaßnahmen und Strahlenschutzmaßnahmen berücksichtigen; Fremdleistungen veranlassen, überwachen und prüfen</p> <p>d) Prüfgeräte und -mittel unter Berücksichtigung der anlagenspezifischen Gegebenheiten und unter Einbeziehung der Belastungsbedingungen positionieren</p> |                            |   | <p>Bevor ein Prüfeinsatz durchgeführt werden kann, muss dieser unter Berücksichtigung aller Vorgaben (Regelwerke, Kundenanforderungen) am Prüfort vorbereitet werden. Dazu gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erhalt der Zugangsberechtigung in die Anlage (Zutrittsberechtigungen, Unterweisungen, Einsatzgenehmigung)</li> <li>▶ Kontaktaufnahme mit Verantwortlichen vor Ort bezüglich: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Betriebsleitung</li> <li>▶ Prüfaufsicht</li> <li>▶ Qualitätssicherung</li> <li>▶ Arbeitssicherheit</li> <li>▶ Strahlenschutz</li> <li>▶ Organisation der Zuarbeiten</li> </ul> </li> </ul>  <p>Abbildung E3-1: Strahlenschutzmaßnahmen in einem Kraftwerk (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Arbeitsplatzvorbereitung <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Identifizierung des Prüfortes</li> <li>▶ Machbarkeitsprüfung (Siehe dazu <b>Aufgabenbeispiel E2</b>)</li> <li>▶ Festlegung des Prüfbereichs</li> <li>▶ Abstimmung der Fremdleistungen <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zugänglichkeit</li> <li>▶ Gerüstbau</li> <li>▶ Abisolierung</li> <li>▶ Oberflächenvorbereitung</li> </ul> </li> <li>▶ Überwachung der Fremdleistung</li> </ul> </li> </ul> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
|  |                            | 8 | <p>▶ Optimierung des Prüfablaufes; z. B. die Durchführung von mehreren Prüfverfahren an Schweißnähten (z. B. PT und UT). In welcher Reihenfolge sind die Verfahren durchzuführen. Festlegung von Prüfbereichen, einzusetzender Geräte und Personal.</p>  <p><i>Abbildung E3-2: Vorbereitung einer Durchstrahlungsprüfung – Filmlageplan an einer Armatur (2)</i></p> <p>▶ Festlegung der Arbeitssicherheitsmaßnahmen<br/>                 ▶ Festlegung der Strahlenschutzmaßnahmen<br/>                 ▶ Ermittlung des Betriebszustandes am Prüfort<br/>                 ▶ Einfluss der Prüfdurchführung bei laufendem/durchlaufenden Betrieb oder bei Stillstand, z. B. Revision</p> <p><b>LF 14, 16b, 17d im 3./4. Schuljahr</b></p> |

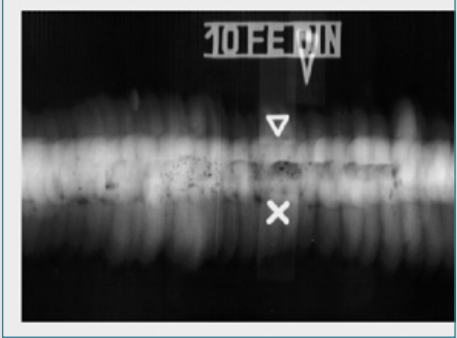
| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| <b>E4</b><br><b>Durchführen von Prüfverfahren und -prozessen im Einsatzgebiet und Umsetzen von Anforderungen des Qualitätsmanagements (§ 4 Absatz 7 Nummer 4)</b>   |                            |   |  |
| <p>a) wiederkehrende Prüfungen, Zwischen- und Abnahmeprüfungen hinsichtlich Prüfmittel, Prüfdurchführung und Dokumentation unterscheiden</p> <p>b) Bauteile und Komponenten auf Dimensionen, Werkstoffeigenschaften und Materialfehler prüfen</p> <p>c) Prüfanweisungen für zerstörungsfreie Prüfung von Oberflächenfehlern und oberflächennahen Fehlern in unterschiedlichen technischen Anlagen, unterschiedlichen Werkstoffen und Bauteildimensionen erstellen</p> <p>d) Prüftechniken verfahrensspezifisch und prüfproblemabhängig auswählen, Anwendungsbereiche abgrenzen</p> <p>e) umgebungs- und anlagenbedingte Einflüsse des Einsatzgebietes auf die Prüfdurchführung und die Prüfergebnisse berücksichtigen</p> <p>f) Bauteile und Komponenten aus unterschiedlichen Werkstoffen mit zerstörungsfreien Prüfverfahren, durch Sichtprüfung, Eindringprüfung, Magnetpulverprüfung, Ultraschallprüfung und Durchstrahlungsprüfung untersuchen</p> |                            |   | <p>Allgemeine Prüfdurchführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vorgaben des Qualitätsmanagementsystems</li> <li>▶ Berücksichtigung systemspezifischer Vorgaben <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Werkstoffe und Dimensionen</li> <li>▶ Umgebungsbedingungen</li> <li>▶ Potentielle Schädigungsmöglichkeiten</li> </ul> </li> </ul>  <p><i>Abbildung E4-1: Prüfung von Wärmetauscher in einem Kraftwerk (2)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Umsetzung Prüfanweisung/Kundenspezifikation; ggf. Erstellung Prüfanweisung Oberflächenverfahren</li> <li>▶ Festlegung der Prüfteilnehmer</li> <li>▶ Zustand des Prüfbereiches</li> <li>▶ Anwendung der Prüfmittel und Prüftechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Oberflächenverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sichtprüfung</li> <li>▶ Eindringprüfung</li> <li>▶ Magnetpulverprüfung</li> </ul> </li> <li>▶ Volumenverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ultraschallprüfung</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|--|----------------------------|----|--|
|  | 1                          | 2  |  |
|  |                            | 16 | <div data-bbox="943 600 1337 1178" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="943 1193 1441 1227"><i>Abbildung E4-2: Ultraschallprüfung in einer Gaskugel (2)</i></p> <ul data-bbox="975 1249 1209 1283" style="list-style-type: none"> <li>▶ Durchstrahlungsprüfung</li> </ul> <div data-bbox="943 1312 1398 1682" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="943 1697 1398 1765"><i>Abbildung E4-3: Durchstrahlungsprüfung in einer Raffinerie mit Isotop (2)</i></p> <ul data-bbox="943 1787 1198 1921" style="list-style-type: none"> <li>▶ Sonstige Prüfverfahren             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dimensionsprüfung</li> <li>▶ Mobile Härteprüfung</li> <li>▶ Werkstoffidentifikation</li> </ul> </li> </ul> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
|  |                            |   | <p>Integrative qualitätssichernde Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Überprüfung der Kalibrierung Prüfgeräte/Prüfsystem</li> <li>▶ Justierung des Prüfsystems</li> <li>▶ Überprüfung Betrachtungsbedingungen</li> <li>▶ Überprüfung der Prüfparameter, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anzeigeempfindlichkeit</li> <li>▶ Feldstärkemessung</li> <li>▶ Empfindlichkeits-/Entfernungsjustierung</li> <li>▶ Geometrische Aufnahmebedingungen</li> </ul> </li> <li>▶ Insbesondere Filmauswertung bei RT <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Konstanzprüfung des Filmentwicklungssystems</li> <li>▶ Überprüfung Betrachtungsgerät</li> <li>▶ Schwärzungsmessung</li> <li>▶ Bildgüteüberprüfung</li> </ul> </li> </ul> <p>Wiederkehrende Prüfung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gesetzliche Vorgaben und/oder betriebsinterne Richtlinien <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Festlegung Zeitintervall</li> <li>▶ Festlegung vergleichbarer Prüftechnik</li> <li>▶ Festlegung ergänzender Prüfverfahren</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="940 1294 1398 1635" data-label="Image"> </div> <p>Abbildung E4-4: Zerstörungsfreie Prüfung einer Rohrleitungshalterung (2)</p> <p>Zwischenprüfung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vorprüfung vor Abnahmeprüfung</li> <li>▶ Vorprüfung vor Abschluss der Arbeiten</li> <li>▶ aufgrund von Vorkommnissen oder Schädigungseinflüssen</li> </ul> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|---|---|
|  | 1                          | 2 |   |
|  |                            |   |  <p data-bbox="938 1099 1358 1128"><i>Abbildung E4-5: Prüfung an einer Gaskugel (2)</i></p> <p data-bbox="911 1155 1070 1184">Abnahmeprüfung</p> <ul data-bbox="911 1189 1437 1290" style="list-style-type: none"> <li>▶ gesetzliche Vorgaben und/oder betriebsinterne Richtlinien</li> <li>▶ Endprüfung mit dem Kunden</li> <li>▶ Freigabe des Bauteils oder der Anlage</li> </ul> <p data-bbox="911 1308 1310 1337"><b>LF 14, 16b, 17d im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |



| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten   | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|--|----------------------------|----|---|
|  | 1                          | 2  |   |
| <b>E5</b>  |                            |    |   |
| <b>Analysieren von Prüfergebnissen (§ 4 Absatz 7 Nummer 5)</b>   |                            |    |   |
| a) Filmbewertungen in der Durchstrahlungsprüfung durchführen<br>b) Zulässigkeitsgrenzen in der Schweißnahtprüfung bei Stumpf- und Kehlnähten ermitteln<br>c) Prüfungen unter Beachtung der Registrier- und Zulässigkeitsgrenzen in der Durchstrahlungs-, Ultraschall-, Eindring-, Sicht- und Magnetpulverprüfung nach Vorgaben bewerten<br>d) Prüfergebnisse verschiedener Prüfverfahren unter Beachtung der Zulässigkeitsgrenzen miteinander vergleichen. |                            | 10 | Einstufung von Prüfergebnissen/Protokollierung unter Berücksichtigung der <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vorgaben des Qualitätsmanagementsystems</li> <li>▶ Regelwerke</li> <li>▶ Prüfanweisung/Spezifikation</li> <li>▶ Durchführung einer Plausibilitätsprüfung</li> <li>▶ Berücksichtigung der Registrier-/Zulässigkeitsgrenzen</li> <li>▶ Überprüfung des Prüfergebnisses durch Prüfaufsicht</li> </ul>  <p>Abbildung E5-1: Durchstrahlungsaufnahme einer Schweißnaht mit Schweißnahtfehlern (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ggf. Vergleich mit Ergebnissen aus früheren Prüfungen oder anderen Prüfverfahren</li> </ul> <p><b>LF 10, 14, 16b, 17d im 2. und 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |                                      | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|--------------------------------------|--|
|   | 1                          | 2                                    |  |
| <b>E6</b><br><b>Durchführen von Maßnahmen nach Prüfungen (§ 4 Absatz 7 Nummer 6)</b>  |                            |                                      |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Arbeitsbereiche für den regulären Anlagenbetrieb freigeben; Prüfaufsichtspersonal benachrichtigen</li> <li>b) Nachbehandlungs- und Nachbearbeitungsverfahren nach Vereinbarung oder Absprache mit Verantwortlichen festlegen und durchführen</li> <li>c) Nachprüfungen nach Vereinbarung oder Absprache mit Verantwortlichen festlegen und durchführen</li> <li>d) Nachbehandlungsmaßnahmen nachvollziehbar dokumentieren</li> <li>e) Arbeitsleistungen vertragsgemäß abrechnen, Abrechnungsdaten erstellen, Nachkalkulationen durchführen</li> <li>f) Vergleich mit ursprünglicher Prüfplanung durchführen, Prüfergebnisse und Prüfdurchführung mit Auftraggeber bewerten</li> </ul> |                            | <p style="text-align: center;">3</p> | <p>Information an Prüfaufsicht</p> <p>Abstimmung mit Prüfaufsicht bei erforderlichen Nacharbeiten, wie z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Befund belassen und dokumentieren</li> <li>▶ Schleifen</li> <li>▶ Fräsen</li> <li>▶ Nachschweißen</li> <li>▶ Belastungsreduzierung</li> </ul> <div data-bbox="940 981 1299 1238" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;"><i>Abbildung E5-2: Visuelle Prüfung mittels Endoskop an einer Rohrleitung in einer Raffinerie (2)</i></p> <p>Abstimmung mit Prüfaufsicht über</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zuständigkeiten und Durchführungen der Maßnahmen             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Festlegung von Verfahren</li> <li>▶ Festlegung von Nachprüfungen</li> <li>▶ Festlegung Prüfbeteiligung</li> <li>▶ Dokumentation der Abweichungen</li> <li>▶ Dokumentation der Nachbehandlung</li> <li>▶ Bewertung der Nachbehandlung</li> <li>▶ Festlegung von Prüfintervallen</li> </ul> </li> <li>▶ Prüfmittelentfernung</li> <li>▶ Rückbau Hilfsmittel</li> <li>▶ Reinigung des Arbeitsplatzes</li> <li>▶ Freimeldung</li> </ul> <p>Abrechnung von Prüfleistungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Feststellung Prüfaufwand</li> <li>▶ Unterscheidung Regelprüfung/Mehraufwand</li> <li>▶ Abrechnung Regelprüfung</li> <li>▶ Abrechnung Mehraufwand</li> <li>▶ Nachkalkulation</li> </ul> <p>Optimierung der ursprünglichen Prüfplanung</p> <p><b>LF 14, 16b, 17d im 3./4. Schuljahr</b></p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |    | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|----|--|
|   | 1                          | 2  |  |
| <b>E7</b>   |                            |    |  |
| <b>Dokumentieren des technischen Systemzustandes (§ 4 Absatz 7 Nummer 7)</b>  |                            |    |  |
| <p>a) Rohrleitungspläne, isometrische Zeichnungen und Baupläne anwenden</p> <p>b) Inspektionsbefunde und Instandhaltungsmaßnahmen dokumentieren und visualisieren</p> <p>c) kundenspezifische Dokumentationsanforderungen einhalten; komponenten- und systemspezifische Dokumentation erstellen</p>   |                            | 10 |  <p><i>Abbildung E5-3: Dokumentation einer Ultraschallprüfung am Prüfobjekt (2)</i></p> <p>Dokumentationsanforderungen identifizieren<br/>                     Prüfergebnisse zuordnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rohrleitungspläne</li> <li>▶ isometrische Zeichnungen</li> <li>▶ Baupläne</li> </ul> <p>Prüfergebnisse dokumentieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Eintrag in Zeichnungen/Isometrien</li> <li>▶ digitale Erfassung in IT-Systemen</li> <li>▶ Fotodokumentation</li> <li>▶ Inspektionsbefund/Protokoll</li> </ul> <p><b>LF 17d im 3./4. Schuljahr</b></p> |
| <b>E8</b>   |                            |    |  |
| <b>Analysieren von Fehlerursachen (§ 4 Absatz 7 Nummer 8)</b>   |                            |    |  |
| <p>a) Vorgehensweise zur systematischen Untersuchung von Schadensfällen festlegen</p> <p>b) unterstützende zerstörungsfreie Prüfverfahren zur Fehleranalyse festlegen und durchführen</p> <p><b>Fotos:</b><br/>                     (1) Mit freundlicher Genehmigung von VECTOR TUB GmbH<br/>                     (2) Mit freundlicher Genehmigung von Jürgen Müller, Sachverständiger für die Fachrichtung Systemtechnik</p> |                            | 6  | <p>Dokumentation des Schadensbildes</p> <p>Unterstützung bei der Bestandsaufnahme durch Erfassung konstruktiver, werkstoff- und fertigungstechnischer Besonderheiten</p> <p>Unterstützung bei der Aufstellung des Untersuchungsplanes</p> <p>Einsatz Untersuchungs-/Prüfverfahren</p> <p>Dokumentation der Untersuchungsergebnisse</p> <p>Unterstützung bei der Ermittlung der Schadensursache</p> <p><b>LF 15, 17d im 3./4. Schuljahr</b></p>   |

| Verfahren                       | PT<br>Farbeindringprüfung   | MT<br>Magnetpulverprüfung                               | VT<br>Sichtprüfung                       | UT<br>Ultraschallprüfung   | RT<br>Durchstrahlungs-<br>prüfung  | ET<br>Wirbelstromprüfung   | HT<br>mobile Härteprüfung  |
|---------------------------------|---|---|--|--|--|--|--|
| <b>Verfahrensnorm</b>           | DIN EN ISO 3452-1<br>Eindringprüfung:<br>Grundlagen                 | DIN EN ISO 9934-1<br>Magnetpulverprüfung:<br>Grundlagen | DIN EN 13018<br>Sichtprüfung: Grundlagen | DIN EN ISO 16810<br>Ultraschallprüfung:<br>Grundsätze                                      | DIN EN ISO 5579<br>Durchstrahlungsprüfung:<br>Grundlagen   | DIN EN ISO 15549<br>Wirbelstromprüfung:<br>Grundlagen                                      | DIN EN ISO 16859-1...-3<br>Prüfverfahren Leeb                                  |
| <b>Geräte, Prüfmittel</b>       | DIN EN ISO 3452-3<br>Eindringprüfung:<br>Kontrollkörper             | DIN EN ISO 9934-3<br>Magnetpulverprüfung:<br>Geräte     | DIN EN 13927<br>Sichtprüfung: Geräte     | DIN EN ISO 16811<br>Ultraschallprüfung:<br>Empfindlichkeits- und<br>Entfernungseinstellung | DIN EN ISO 19232-1...-3<br>Bildgüte von<br>Durchstrahlungsaufnahmen<br>Bildgüteprüfkörper<br>Bildgüteklassen | DIN EN ISO 15548-1<br>Wirbelstromprüfung:<br>Prüfgeräte<br>Kenngrößen und<br>Verifizierung | DIN 50157-1...-2<br>tragbare Geräte<br>mechanische Eindring-<br>tiefenmessung  |
| <b>Kontrolle der Prüfmittel</b> | DIN EN ISO 3452-2<br>Eindringprüfung:<br>Prüfung von<br>Prüfmitteln | DIN EN ISO 9934-2<br>Magnetpulverprüfung:<br>Prüfmittel | DIN EN 13018<br>Sichtprüfung: Grundlagen | DIN EN ISO 2400<br>Kalibrierkörper K1  | DIN EN ISO 11699-1<br>Filmsystemklassifizierung  | DIN EN ISO 15548-2<br>Wirbelstromprüfung:<br>Sensoren<br>Kenngrößen und<br>Verifizierung   | DIN 50158-1...-2<br>tragbare Geräte<br>elektrische Eindring-<br>tiefenmessung  |
| <b>Schweißverbindungen</b>      | DIN EN 3452-1<br>Eindringprüfung:<br>Grundlagen                     | DIN EN ISO 17638<br>Magnetpulverprüfung                 | DIN EN ISO 17637<br>Sichtprüfung         | DIN EN ISO 17640<br>Ultraschallprüfung:<br>Techniken, Prüfklassen<br>und Bewertung         | DIN EN ISO 11699-2<br>Kontrolle der<br>Filmverarbeitung  | DIN EN ISO 15548-3<br>Wirbelstromprüfung:<br>Systeme<br>Kenngrößen und<br>Verifizierung    | DIN 50159-1...-2<br>UD-Verfahren   |
|                                 |   |   |  |  | DIN EN 25580<br>Anforderungen an<br>Filmbetrachtungsgeräte   |  | DIN EN ISO 6507-3<br>Kalibrierung von<br>Härtevergleichsplatten                |
|                                 |   |   |  |  | DIN EN ISO 17636-1<br>Durchstrahlungsprüfung<br>mit Filmen   | DIN EN ISO 17643<br>Wirbelstromprüfung von<br>Schweißverbindungen                          | DIN EN ISO 9015-1...-2<br>Härteprüfung für<br>Lichtbogenschweiß-<br>verbindung |
|                                 |   |   |  |  | DIN EN ISO 17636-2<br>Durchstrahlungsprüfung<br>mit digitalen Detektoren                                     |  |  |

| Verfahren   | PT   | MT   | VT   | UT   | RT   | ET   | HT                  |
|---|--|--|--|--|--|--|---------------------|
|   | Farbeindringprüfung  | Magnetpulverprüfung  | Sichtprüfung   | Ultraschallprüfung   | Durchstrahlungsprüfung   | Wirbelstromprüfung   | mobile Härteprüfung |
| Schweißnahtqualität<br>Bewertungsgruppen/<br>tatsächliche Fehler  | DIN EN ISO 5817<br>Schmelzschweißverbindungen<br>Bewertungsgruppen                       |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN ISO 17635   |  |  |  |  |  |                     |
|   | allgemeine Regeln<br>Tab. A.2: Bewertungsgruppe<br>ISO 5817 –<br>Zulässigkeitsgrenzen PT | allgemeine Regeln<br>Tab. A.3: Bewertungsgruppe<br>ISO 5817 – Zulässigkeits-<br>grenzen MT | allgemeine Regeln<br>Tab. A.1: Bewertungsgruppe<br>ISO 5817 –<br>Zulässigkeitsgrenzen VT | allgemeine Regeln<br>Tab. A.8–A.9: Bewertungs-<br>gruppe ISO 5817 –<br>Zulässigkeitsgrenzen UT | allgemeine Regeln<br>Tab. A.5–A.7: Bewertungs-<br>gruppe ISO 5817 –<br>Zulässigkeitsgrenzen RT | allgemeine Regeln<br>Tab. A.4: Bewertungsgruppe<br>ISO 5817 –<br>Zulässigkeitsgrenzen ET |                     |
|   | DIN EN ISO 23277<br>ZP von Schweiß-<br>verbindungen<br>Zulässigkeitsgrenzen PT           | DIN EN ISO 23278<br>ZP von Schweiß-<br>verbindungen<br>Zulässigkeitsgrenzen MT             | DIN EN ISO 5817<br>Schmelzschweiß-<br>verbindungen<br>Bewertungsgruppen                  | DIN EN ISO 11666<br>ZP von Schweiß-<br>verbindungen<br>Zulässigkeitsgrenzen UT                 | DIN EN ISO 10675-1<br>ZP von Schweiß-<br>verbindungen<br>Zulässigkeitsgrenzen RT               |  |                     |
| Verfahrensübertragung<br>Schweißverbindung<br>Schnittstelle Bewertungs-<br>gruppe ISO 5817<br>Zulässigkeitsgrenzen<br>Prüfverfahren | DIN EN ISO 23279<br>ZP von Schweiß-<br>verbindungen<br>Charakterisierung<br>von Anzeigen |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN ISO 10228-2<br>Schmiedestücke: Eindring-<br>prüfung                               |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 10228-1<br>Schmiedestücke: Magnet-<br>pulverprüfung                               |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 10228-3...-4<br>Schmiedestücke: Ultra-<br>schallprüfung                           |  |  |  |  |  |                     |
| Schmiedestücke  | DIN EN 1371-1...-2<br>Gießereiwesen:<br>Eindringprüfung                                  |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 1370<br>Gießereiwesen:<br>Bewertung des<br>Oberflächenzustandes                   |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 12680-1...-3<br>Gießereiwesen:<br>Ultraschallprüfung                              |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 12681-1...-2<br>Gießereiwesen:<br>Durchstrahlungsprüfung                          |  |  |  |  |  |                     |
| Gießereiwesen   | DIN EN 1369<br>Gießereiwesen:<br>Magnetpulverprüfung                                     |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 1371-1...-2<br>Gießereiwesen:<br>Eindringprüfung                                  |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 1370<br>Gießereiwesen:<br>Bewertung des<br>Oberflächenzustandes                   |  |  |  |  |  |                     |
|   | DIN EN 12680-1...-3<br>Gießereiwesen:<br>Ultraschallprüfung                              |  |  |  |  |  |                     |

## Aufgabenbeispiele zu Abschnitt E: Aufgabenbeispiele für Auszubildende Fachrichtung Systemtechnik

### E1 – Arbeitsaufgabe ZfP-Anzeigen und Ursache

Die folgenden Bilder zeigen Ungängen und Anzeigen, welche mit ZfP-Verfahren ermittelt werden können. Ordnen Sie den Bildern das oder die entsprechenden ZfP-Verfahren zu,

klassifizieren Sie die dargestellten Anzeigen bzw. Ungängen und geben Sie mögliche Ursachen an. Benutzen Sie dazu die anhängende Tabelle. Stellen Sie Ihre Ergebnisse vor und diskutieren Sie diese in der Arbeitsgruppe.



Bild 1

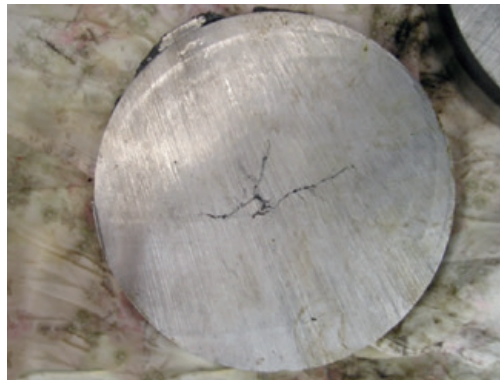


Bild 2



Bild 3



Bild 4



Bild 5



Bild 6

Bilder mit freundlicher Genehmigung der VECTOR TUB GmbH

| <b>PROTOKOLL</b>                        |   |
|---|---|
| <b>Bild 1</b>                           | <b>Bild 2</b>                           |
| ZfP-Verfahren:                          | ZfP-Verfahren:                          |
| Anzeigen- bzw. Ungängenklassifizierung: | Anzeigen- bzw. Ungängenklassifizierung: |
| Mögliche Ursachen:                      | Mögliche Ursachen:                      |
| <b>Bild 3</b>                           | <b>Bild 4</b>                           |
| ZfP-Verfahren:                          | ZfP-Verfahren:                          |
| Anzeigen- bzw. Ungängenklassifizierung: | Anzeigen- bzw. Ungängenklassifizierung: |
| Mögliche Ursachen:                      | Mögliche Ursachen:                      |
| <b>Bild 5</b>                           | <b>Bild 6</b>                           |
| ZfP-Verfahren:                          | ZfP-Verfahren:                          |
| Anzeigen- bzw. Ungängenklassifizierung: | Anzeigen- bzw. Ungängenklassifizierung: |
| Mögliche Ursachen:                      | Mögliche Ursachen:                      |



## E2 – Arbeitsaufgabe Machbarkeitsprüfung

Die gekennzeichnete Rohrrundschweißnaht eines Anlagenteils einer Müllverbrennungsanlage soll zu 100% mittels einer Magnetpulverprüfung auf Oberflächenfehler und zusätzlich mittels einer Durchstrahlungsprüfung auf innenliegende Ungängen untersucht werden.



Bild 1: Übersichtsdarstellung



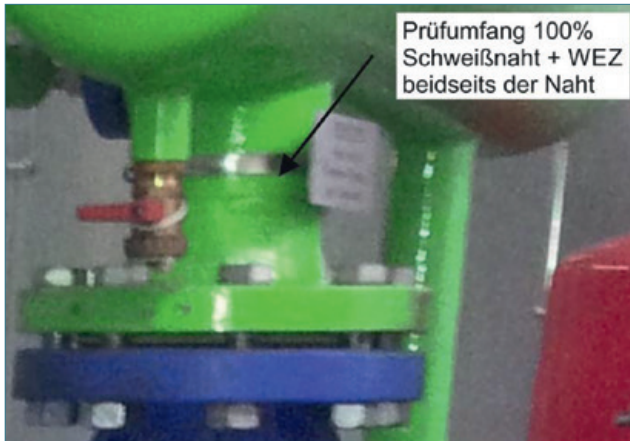


Bild 2: Detaildarstellung

Bilder mit freundlicher Genehmigung der MVA Hamm Betreiber GmbH

### Randbedingungen

1. Der Kunde fordert die Durchführung der Magnetpulverprüfung nach DIN EN ISO 17638.
2. Zur Bewertung soll nach DIN EN ISO 23278 die Zulässigkeitsgrenze 2X gelten.
3. Die Durchstrahlungsprüfung soll nach DIN EN 1435, Prüfklasse A, Bild 11 durchgeführt werden.
4. Das Rohr hat einen Durchmesser von 80 mm und eine Wanddicke von 8 mm. Die Schweißnaht hat eine Breite von 10 mm und ist als V- Naht ausgeführt.
5. Der Farbanstrich hat eine Dicke von 100 µm.

### Zur Verfügung stehende Gerätetechnik

1. Handjoch Wechselstrom mit verstellbaren Jochpolen. Jochpolquerschnitt 25 mm x 25 mm. Polabstand der festen Elemente 140 mm.
2. Ortsveränderliche 220 kV Einpolröhre mit Belichtungsdiagramm XYZ, I = 0 – 5 mA in 0,5 mA Intervallen einstellbar, Brennfleck 3 mm.
3. Isotop Selen 75 mit 1,11 TBq und Isotop Iridium 192 mit 0,851 TBq; Brennfleck bei beiden 3 mm.
4. Ellipsenzange und Röhrenstativ.

### Arbeitsaufgabe

Stellen Sie anhand der o. g. Randbedingungen und der vorhandenen Gerätetechnik fest, ob die Prüfung durchführbar ist, und legen Sie eine sinnvolle Vorgehensweise fest. Diskutieren Sie die Vorgehensweise in der Arbeitsgruppe, und stellen Sie eine entsprechende Präsentation Ihrer Arbeitsergebnisse zur Verfügung. Bei Rückfragen ist der Auftraggeber anzusprechen.

### Hinweis:

Die folgenden Arbeitsschritte stellen nur einen Auszug dar und können entsprechend der Komplexität der Prüfaufgabe variiert werden.

- ▶ Klärung der Ansprechpartner und Zuständigkeiten.
- ▶ Begehung der Anlage und Besichtigung der Gegebenheiten vor Ort.
- ▶ Anfertigung einer Skizze mit Maßen oder falls gegeben technische Zeichnung zum Anlagenteil.
- ▶ Festlegung der Bedingungen zur Durchführung der Magnetpulverprüfung anhand des Regelwerkes.
- ▶ Feststellung der Machbarkeit der Magnetpulverprüfung oder Festlegung von Maßnahmen zur Beseitigung von Störfaktoren.
- ▶ Festlegung der Bedingungen zur Durchführung der Durchstrahlungsprüfung anhand des Regelwerkes.
- ▶ Feststellung der Machbarkeit der Durchstrahlungsprüfung oder Festlegung von Maßnahmen zur Beseitigung von Störfaktoren bzw. Vorschläge zu Alternativen erarbeiten.

Ein Endergebnis könnte z. B. auch das Erarbeiten einer Prüf-anweisung zur Durchführung der Magnetpulverprüfung sein.

### 2.1.6 Abschnitt F: Gemeinsame integrative Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten                                      | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| <b>F1</b>   |                            |   |   |
| <b>Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht (§ 4 Absatz 8 Nummer 1)</b>                         |                            |   |   |
| a) Bedeutung des Ausbildungsvertrages, insbesondere Abschluss, Dauer und Beendigung, erklären |                            |   |   |
| b) gegenseitige Rechte und Pflichten aus dem Ausbildungsvertrag nennen                        |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ausbildende (Betrieb/Person)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ausbildungspflicht</li> <li>▶ Fürsorgepflicht</li> <li>▶ Sicherheitspflicht</li> <li>▶ Freistellungspflicht zum Besuch der Berufsschule</li> <li>▶ Pflicht der Anmeldung zur Abschlussprüfung</li> </ul> </li> <li>▶ Auszubildende                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lernpflicht</li> <li>▶ Gehorsamspflicht</li> <li>▶ Weisungspflicht</li> <li>▶ Sorgfaltspflicht</li> <li>▶ Schweigepflicht</li> </ul> </li> </ul> |
| c) Möglichkeiten der beruflichen Fortbildung nennen   | w.d.g.A.                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anpassungsfortbildung</li> <li>▶ Aufstiegsfortbildung</li> </ul>   |
| d) wesentliche Teile des Arbeitsvertrages nennen  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vertragsparteien</li> <li>▶ Art der Beschäftigung</li> <li>▶ Beginn des Arbeitsverhältnisses</li> <li>▶ Dauer der Probezeit</li> <li>▶ Dauer der täglichen oder wöchentlichen Arbeitszeit</li> <li>▶ Arbeitssicherheitsbestimmungen</li> <li>▶ Urlaubsanspruch</li> <li>▶ Kündigungsbestimmungen</li> <li>▶ Datensicherheitsbestimmungen</li> </ul>  |
| e) wesentliche Bestimmungen der für den ausbildenden Betrieb geltenden Tarifverträge nennen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Löhne</li> <li>▶ Urlaub</li> <li>▶ Arbeitszeit</li> <li>▶ Probezeit</li> </ul> <p><b>WISO in allen Schuljahren</b></p>   |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| <b>F2</b>   |                            |   |  |
| <b>Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes (§ 4 Absatz 8 Nummer 2)</b>   |                            |   |  |
| a) Aufbau und Aufgaben des ausbildenden Betriebes erläutern   | w.d.g.A.                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rechtsform und Struktur des Betriebes</li> <li>▶ Branchenzugehörigkeit</li> <li>▶ Ablauforganisation</li> <li>▶ Arbeitsabläufe</li> </ul>   |
| b) Grundfunktionen des ausbildenden Betriebes wie Beschaffung, Fertigung, Absatz und Verwaltung erklären  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Produktionsplanung und -steuerung</li> <li>▶ Arbeitsplanung</li> <li>▶ Materialbeschaffung</li> <li>▶ Werbung/Vertrieb</li> <li>▶ Finanzierung</li> </ul>                         |
| c) Beziehungen des ausbildenden Betriebes und seiner Beschäftigten zu Wirtschaftsorganisationen, Berufsvertretungen und Gewerkschaften nennen       |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Industrie- und Handelskammern</li> <li>▶ Gewerkschaften</li> <li>▶ Verbände</li> <li>▶ Berufsgenossenschaften</li> </ul>  |
| d) Grundlagen, Aufgaben und Arbeitsweise der betriebsverfassungs- oder personalvertretungsrechtlichen Organe des ausbildenden Betriebes beschreiben |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ der Vertrauensleute</li> <li>▶ des Betriebsrats</li> <li>▶ der Jugendvertretung</li> <li>▶ des/der Gleichstellungsbeauftragten</li> </ul> <p><b>WISO in allen Schuljahren</b></p> |
| <b>F3</b>   |                            |   |  |
| <b>Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (§ 4 Absatz 8 Nummer 3)</b>  |                            |   |  |
| a) Gefährdung von Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz feststellen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung ergreifen                                 | w.d.g.A.                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fürsorgepflicht des Arbeitgebers</li> <li>▶ Gesundheits- und Arbeitsschutzvorschriften</li> </ul>   |
| b) berufsbezogene Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften anwenden  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ BGV</li> <li>▶ VDE</li> <li>▶ vorbeugende Gesundheitsmaßnahmen</li> </ul>   |
| c) Verhaltensweisen bei Unfällen beschreiben sowie erste Maßnahmen einleiten  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sicherheitshinweise</li> <li>▶ Unfallmeldung</li> <li>▶ Erste Hilfe</li> </ul>  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren  |
|---|----------------------------|---|---|
|   | 1                          | 2 |   |
| d) Vorschriften des vorbeugenden Brandschutzes anwenden; Verhaltensweisen bei Bränden beschreiben und Maßnahmen zur Brandbekämpfung ergreifen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Brand-/Feuermelder</li> <li>▶ Feuerlöscheinrichtung</li> <li>▶ Fluchtwege/gekennzeichnete Laufwege</li> <li>▶ Sammelplätze</li> </ul> <p><b>Alle LF in allen Schuljahren</b></p>   |
| <p><b>F4</b><br/> <b>Umweltschutz (§ 4 Absatz 8 Nummer 4)</b></p> <p>Zur Vermeidung betriebsbedingter Umweltbelastungen im beruflichen Einwirkungsbereich beitragen, insbesondere</p> |                            |   |   |
| a) mögliche Umweltbelastungen durch den Ausbildungsbetrieb und seinen Beitrag zum Umweltschutz an Beispielen erklären   | w.d.g.A.                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Kühlschmierstoff</li> <li>▶ Sicherheitsdatenblätter</li> <li>▶ Lärm</li> <li>▶ Dämpfe</li> <li>▶ Beleuchtung</li> </ul>  |
| b) für den Ausbildungsbetrieb geltende Regelungen des Umweltschutzes anwenden   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ gesetzliche Regelungen</li> <li>▶ betriebliche Regelungen</li> </ul>   |
| c) Möglichkeiten der wirtschaftlichen und umweltschonenden Energie- und Materialverwendung nutzen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nachhaltigkeit</li> <li>▶ Energie- und Materialeinsparung</li> <li>▶ optimale Energie- und Materialnutzung</li> <li>▶ alternative Lösungen</li> </ul>  |
| d) Abfälle vermeiden; Stoffe und Materialien einer umweltschonenden Entsorgung zuführen   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wiederverwendung</li> <li>▶ Recycling</li> <li>▶ sortenreines Trennen</li> </ul> <p><b>Alle LF in allen Schuljahren</b></p>  |
| <p><b>F5</b><br/> <b>Handhaben von Arbeits- und Gefahrstoffen (§ 4 Absatz 8 Nummer 5)</b></p>   |                            |   |   |
| a) Arbeits- und Gefahrstoffe kennzeichnen, lagern und bereitstellen   | w.d.g.A.                   |   | <p>Kennzeichnungselemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gefahrenpiktogramme</li> <li>▶ Signalwort („Gefahr“ oder „Achtung“)</li> <li>▶ Gefahrenhinweise (H-Sätze)</li> <li>▶ Sicherheitshinweise (P-Sätze)</li> <li>▶ weitere Angaben, wie Produktname, Lieferant etc.</li> </ul> <p>Rechtsfolgen der Einstufung<br/>                     Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)</p> |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| b) Arbeitsstoffe trennen, vereinigen und reinigen   |                            |   | Mechanische Trennverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Auspressen</li> <li>▶ Sedimentieren</li> <li>▶ Filtrieren <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Normalfiltration</li> <li>▶ Zentrifugalfiltration</li> <li>▶ Druckfiltration</li> <li>▶ Vakuumfiltration</li> </ul> </li> </ul> |
| c) Säuren, Laugen, Salze und deren Lösungen sowie Wärmebehandlungsmedien handhaben  |                            |   | thermische Trennverfahren  |
| d) pH-Wert bestimmen  |                            |   |  |
| e) Lösungen, Emulsionen und Suspensionen herstellen   |                            |   |  |
| f) Arbeitsstoffe auf Veränderungen überprüfen   |                            |   |  |
| g) mit Gasen, Aerosolen und Lösemitteln umgehen   |                            |   |  |
|   |                            |   |  |
| <b>F6</b>   |                            |   |  |
| <b>Betriebliche und technische Kommunikation; Qualitätsmanagement (§ 4 Absatz 8 Nummer 6)</b>   |                            |   |  |
| a) technische Unterlagen, auch englischsprachige, insbesondere technische Zeichnungen, Prüfanweisungen, Spezifikationen, Skizzen, Normblätter, Stücklisten, Tabellen und Bedienungsanleitungen, auswählen, anwenden und archivieren | 2                          |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ elektronische Informations-Systeme</li> <li>▶ konventionelle Informations-Systeme</li> <li>▶ Medien-/Fremdsprachenkenntnisse</li> </ul>   |
| b) Prüfskizzen und Bemaßungen von Werkstücken und Prüfbjekten erstellen   |                            |   |  |
| c) auftragsbezogene Daten und Dokumente unter Berücksichtigung des Datenschutzes, insbesondere computer-gestützt, pflegen, sichern und archivieren  |                            |   |  |

| Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten  | Wochen vor/nach Teil 1 GAP |   | Erläuterungen und Hinweise und Zuordnung der Lernfelder (LF) der Berufsschule nach Schuljahren   |
|---|----------------------------|---|--|
|   | 1                          | 2 |  |
| d) Gespräche mit Kunden, Vorgesetzten und im Team führen  |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grundregeln der Kommunikation</li> <li>▶ Sprach-/Fachkompetenz</li> <li>▶ Teamfähigkeit</li> <li>▶ Medien-/Methodenkompetenz</li> <li>▶ Selbst-/Sozialkompetenz</li> <li>▶ Kommunikationsfähigkeit</li> </ul> |
| e) Konflikte im Team erkennen und zur Lösung beitragen  |                            | 3 |  |
| f) Methoden des betrieblichen Qualitätsmanagements anwenden   |                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Unternehmensgrundsätze</li> <li>▶ Normen zum Qualitätsmanagement</li> <li>▶ QM-Handbuch</li> <li>▶ ISO 9000 ff.</li> </ul> <p><b>Alle LF in allen Schuljahren</b></p>   |
| <b>F7</b>   |                            |   |  |
| <b>Bearbeiten von Werkstücken aus unterschiedlichen Werkstoffen (§ 4 Absatz 8 Nummer 7)</b>                     |                            |   |  |
| a) Längen, Winkel, Flächen und Formen messen und überprüfen   |                            |   | <b>Alle LF in allen Schuljahren</b>  |
| b) Oberflächenqualität beurteilen   | 3                          |   |  |
| c) Werkstücke durch Feilen, Bohren, Sägen, Schleifen und Polieren bearbeiten und verfahrensgerecht kennzeichnen |                            |   |  |
| d) Verbindungen form-, kraft- und stoffschlüssig herstellen   |                            | 2 |  |
| <b>F8</b>   |                            |   |  |
| <b>Warten und Pflegen von Werkzeugen, Messgeräten und Betriebseinrichtungen (§ 4 Absatz 8 Nummer 8)</b>         |                            |   |  |
| a) Werkzeuge, Messgeräte und prüftechnische Einrichtungen pflegen   |                            |   | <b>Alle LF in allen Schuljahren</b>  |
| b) Funktionsfähigkeit von Werkzeugen, Messgeräten und prüftechnischen Einrichtungen überprüfen                  | 3                          |   |  |
| c) Messgeräte kalibrieren   |                            |   |  |



# 3 Qualifizierung und Zertifizierung





## 3.1 Erläuterungen zur Möglichkeit der Qualifizierung und Zertifizierung für zerstörungsfreie Prüfverfahren nach DIN EN ISO 9712

### Einleitung

Qualifizierung und Zertifizierung nach DIN EN ISO 9712 von Werkstoffprüferauszubildenden ist nicht Bestandteil der Verordnung.

Aber Ausbildungsbetriebe, die nach DIN EN ISO 9712 zertifizierte Werkstoffprüfer einsetzen müssen oder wollen, können dies in Verbindung mit der Ausbildung wie unten beschrieben machen.

Anlass für den Einsatz zertifizierten Prüfpersonals können z. B. Vorgaben der Auftraggeber in bestimmten Industriesektoren sein. Dazu müsste der Ausbildungsbetrieb seinen Aus-

zubildenden während oder nach der Ausbildung in entsprechende ZfP-Kurse und Qualifizierungsprüfungen entsenden. Nach bestandener Qualifizierungsprüfung, aktueller Sehfähigkeitsbescheinigung und ausreichender Erfahrungszeit könnte der Kandidat dann zertifiziert werden (siehe Anlage A: Beispiel Zertifizierungsantrag).

### Übersicht über Qualifizierungsmöglichkeiten

Unter den oben beschriebenen Voraussetzungen können Ausbildungsbetriebe **bei Bedarf** ihre Auszubildenden nach DIN EN ISO 9712 **qualifizieren**. Das gilt für folgende ZfP-Verfahren in den jeweiligen Fachrichtungen:

| Werkstoffprüfer/in<br>Fachrichtungen                    | Metaltechnik | Wärme-<br>behandlungs-<br>technik | Kunststoff-<br>technik | Systemtechnik | Qualifizierung<br>möglich ca. ab<br>Ausbildungsmonat |
|---|--------------|-----------------------------------|------------------------|---------------|--|
| Sichtprüfung Stufe 1<br>(DIN EN ISO 9712 VT1)           | X            | X                                 | X                      | X             | nach Abschlussprüfung<br>Teil 1                      |
| Sichtprüfung Stufe 2<br>(DIN EN ISO 9712 VT2)           |              |                                   |                        | X             | 40   |
| Eindringprüfung Stufe 1<br>(DIN EN ISO 9712 PT1)        | X            | X                                 | X                      | X             | nach Abschlussprüfung<br>Teil 1                      |
| Eindringprüfung Stufe 2<br>(DIN EN ISO 9712 PT2)        |              |                                   |                        | X             | 40   |
| Magnetpulverprüfung Stufe 1<br>(DIN EN ISO 9712 MT1)    | X            | X                                 | X                      | X             | nach Abschlussprüfung<br>Teil 1                      |
| Magnetpulverprüfung Stufe 2<br>(DIN EN ISO 9712 MT2)    |              |                                   |                        | X             | 40   |
| Ultraschallprüfung Stufe 1<br>(DIN EN ISO 9712 UT1)     | X            | X                                 | X                      | X             | 24   |
| Durchstrahlungsprüfung Stufe 1<br>(DIN EN ISO 9712 RT1) |              |                                   |                        | X             | 40   |

Tabelle 1: Übersicht über Qualifizierungsmöglichkeiten

Eine spätere **Zertifizierung** ist dann nach Erfüllung der geforderten industriellen Erfahrungszeiten, wie in DIN EN ISO 9712 festgelegt, möglich.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, kann der Auszubildende bei Erfüllung der oben genannten Bedingungen bereits während der Ausbildung an einer Qualifizierungsprüfung teilnehmen (siehe Tabelle 1, rechte Spalte).

## Anerkennung der theoretischen Schulungsinhalte

Durch die Anlage 2 der Verordnung „Regelung zur Vermittlung der Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten bezüglich der Zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) nach DIN EN ISO 9712“ (im weiteren „Entsprechungsliste“) und den Hinweis in § 4.1 der Verordnung ist sichergestellt, dass die theoretischen Schulungsinhalte, die in der Berufsschule hinsichtlich der zerstörungsfreien Prüfverfahren vermittelt werden, den Anforderungen an Schulungsinhalte nach DIN EN ISO 9712 entsprechen. Gleiches gilt für die praktische Unterweisung durch den Ausbildungsbetrieb.

Der Auszubildende würde also im ZfP-Kursus eine Wiederholung der in der Berufsschule vermittelten Unterrichtsinhalte und der praktischen Erfahrung im Ausbildungsbetrieb erfahren.

Da die Entsprechungsliste gewährleistet, dass die theoretischen und praktischen ZfP-Inhalte in dem Umfang und der Ausführlichkeit wie von der Norm DIN EN ISO 9712 gefordert unterrichtet werden, haben die Personalzertifizierungsstellen

- ▶ *SECTOR Cert Gesellschaft für Zertifizierung mbH* und
- ▶ *Personalzertifizierungsstelle (DPZ) der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP) e.V.*

nachfolgendes Verfahren bezüglich IHK-Werkstoffprüferauszubildender vereinbart.

Weitere Personalzertifizierungsstellen können sich in Zukunft dem Verfahren anschließen. Informationen darüber finden Sie unter

<http://www.dgzfp.de/Nachwuchsarbeit/Werkstoffprüfer-in-Systemtechnik>

## ZfP-Nachweis und Zulassungsvoraussetzung

Die oben genannten Personalzertifizierungsstellen haben sich darauf verständigt, die Kursdauer der betreffenden ZfP-Kurse auf einen oder mehrere Vorbereitungsstage zu reduzieren (siehe Tabelle 2). Dazu ist ein schriftlicher Nachweis Voraussetzung, der bestätigt, dass

- ▶ die theoretischen Schulungsinhalte in dem oder den ZfP-Verfahren gemäß Entsprechungsliste lückenlos vermittelt wurden (keine Fehlzeiten des Auszubildenden bzw. nachgewiesene Nachschulung bei Fehlzeiten),
- ▶ die praktische Vertiefung im Ausbildungsbetrieb oder ggf. bei Verbundpartnern gemäß Entsprechungsliste ebenfalls lückenlos stattgefunden hat.

Für die Zulassung zur Qualifizierungsprüfung sind weiterhin erforderlich:

- ▶ Sehfähigkeitsbescheinigung gemäß DIN EN ISO 9712 Abs. 7.4 und
- ▶ Bestätigung von mindestens 10 % der von der Norm geforderten Erfahrungszeiten.

| ZfP-Verfahren und Stufen                    | VT1, PT1, MT1 | VT2, PT2, MT2 | RT1 | UT1 |
|---|---------------|---------------|-----|-----|
| Anzahl der Vorbereitungsstage <sup>1)</sup> | 1             | 1             | 2   | 3   |

<sup>1)</sup> nach der Überprüfung der ZfP-Nachweise durch Zertifizierungsstellen kann sich die Anzahl der Vorbereitungsstage erhöhen, wenn die geforderten ZfP-Inhalte (Theorie und Praxis) nicht vollständig nachgewiesen wurden.

Tabelle 2: Anzahl der Vorbereitungsstage

Die Gebühren für die Vorbereitungsstage und für die Qualifizierungsprüfungen finden sich auf den jeweiligen Webseiten der Personalzertifizierungsstellen.

Mit den Personalzertifizierungsstellen abgestimmte Vorlagen für den ZfP-Nachweis finden sich in Anlage 2 oder können auf der Webseite der Personalzertifizierungsstelle heruntergeladen werden. Es wird empfohlen, anders gestaltete Nachweise vor Verwendung mit der entsprechenden Personalzertifizierungsstelle abzustimmen.

## Handreichung zur Umsetzung der Qualifizierungs- und Zertifizierungsanforderungen

Das Verfahren der Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung im Rahmen der IHK-Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer/zur Werkstoffprüferin entsprechend den Anforderungen der Norm DIN EN ISO 9712 ist auch ausführlich beschrieben in der „Handreichung zur Umsetzung der Qualifizierungs- und Zertifizierungsanforderungen“. Dieses Dokument wird auf der Webseite

[www.dgzfp.de/Nachwuchsarbeit/Werkstoffprüfer-in-Systemtechnik/Download](http://www.dgzfp.de/Nachwuchsarbeit/Werkstoffprüfer-in-Systemtechnik/Download)

oder

<http://www.sectorcert.com/qualifizierung/allgemeines-zu-schulungen.html>

zum Herunterladen bereitgestellt.

**ZfP-Nachweis** für das Prüfverfahren **Sichtprüfung VT Stufe 1**

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 1 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Name:</b>   | <b>Vorname:</b>       |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>                 | <b>Ausbilder/-in:</b> |
| <b>zuständige IHK:</b>                               | <b>Anschrift:</b>     |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b> | <b>3,5 Jahre</b>      |

**Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)<sup>1</sup>**

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <p><b>1. Physikalische Grundlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sichtprüfung</li> <li>▶ Licht</li> <li>▶ Lichttechnische Größen</li> <li>▶ Lichtfarbe</li> <li>▶ Beleuchtung</li> <li>▶ Optik</li> <li>▶ Physiologische Optik</li> </ul> | <p><b>2. Arbeits- und Gerätetechniken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Oberflächenbeschaffenheit</li> <li>▶ Lichtquellen</li> <li>▶ Beleuchtungsstärke</li> <li>▶ Betrachtungsbedingungen</li> <li>▶ Kontrast</li> <li>▶ Hilfsmittel</li> <li>▶ Dokumentation</li> </ul> | <p><b>3. Merkmals- und Fehlerkunde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gießverfahren und Gussfehler</li> <li>▶ Umformung: Schmiedeteile und Walzprodukte und Fehlermöglichkeiten</li> <li>▶ Schmieden: Verfahren, Qualitätsanforderungen, Schweißnahtfehler, Prüfung und Bewertung</li> </ul> | <p><b>4. Endoskopie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Endoskope</li> <li>▶ Flexible Endoskope</li> <li>▶ Videoskope</li> <li>▶ Lichtquellen</li> </ul> |
|---|--|--|---|

Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt oder

Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage A wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt

**Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| 5. Bestimmung von Oberflächenrauheiten (mind. 2 h) | 6. Direkte Sichtprüfung an <b>Schweißverbindungen, Schmiedeteilen und Gesenkschmiedeteilen</b> nach Prüfanweisung (mind. 6 h) | 7. Direkte Sichtprüfung mit dem Endoskop an geschweißten Rohrleitungen nach Prüfanweisung (mind. 2 h) | 8. Direkte Sichtprüfung an <b>Schweißverbindungen, Gussdruckteilen aus Aluminium</b> nach Prüfanweisung (mind. 2 h) |
|--|---|---|---|

Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt

|                                  |                                     |  |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
|                                  |                                     | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)): |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r |  |

<sup>1</sup> Anlage A des HP-Nachweises entspricht der Anlage 2 der Verordnung

### ZfP-Nachweis für das Prüfverfahren Sichtprüfung VT Stufe 2

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 2 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>Name:</b>   |  | <b>Vorname:</b>   |  |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>   |  | <b>Ausbilder/-in:</b>   |  |
| <b>zuständige IHK:</b>   |  | <b>Anschrift:</b>   |  |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b>   |  | <b>3,5 Jahre</b>  |  |
| <b>Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)<sup>2</sup></b>   |  |   |  |
| <b>1. Regelwerke zur Sichtprüfung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grundlagen der Sichtprüfung</li> <li>▶ Direkte und indirekte Sichtprüfung</li> <li>▶ Hilfsmittel und Geräte</li> </ul>  |  | <b>2. Fehlerkunde</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Oberflächenrauheit</li> <li>▶ Oberflächenbeschaffenheit</li> <li>▶ Geometrische Unregelmäßigkeiten</li> <li>▶ Zulässigkeitsgrenzen</li> </ul>          |  |
| <b>3. Prüfanweisung erstellen</b> für die direkte und indirekte Sichtprüfung von <b>Schweißverbindungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> |  |   |  |
| <b>4. Prüfanweisung erstellen</b> für die Prüfung von <b>Schmiedestücken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul>                                |  | <b>5. Prüfanweisung erstellen</b> für die Prüfung von <b>Gussstücken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> |  |
| <b>6. Prüfanweisung erstellen</b> für die Sichtprüfung an <b>komplexen Bauteilen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul>                        |  |   |  |
| <input type="checkbox"/>   | <b>Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt</b> oder   |   |  |
| <input type="checkbox"/>   | <b>Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage 1 wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt</b> |   |  |
| <b>Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:</b>  |  |   |  |
| <b>7. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die direkte Sichtprüfung an ebenen <b>Schweißnähten</b> und Kehlnähten inkl. Prüfdurchführung, Bewertung der Unregelmäßigkeiten und Erstellen des Prüfberichts (mind. 6 h)                                   |  | <b>8. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Sichtprüfung mit <b>Endoskopen</b> nach Stand der Technik inkl. Prüfdurchführung, Bewertung der Unregelmäßigkeiten und Erstellen des Prüfberichts (jeweils mind. 4 h) |  |
|  |  | <b>9. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die direkte Sichtprüfung an <b>weiteren Prüfobjekten</b> aus den prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik (mind. 4 h)   |  |
|  |  | <b>10. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Sichtprüfung an <b>komplexen Bauteilen</b> nach Stand der Technik (mind. 4 h)  |  |
| <input type="checkbox"/>   | <b>Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt</b>  |   |  |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in   |  | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r   |  |
|  |  | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)):  |  |

<sup>2</sup> Anlage A des HP-Nachweises entspricht der Anlage 2 der Verordnung

**ZfP-Nachweis** für das Prüfverfahren **Eindringprüfung PT Stufe 1**

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 1 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Name:</b>  |   | <b>Vorname:</b>   |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>  |   | <b>Ausbilder/-in:</b>   |
| <b>zuständige IHK:</b>  |   | <b>Anschrift:</b>   |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b>  |   | <b>3,5 Jahre</b>  |
| <b>Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)</b>  |   |   |
| <b>1. Physikalisch-chemische Grundlagen der Eindringprüfung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prinzip der Eindringprüfung</li> <li>▶ Kapillarwirkung und Eindringvermögen</li> <li>▶ Viskosität und Eindringdauer</li> </ul> | <b>2. Eigenschaften und Kontrolle der Prüfmittelsysteme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Eindringmittel</li> <li>▶ Zwischenreiniger</li> <li>▶ Entwickler</li> <li>▶ Farbeindringmittelsysteme</li> <li>▶ Fluoreszierende Eindringmittelsysteme</li> <li>▶ Empfindlichkeitsklassifizierung</li> <li>▶ Kontrolle des Anzeigevermögens</li> </ul> | <b>3. Arbeitssicherheit und Umweltschutz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gefahrstoffe</li> <li>▶ UV-Strahlung</li> </ul> |
| <b>4. Anwendungsbereiche</b><br>Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfaren Produktsektoren gemäß Stand der Technik  |   | <b>5. Genereller Prüfablauf</b> und Prüfablauf nach Prüfanweisung   |
| <input type="checkbox"/>  | <b>Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt</b> oder  |   |
| <input type="checkbox"/>  | <b>Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage 1 wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt</b>  |   |
| <b>Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:</b>   |   |   |
| <b>6. Durchführung der Eindringprüfung an Schweißnähten</b> mit dem farb- und fluoreszierendem Eindringverfahren nach Prüfanweisung; Prüfbericht (mind. 3 h)  | <b>7. Farbeindringprüfung von Gussstücken</b> nach Prüfanweisung; Prüfbericht (mind. 1,5 h)   | <b>8. Eindringprüfung (fluoreszierendes Prüfmittel-) von Schmiedestücken</b> nach Prüfanweisung; Prüfbericht (mind. 1,5 h)            |
| <input type="checkbox"/>  | <b>Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt</b>   |   |
|   |   | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)):  |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in  |   | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r   |

**ZfP-Nachweis** für das Prüfverfahren **Eindringprüfung PT Stufe 2**

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 2 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Name:</b>   | <b>Vorname:</b>       |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>                 | <b>Ausbilder/-in:</b> |
| <b>zuständige IHK:</b>                               | <b>Anschrift:</b>     |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b> | <b>3,5 Jahre</b>      |

**Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)**

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>1. Regelwerke zur Eindringprüfung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grundlagen der Eindringprüfung</li> <li>▶ Prüfmittelsysteme</li> <li>▶ Prüfmittelkontrolle</li> </ul>                                   | <p><b>2. Fehlerkunde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Oberflächenrauheit</li> <li>▶ Oberflächenbeschaffenheit</li> <li>▶ Anzeigenarten</li> <li>▶ Zulässigkeitsgrenzen</li> </ul>                            | <p><b>3. Prüfanweisung erstellen</b> für die Farb- und fluoreszierende Eindringprüfung an <b>Schweißverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> |
| <p><b>4. Prüfanweisung erstellen</b> für die Prüfung von <b>Schmiedestücken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> | <p><b>5. Prüfanweisung erstellen</b> für die Prüfung von <b>Gussstücken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> | <p><b>6. Prüfanweisung erstellen</b> für die Eindringprüfung an <b>komplexen Bauteilen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul>                           |

Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt oder

Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage 1 wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt

**Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:**

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p><b>7. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Eindringprüfung an ebenen <b>Schweißnähten</b> und Kehlnähten inkl. Prüfdurchführung, Bewertung der Unregelmäßigkeiten und Erstellen des Prüfberichts (mind. 6 h)</p> | <p><b>8. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Eindringprüfung an <b>Schmiedestücken</b> inkl. Prüfdurchführung, Bewertung der Unregelmäßigkeiten und Erstellen des Prüfberichts (jeweils mind. 4 h)</p> | <p><b>9. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Eindringprüfung an <b>Gussstücken</b> aus den prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik (mind. 4 h)</p> | <p><b>10. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Eindringprüfung an <b>komplexen Bauteilen</b> nach Stand der Technik (mind. 4 h)</p> |
|--|--|---|--|

Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt

|                                  |                                     |  |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
|                                  |                                     | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)): |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r |  |

**ZfP-Nachweis** für das Prüfverfahren **Magnetpulverprüfung MT Stufe 1**

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 1 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>Name:</b>  |  | <b>Vorname:</b>  |  |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>  |  | <b>Ausbilder/-in:</b>  |  |
| <b>zuständige IHK:</b>  |  | <b>Anschrift:</b>  |  |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b>  |  | <b>3,5 Jahre</b>   |  |
| <b>Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)</b>  |  |  |  |
| <b>1. Physikalische Grundlagen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Elektrizität</li> <li>▶ Magnetismus</li> <li>▶ Magnetisches Feld</li> <li>▶ Magnetische Eigenschaften der Werkstoffe</li> <li>▶ Magnetisierung: Hysterese; Gleichfeld, Wechselfeld, Größe und Verteilung des Magnetfeldes, Induktion, Skin-Effekt</li> <li>▶ Magnetischer Streufluss: Entstehung, Nachweis</li> </ul> |  | <b>2. Prüfmittel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Magnetpulver: fluoreszierend, nicht-fluoreszierend, Eigenschaften</li> <li>▶ Trägermittel: Wasser, Öl, Luft</li> <li>▶ Prüfmittelkontrolle: Ansatz, Verschleiß, Vergleichskörper 1 und 2</li> <li>▶ Erforderliche Magnetisierungsfeldstärke</li> <li>▶ Eigenschaften der Prüfmittel</li> </ul>   |  |
|   |  | <b>3. Arbeitssicherheit und Umweltschutz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gefahrstoffe</li> <li>▶ UV-Strahlung</li> </ul>  |  |
|   |  | <b>4. Prüfgeräte, Magnetisierungstechniken, Entmagnetisierung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Universalprüfbank</li> <li>▶ Handjochmagnet</li> <li>▶ Stromdurchflutungsgerät</li> <li>▶ Auswahl der Magnetisierungstechnik</li> <li>▶ Strom- und Felddurchflutungstechniken, kombinierte Verfahren</li> <li>▶ Flusssdichte</li> <li>▶ Messung und Berechnung der Tangentialfeldstärke</li> <li>▶ Entmagnetisierung</li> </ul> |  |
| <b>5. Anwendungsbereiche</b><br>sowie Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfbaren Produktsektoren gemäß Stand der Technik   |  | <b>6. Genereller Prüfablauf</b><br>und Prüfbericht nach Prüfanweisung  |  |
| <input type="checkbox"/> <b>Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt</b> oder   |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> <b>Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage 1 wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt</b>   |  |  |  |
| <b>Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:</b>   |  |  |  |
| 7. Prüfen von Bauteilen mit der <b>Universalprüfbank</b> nach Prüfanweisung (mind. 3 h)   |  | 8. Prüfung von <b>Schweißverbindungen</b> nach Prüfanweisung (mind. 4 h)   |  |
|   |  | 9. Prüfung von <b>Gussstücken</b> nach Prüfanweisung (mind. 1,5 h)   |  |
|   |  | 10. Prüfung von <b>Schmiedestücken</b> nach Prüfanweisung (mind. 1,5 h)  |  |
| <input type="checkbox"/> <b>Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt</b>  |  |  |  |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in  |  | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r  |  |
|   |  | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)):   |  |

**ZfP-Nachweis** für das Prüfverfahren **Magnetpulverprüfung MT Stufe 2**

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 2 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Name:</b>   | <b>Vorname:</b>       |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>                 | <b>Ausbilder/-in:</b> |
| <b>zuständige IHK:</b>                               | <b>Anschrift:</b>     |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b> | <b>3,5 Jahre</b>      |

**Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)**

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>1. Regelwerke zur Magnetpulverprüfung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grundlagen der Magnetpulverprüfung</li> <li>▶ Geräte</li> <li>▶ Prüfmittel und Prüfmittelkontrolle</li> </ul>                       | <p><b>2. Fehlerkunde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Oberflächenbeschaffenheit</li> <li>▶ Anzeigenarten</li> <li>▶ Zulässigkeitsgrenzen</li> </ul>  | <p><b>3. Prüfanweisung erstellen</b> für die Magnetpulverprüfung (fluoreszierend, schwarz-weiß) an <b>Schweißverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> |
| <p><b>4. Prüfanweisung erstellen</b> für die Prüfung von <b>Schmiedestücken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> | <p><b>5. Prüfanweisung erstellen</b> für die Prüfung von <b>Gussstücken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul> | <p><b>6. Prüfanweisung erstellen</b> für die Magnetpulverprüfung an <b>komplexen Bauteilen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfablauf</li> <li>▶ Interpretation und Bewertung</li> <li>▶ Erstellen des Prüfberichts</li> </ul>                                |

Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt oder

Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage 1 wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt

**Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:**

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p><b>7. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Magnetpulverprüfung an ebenen <b>Schweißnähten</b> und Kehl­nähten inkl. Prüfdurchführung, Bewertung der Unregelmäßigkeiten und Erstellen des Prüfberichts (mind. 6 h)</p> | <p><b>8. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Magnetpulverprüfung an <b>Schmiedestücken</b> inkl. Prüfdurchführung, Bewertung der Unregelmäßigkeiten und Erstellen des Prüfberichts (jeweils mind. 4 h)</p> | <p><b>9. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Magnetpulverprüfung an <b>Gussstücken</b> aus den prüf­baren Produktsektoren nach Stand der Technik (mind. 4 h)</p> | <p><b>10. Erstellen von Prüfanweisungen</b> für die Magnetpulverprüfung an <b>komplexen Bauteilen</b> nach Stand der Technik (mind. 4 h)</p> |
|---|--|--|--|

Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt

|                                  |                                     |  |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
|                                  |                                     | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)): |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r |  |



**ZfP-Nachweis** für das Prüfverfahren **Ultraschallprüfung UT Stufe 1**

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 1 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Name:</b>   | <b>Vorname:</b>       |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>                 | <b>Ausbilder/-in:</b> |
| <b>zuständige IHK:</b>                               | <b>Anschrift:</b>     |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b> | <b>3,5 Jahre</b>      |

**Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)**

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>1. Physikalische Grundlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schwingungen</li> <li>▶ Welle, Wellenlänge</li> <li>▶ Ausbreitungsgeschwindigkeit</li> <li>▶ Frequenz</li> <li>▶ Ultraschallerzeugung</li> <li>▶ Piezoelektrischer Effekt</li> <li>▶ Reflexion</li> <li>▶ Brechung</li> </ul> | <p><b>2. Prüfköpfe und deren Eigenschaften</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Senkrechtprüfköpfe</li> <li>▶ Winkelprüfköpfe</li> <li>▶ SE-Prüfköpfe</li> <li>▶ Impulslänge</li> <li>▶ Schallfeld</li> </ul> <p><b>3. Digitale Prüfgeräte und deren Justierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aufbau und Funktion</li> <li>▶ Vorlaufzeit</li> <li>▶ Schallgeschwindigkeit</li> <li>▶ Entfernungsjustierung</li> <li>▶ Empfindlichkeitsjustierung</li> </ul> | <p><b>4. Ultraschallprüftechniken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Impuls-Echo- und Durchschallungsverfahren</li> <li>▶ Kontakttechnik (Impuls-Echo)</li> <li>▶ Koppelmittel</li> <li>▶ Justierkörper</li> <li>▶ Entfernungsjustierung</li> <li>▶ Senkrechteinschallung</li> <li>▶ Schrägeinschallung</li> <li>▶ Empfindlichkeitsjustierung</li> <li>▶ Fehlerdreieck</li> </ul> |
|--|--|---|

Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt oder

Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage 1 wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt

**Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:**

**5. Diverse Übungen** an unterschiedlichen Prüfteilen (mind. 3 h)

Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt

|                                  |                                     |  |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
|                                  |                                     | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)): |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r |  |

**ZfP-Nachweis** für das Prüfverfahren **Durchstrahlungsprüfung RT Stufe 1**

im Rahmen der IHK-Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013

Die Vorlage dieses vollständig ausgefüllten Nachweises belegt die Vergleichbarkeit der Ausbildung zu einer Stufe 1 Ausbildung entsprechend DIN EN ISO 9712. Die Schule bestätigt die inhaltliche und zeitliche Ausgestaltung des Unterrichts (Anlage A), die Anwesenheit im Unterricht wird auf Basis der Ausbildungsnachweise und Berichtshefte durch den Ausbildungsbetrieb bestätigt.

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Name:</b>   | <b>Vorname:</b>       |
| <b>Anschrift Ausbildungsbetrieb:</b>                 | <b>Ausbilder/-in:</b> |
| <b>zuständige IHK:</b>                               | <b>Anschrift:</b>     |
| <b>Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag:</b> | <b>3,5 Jahre</b>      |

**Auflistung Unterrichtsinhalte Berufsschule gemäß Entsprechungsliste: (Details siehe Anlage A)**

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>1. Physikalische Grundlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Eigenschaften von Röntgen- und Gammastrahlung</li> <li>▶ Erzeugung von Röntgenstrahlung</li> <li>▶ Entstehung von Gammastrahlung</li> <li>▶ Schwächung von Röntgen- und Gammastrahlung</li> <li>▶ Energie, Dichte, Objektumfang</li> <li>▶ Schwärzungsmessung</li> </ul> | <p><b>2. Gerätetechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Röntgenanlagen: Aufbau, Bedienung</li> <li>▶ Gammaarbeitsgeräte: Aufbau, Bedienung</li> </ul> <p><b>3. Filmverarbeitung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Film- und Folieneigenschaften</li> <li>▶ Filmentwicklung</li> <li>▶ Verarbeitungs- und aufnahmetechnische Fehler</li> </ul> | <p><b>4. Grundlagen der Abbildungstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bildqualität: geometrische und innere Unschärfe, Streustrahlung</li> <li>▶ Bildgüte</li> <li>▶ Kennzeichnung</li> <li>▶ Belichtungsdiagramme</li> </ul> |
|---|--|--|

Die vollständige Anwesenheit im Unterricht gemäß Anlage A wird bestätigt oder

Die durch Krankheit oder Beurlaubung versäumten fachtheoretischen Unterrichtsinhalte der Berufsschule entsprechend Anlage 1 wurden gemäß DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1 im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung vermittelt

**Fachpraxis im Ausbildungsbetrieb gemäß Entsprechungsliste:**

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 5. Durchstrahlung von <b>Schweißnähten</b> (senkrecht, zentral und Ellipse) nach Prüfanweisung (mind. 18 h) | 6. Anfertigen von <b>Doppelwandaufnahmen</b> nach Prüfanweisung (mind. 10 h) | 7. Anfertigen von Übersichtsaufnahmen von <b>Gussstücken</b> nach Prüfanweisung (mind. 6 h) | 8. Anwendung der <b>Mehrfilmtechnik</b> an Gusstücken nach Prüfanweisung (mind. 4 h) |
|---|--|---|--|

Die Fachpraxis im Betrieb wird bestätigt

|                                  |                                     |  |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
|                                  |                                     | Referenz im Berichtsheft (Datum/Seite(n)): |
| Datum/Unterschrift Ausbilder/-in | Datum/Unterschrift Auszubildende/-r |  |

## 3.2 Anlage 2

### (zu § 4 Absatz 1 Satz 2)

Regelung zur Vermittlung der Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten bezüglich der Zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) nach DIN EN ISO 9712.<sup>2</sup>

In dieser Liste sind die zerstörungsfreien Prüfverfahren aufgeführt, die in der Berufsschule in der Theorie und im Betrieb in der Praxis entsprechend den Anforderungen der Stufe 1 oder 2 der DIN EN ISO 9712 vermittelt werden. Bei der Ultraschallprüfung (UT) und der Durchstrahlungsprüfung (RT) sind die höheren Anforderungen an die Schulungszeiten aus der DIN EN 473, die durch die Norm DIN EN ISO 9712 ersetzt wurde, berücksichtigt.

Nach DIN EN ISO 9712 (Anhang A.2) handelt es sich bei den Produktsektoren um Gussstücke, Schmiedestücke, geschweißte Produkte, Rohre, Rohrleitungen und Walzerzeugnisse.

Zuordnung der ZfP-Verfahren und Qualifizierungsstufen zu den Fachrichtungen:

| ZfP-Verfahren          |         | Werkstoffprüfer/-in<br>Fachrichtung |                              |                   |               |
|------------------------|---------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|
|                        |         | Metalltechnik                       | Wärmebehandlungs-<br>technik | Kunststofftechnik | Systemtechnik |
| Sichtprüfung           | Stufe 1 | X                                   | X                            | X                 | X             |
| Sichtprüfung           | Stufe 2 |                                     |                              |                   | X             |
| Eindringprüfung        | Stufe 1 | X                                   | X                            | X                 | X             |
| Eindringprüfung        | Stufe 2 |                                     |                              |                   | X             |
| Magnetpulverprüfung    | Stufe 1 | X                                   | X                            | X                 | X             |
| Magnetpulverprüfung    | Stufe 2 |                                     |                              |                   | X             |
| Ultraschallprüfung     | Stufe 1 | X                                   | X                            | X                 | X             |
| Durchstrahlungsprüfung | Stufe 1 |                                     |                              |                   | X             |

<sup>2</sup> Die DIN-Norm, Ausgabe Dezember 2012, ist über den Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, zu beziehen. Sie ist archivmäßig gesichert niedergelegt beim Deutschen Institut für Normung e. V., 10787 Berlin, und wurde im DIN-Anzeiger für technische Regeln (DIN-Mitteilungen) Ausgabe Dezember 2012 bekannt gegeben.

**Teil A Abgleich der Fachtheorie nach DIN EN ISO 9712 gegenüber Ausbildungsrahmenplan (ARP) und Rahmenlehrplan (RLP)**

**Teil B Abgleich der Fachpraxis nach DIN EN ISO 9712 gegenüber Ausbildungsrahmenplan**

## Teil A

Abgleich der Fachtheorie nach DIN EN ISO 9712 gegenüber Ausbildungsrahmen- und Rahmenlehrplan  
Zerstörungsfreie Oberflächen- und Volumenverfahren

### 1. Entsprechungen für Sichtprüfung (Visual Testing, VT)

#### 1.1 Stufe 1

| ZfP-Personalertifizierung nach DIN EN ISO 9712   |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |     |   |          |
|--|-----------------|--------------------------------------|---|-----|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE)<br>nach DIN EN ISO 9712                                      |                 | Ausbildungsjahr                      |   |     | ARP   | RLP      |
| Sichtprüfung (VT)<br>Anforderungen der Stufe 1   | Minstdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4 | Berufsbildposition                                | Lernfeld |
| Physikalische, geometrische und physiologische Grundlagen der Sichtprüfung   | 3               | X                                    |   |     | Abschnitt A<br>A4b                                | 5        |
| Arbeitstechniken nach Stand der Technik<br>▶ Oberflächenbeschaffenheit<br>▶ Direkte/indirekte (Videoskopie) Sichtprüfung | 3               | X                                    |   |     | Abschnitt A<br>A6b                                | 5        |
| Prüfgeräte, Messtechnik, Hilfsmittel und deren Handhabung nach Stand der Technik   | 5               | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c/F8a, b<br>Abschnitt A<br>A5b | 5        |
| Anwendungsbereiche, Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik             | 6               | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F6<br>Abschnitt A<br>A5/A6/A8/A9   | 5        |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                 | <b>20</b>                            |   |     |   |          |

## 1.2 Stufe 2

| ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712  |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |           |   |          |
|--|-----------------|--------------------------------------|---|-----------|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE) nach DIN EN ISO 9712   |                 | Ausbildungsjahr                      |   |           | ARP   | RLP      |
| Sichtprüfung (VT)<br>Anforderungen der Stufe 2   | Minstdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4       | Berufsbildposition  | Lernfeld |
| Übersicht über Regelwerke in der Sichtprüfung  | 1               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a  | 17d      |
| Fehlerkunde in der Sichtprüfung bezüglich der prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik   | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A1/A2/A3<br>Abschnitt E<br>E1  | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schweißverbindungen nach Stand der Technik<br>▶ Direkte Sichtprüfung<br>▶ Indirekte Sichtprüfung<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfberichte | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schmiedeteilen nach Stand der Technik<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfbericht   | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Gussstücken nach Stand der Technik<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfbericht  | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung an komplexen Bauteilen nach Stand der Technik  | 1               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                 |                                      |   | <b>10</b> |   |          |

## 2. Entsprechungen für Eindringprüfung (Penetrant Testing, PT)

### 2.1 Stufe 1

| ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712  |                   | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |     |   |          |
|--|-------------------|--------------------------------------|---|-----|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE)<br>nach DIN EN ISO 9712                          |                   | Ausbildungsjahr                      |   |     | ARP   | RLP      |
| Eindringprüfung (PT)<br>Anforderungen der Stufe 1  | Mindestdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4 | Berufsbildposition                                    | Lernfeld |
| Physikalisch-chemische Grundlagen der Eindringprüfung  | 4                 | X                                    |   |     | Abschnitt A<br>A4b                                    | 5        |
| Eigenschaften und Kontrolle der Prüfmittelsysteme nach Stand der Technik                                     | 4                 | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F3b/F4/F5a, e, f<br>Abschnitt A<br>A4b | 5        |
| Arbeitssicherheit und Umweltschutz   | 2                 | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F4/F5a, e, f                           | 5        |
| Anwendungsbereiche, Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik | 3                 | X                                    |   |     | Abschnitt A<br>A1/A2/A3/A4b                           | 5        |
| Genereller Prüfablauf und Prüfbericht nach Stand der Technik   | 2                 | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F6<br>Abschnitt A<br>A5/A6/A8a/A9      | 5        |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                   | <b>15</b>                            |   |     |   |          |

## 2.2 Stufe 2

| ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712   |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |           |   |          |
|---|-----------------|--------------------------------------|---|-----------|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE) nach DIN EN ISO 9712  |                 | Ausbildungsjahr                      |   |           | ARP   | RLP      |
| Eindringprüfung (PT)<br>Anforderungen der Stufe 2   | Minstdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4       | Berufsbildposition  | Lernfeld |
| Übersicht über Regelwerke in der Eindringprüfung  | 1               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a  | 17d      |
| Fehlerkunde in der Eindringprüfung bezüglich der prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik   | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A1/A2/A3<br>Abschnitt E<br>E1  | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schweißverbindungen nach Stand der Technik<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfbericht   | 3               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schmiedeteilen nach Stand der Technik<br>▶ Erstellen von Prüfanweisungen<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfbericht                                 | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Gussstücken nach Stand der Technik<br>▶ Erstellen von Prüfanweisungen<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse nach Regelwerken und Prüfanweisung<br>▶ Prüfbericht | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5   | 17d      |
| Erstellung von Prüfanweisungen für die Prüfung an komplexen Bauteilen nach Stand der Technik  | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c  | 17d      |
|   |                 |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>  |                 |                                      |   | <b>12</b> |   |          |

### 3. Entsprechungen für Magnetpulverprüfung (Magnetic Testing, MT)

#### 3.1 Stufe 1

| ZfP-Personal Zertifizierung nach DIN EN ISO 9712   |                   | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |     |   |          |
|--|-------------------|--------------------------------------|---|-----|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE) nach DIN EN ISO 9712                               |                   | Ausbildungsjahr                      |   |     | ARP   | RLP      |
| Magnetpulverprüfung (MT) Anforderungen der Stufe 1   | Mindestdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4 | Berufsbildposition                              | Lernfeld |
| Physikalische Grundlagen der Magnetpulverprüfung   | 4                 | X                                    |   |     | Abschnitt A<br>A4b                              | 5        |
| Prüfmittel für die Magnetpulverprüfung nach Stand der Technik  | 1                 | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F3b/F5a, e, f, g                 | 5        |
| Arbeitsicherheit und Umweltschutz  | 1                 | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F3/F4/F8a, d-f                   | 5        |
| Prüfgeräte, Magnetisierungstechniken und Entmagnetisierung nach Stand der Technik                              | 4                 | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F8a, b<br>Abschnitt A<br>A4b/A5b | 5        |
| Anwendungsbereiche, Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfba- ren Produktsektoren nach Stand der Technik | 2                 | X                                    |   |     | Abschnitt A<br>A1/A2/A3/A4b                     | 5        |
| Genereller Prüfablauf und Prüfbericht nach Prüfanweisung   | 3                 | X                                    |   |     | Abschnitt F<br>F6<br>Abschnitt A<br>A5/A6/A8/A9 | 5        |
| Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten  |                   | 15                                   |   |     |   |          |



## 3.2 Stufe 2

| ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712   |                   | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |           |   |          |
|---|-------------------|--------------------------------------|---|-----------|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE) nach DIN EN ISO 9712  |                   | Ausbildungsjahr                      |   |           | ARP   | RLP      |
| Magnetpulverprüfung (MT) Anforderungen der Stufe 2  | Mindestdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4       | Berufsbildposition  | Lernfeld |
| Übersicht über Regelwerke in der Magnetpulverprüfung  | 1                 |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a  | 17d      |
| Fehlerkunde in der Magnetpulverprüfung bezüglich der prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik   | 2                 |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A1/A2/A3/A4b<br>Abschnitt E<br>E1  | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schweißverbindungen nach Stand der Technik<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfbericht | 3                 |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schmiedeteilen nach Stand der Technik<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfbericht      | 2                 |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung von Gussstücken nach Stand der Technik<br>▶ Genereller Prüfablauf<br>▶ Interpretation und Bewertung der Ergebnisse<br>▶ Prüfbericht         | 2                 |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| Erstellen von Prüfanweisungen für die Prüfung an komplexen Bauteilen nach Stand der Technik   | 2                 |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F6a<br>Abschnitt A<br>A5<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2b, e, f/E3a/<br>E4c/E5b, c | 17d      |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>  |                   |                                      |   | <b>12</b> |   |          |

## 4. Entsprechungen für Ultraschallprüfung (Ultrasonic Testing, UT)

### 4.1 Stufe 1

| ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712  |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |           |     |   |          |
|--|-----------------|--------------------------------------|-----------|-----|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE) nach DIN EN ISO 9712   |                 | Ausbildungsjahr                      |           |     | ARP   | RLP      |
| Ultraschallprüfung (UT) Anforderungen der Stufe 1  | Minstdauer (UE) | 1                                    | 2         | 3/4 | Berufsbildposition  | Lernfeld |
| Physikalische Grundlagen der Ultraschallprüfung  | 10              |                                      | X         |     | Abschnitt A<br>A4b, f, g  | 10       |
| Ultraschallprüfköpfe und Prüfkopfeigenschaften nach Stand der Technik  | 4               |                                      | X         |     | Abschnitt F<br>F6c/F8<br>Abschnitt A<br>A4b, f                            | 10       |
| Digitale Ultraschallprüfgeräte und Justierung nach Stand der Technik   | 4               |                                      | X         |     | Abschnitt A<br>A4b, f, g  | 10       |
| Ultraschallprüftechniken nach Stand der Technik<br>▶ Impuls-Echo und Durchschallungsverfahren<br>▶ Kontakttechnik<br>▶ Senkrechteinschallung<br>▶ Schrägeinschallung<br>▶ Tauchtechnik<br>▶ Waddickenmessung | 14              |                                      | X         |     | Abschnitt F<br>F6c/F8a-c<br>Abschnitt A<br>A4b, f                         | 10       |
| Anwendungsbereiche, Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfaren Produktsektoren nach Stand der Technik  | 8               |                                      | X         |     | Abschnitt F<br>F8<br>Abschnitt A<br>A1/A2/A3/A4b/A5/<br>A6/A7b, d-g/A8/A9 | 10       |
| Generelle Prüfdurchführung und Prüfbericht nach Prüfanweisung  | 5               |                                      | X         |     | Abschnitt F<br>F6<br>Abschnitt A<br>A5/A6/A8a/A9                          | 10       |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                 |                                      | <b>45</b> |     |   |          |

## 5. Entsprechungen für Durchstrahlungsprüfung (Radiographic Testing, RT)

### 5.1 Stufe 1

| ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712  |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |           |   |           |
|--|-----------------|--------------------------------------|---|-----------|---|-----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE) nach DIN EN ISO 9712                             |                 | Ausbildungsjahr                      |   |           | ARP   | RLP       |
| Durchstrahlungsprüfung (RT) Anforderungen der Stufe 1  | Minstdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4       | Berufsbildposition  | Lernfeld  |
| Physikalische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung  | 8               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F5a, b<br>Abschnitt A<br>A4b   | 14<br>16b |
| Prüfgeräte, Messtechnik, Hilfsmittel und deren Handhabung nach Stand der Technik                             | 6               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F7a, b/F8a<br>Abschnitt A<br>A4b, f, g                                     | 14<br>16b |
| Röntgenfilme, Folien, Filmeigenschaften und Filmverarbeitung nach Stand der Technik                          | 5               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F7a, b/F8a, d, e<br>Abschnitt A<br>A4b                                     | 14<br>16b |
| Grundlagen der Abbildungstechnik nach Stand der Technik  | 6               |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A4b  | 14<br>16b |
| Anwendungsbereiche, Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik | 10              |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F8a-c<br>Abschnitt A<br>A1/A2/A3/A4b/A5/<br>A6/A7b, d, f, g/A8/A9          | 14<br>16b |
| Filmbetrachtung nach Stand der Technik   | 5               |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A4b  | 14<br>16b |
| Vorbereitung von Durchstrahlungsprüfungen nach Prüfanweisung und nach Stand der Technik                      | 7               |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A4b  | 14<br>16b |
|  |                 |                                      |   |           | Abschnitt E E1a/E2b,<br>e, f/E3a-c/E4b-d/<br>E5b-d  |           |
| Generelle Prüfdurchführung und Prüfbericht nach Prüfanweisung  | 7               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F8a/F9a, c, d<br>Abschnitt A<br>A5/A6/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E5a | 14<br>16b |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                 |                                      |   | <b>54</b> |   |           |

## 6. Entsprechungen für Prüfanweisungen

### 6.1 Oberflächenprüfverfahren Stufe 2

| ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712   |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in |   |           |   |          |
|---|-----------------|--------------------------------------|---|-----------|---|----------|
| Qualifizierungsinhalte und Mindestunterrichtseinheiten (UE) nach DIN EN ISO 9712  |                 | Ausbildungsjahr                      |   |           | ARP   | RLP      |
| Prüfanweisungen – Anforderungen der Stufe 2 für Oberflächenverfahren  | Minstdauer (UE) | 1                                    | 2 | 3/4       | Berufsbildposition  | Lernfeld |
| Umsetzen von Verfahrensanweisungen<br>Inhalte von Prüfanweisungen für Oberflächenverfahren nach Stand der Technik   | 4               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F5a–d, f<br>Abschnitt A<br>A5a/A8a, b/A9<br>Abschnitt E<br>E2b/E4c | 17d      |
| Übersicht über Grundlagennormen zur zerstörungsfreien Oberflächen- und oberflächennahen Prüfung<br>▶ Begriffe der ZfP<br>▶ Personalqualifizierung<br>▶ Sichtprüfung<br>▶ Eindringprüfung<br>▶ Magnetpulverprüfung | 4               |                                      |   | X         | Abschnitt F<br>F5a<br>Abschnitt A<br>A4b/A7b, d–g<br>Abschnitt E<br>E1a, b        | 17d      |
| Objektspezifische Herstellungs- und Bearbeitungsfehler und deren Anzeigen nach Stand der Technik  | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A1a, b/A2a, c, d<br>Abschnitt E<br>E1a, b                          | 17d      |
| Grenzen und Abgrenzung der Oberflächenverfahren   | 2               |                                      |   | X         | Abschnitt A<br>A4b, g<br>Abschnitt E<br>E1/E4c                                    | 17d      |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>  |                 |                                      |   | <b>12</b> |   |          |

## Teil B

Abgleich der Fachpraxis nach DIN EN ISO 9712 gegenüber Ausbildungsrahmenplan  
Zerstörungsfreie Oberflächen- und Volumenverfahren

### 1. Entsprechungen für Sichtprüfung (Visual Testing, VT)

#### 1.1 Stufe 1

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712  |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |     |   |
|---|-----------------|---|---|-----|---|
| Sichtprüfung (VT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 1   | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |     | Berufsbildpositionen  |
|   |                 | 1   | 2 | 3-4 |   |
| 1) Direkte Sichtprüfung an Schmiedeteilen und Gesenkschmiedeteilen nach Prüfanweisung   | 3               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9    |
| 2) Bestimmung von Oberflächenrauheiten  | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F6b  |
| 3) Direkte Sichtprüfung an Schweißnähten, Klassifizierung der Schweißfehler nach Prüfanweisung, Umgang mit Schweißnahtlehren  | 3               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9a-d |
| 4) Direkte Sichtprüfung mit dem Endoskop an geschweißten Rohrleitungen nach Prüfanweisung                                     | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9    |
| 5) Direkte Sichtprüfung an Druckgussteilen aus Aluminium nach Prüfanweisung durchführen und Ermittlung von Oberflächenrauheit | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9    |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>  |                 | <b>12</b>                                   |   |     |   |

## 1.2 Stufe 2

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712   |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |           |  |
|--|-----------------|---|---|-----------|--|
| Sichtprüfung (VT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 2  | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |           | Berufsbildpositionen   |
|  |                 | 1   | 2 | 3-4       |  |
| 6) Erstellen von Prüfanweisungen für die direkte Sichtprüfung nach Stand der Technik an ebenen Schweißnähten und Kehlnähten; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht                     | 6               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e, f/E3c/E4b, c, e/E5b, d/E6b-d, f/E7a-c |
| 7) Erstellen von Prüfanweisungen für die Sichtprüfung mit Endoskopen nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht   | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/E6a-f/<br>E7a-c    |
| 8) Erstellen von Prüfanweisungen für die direkte Sichtprüfung an weiteren Prüfobjekten aus den prüfbaren Produktsektoren nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/E6a-f/<br>E7a-c    |
| 9) Erstellung von Prüfanweisungen für die Durchführung von Sichtprüfungen an komplexen Bauteilen nach Stand der Technik  | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/E6a-f/<br>E7a-c    |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                 |   |   | <b>18</b> |  |

## 2. Entsprechungen für Eindringprüfung (Penetrant Testing, PT)

### 2.1 Stufe 1

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712  |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |     |  |
|---|-----------------|---|---|-----|--|
| Eindringprüfung (PT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 1  | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |     | Berufsbildpositionen   |
|   |                 | 1   | 2 | 3-4 |  |
| 1) Eindringprüfung an Schweißnähten mit dem Farb- und fluoreszierenden Eindringverfahren nach Prüfanweisung | 6               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9 |
| 2) Eindringprüfung an Gussstücken nach Prüfanweisung  | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9  |
| 3) Eindringprüfung an Schmiedestücken nach Prüfanweisung  | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9  |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>  |                 | <b>10</b>                                   |   |     |  |

## 2.2 Stufe 2

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712   |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |           |   |
|--|-----------------|---|---|-----------|---|
| Eindringprüfung (PT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 2   | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |           | Berufsbildpositionen  |
|  |                 | 1   | 2 | 3-4       |   |
| 4) Erstellung von Prüfanweisungen für die Eindringprüfung an Schweißnähten nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht | 6               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e, f/E3c/E4b, c, e/E5b, c/E6b-d, f/<br>E7a-c |
| 5) Erstellung von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schmiedestücken nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht      | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/E6a-f/<br>E7a-c        |
| 6) Erstellung von Prüfanweisungen für die Prüfung von Gussstücken nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht          | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/E6a-f/<br>E7a-c        |
| 7) Erstellung von Prüfanweisungen für die Durchführung von Eindringprüfungen an komplexen Bauteilen nach Stand der Technik   | 4               |   |   | X         | Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e/E3c/E4b, c, e/E5b, c/E6b-d, f/<br>E7a-c   |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                 |   |   | <b>18</b> |   |



### 3. Entsprechungen für Magnetpulverprüfung (Magnetic Testing, MT)

#### 3.1 Stufe 1

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712             |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |     |   |
|--|-----------------|---|---|-----|---|
| Magnetpulverprüfung (MT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 1     | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |     | Berufsbildpositionen  |
|  |                 | 1   | 2 | 3-4 |   |
| 1) Prüfen von Bauteilen mit der Universalprüfbank nach Prüfanweisung | 4               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e/E4b, c, e/E5c/E6b-d, f/E7a-c            |
| 2) Prüfung von Schweißnähten nach Prüfanweisung                      | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e/E3c/E4b, c, e/E5b, c/E6b-d, f/E7a, b, c |
| 3) Prüfung von Gussstücken nach Prüfanweisung                        | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e/E4b, c, e/E5c/E6b-d, f/E7a-c            |
| 4) Prüfung von Schmiedestücken nach Prüfanweisung                    | 2               | X   |   |     | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e/E4b, c, e/E5c/E6b-d, f/E7a-c            |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>                           |                 | <b>10</b>                                   |   |     |   |

## 3.2 Stufe 2

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712   |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |           |   |
|--|-----------------|---|---|-----------|---|
| Magnetpulverprüfung (MT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 2   | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |           | Berufsbildpositionen  |
|  |                 | 1   | 2 | 3-4       |   |
| 5) Erstellung von Prüfanweisungen für die Magnetpulverprüfung an Schweißnähten nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht | 5               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/E6a-f/<br>E7a-c           |
| 6) Erstellung von Prüfanweisungen für die Prüfung von Schmiedestücken nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht          | 5               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-d, e, f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/<br>E6a-f/E7a, b, c |
| 7) Erstellung von Prüfanweisungen für die Prüfung von Gussstücken nach Stand der Technik; Prüfdurchführung; Bewertung der Unregelmäßigkeiten; Prüfbericht              | 5               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a-c, f/F6a, b/F7a, b/F8a, e, f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a, b/E2a-d, e, f/E3a, b/E4a-f/E5c, d/<br>E6a-f/E7a, b, c |
| 8) Erstellung von Prüfanweisungen für die Prüfung an komplexen Bauteilen nach Stand der Technik  | 5               |   |   | X         | Abschnitt E<br>E1a/E2a-c, e/E3c/E4b, c, e/E5b, c/E6b-d, f/<br>E7a-c   |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>   |                 |   |   | <b>20</b> |   |

## 4. Entsprechungen für Ultraschallprüfung (Ultrasonic Testing, UT)

### 4.1 Stufe 1

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712         |               | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |     |  |
|--|---------------|---|---|-----|--|
| Ultraschallprüfung (UT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 1  | Minstdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |     | Berufsbildpositionen   |
|  |               | 1   | 2 | 3-4 |  |
| 1) Prüfköpfe und Gerätetechniken                                 | 4             |   | X |     | Abschnitt F<br>F8a-c<br>Abschnitt A<br>A4b   |
| 2) Senkrechteinschallung – Berechnung von Schallwegen            | 1             |   | X |     | Abschnitt F<br>F8a-c<br>Abschnitt A<br>A4b   |
| 3) Schrägeinschallung – Bestimmen des X-Maßes und wahren Winkels | 2             |   | X |     | Abschnitt F<br>F8a-c<br>Abschnitt A<br>A4b   |
| 4) Messung und Berechnung von Schallbündeldurchmessern           | 2             |   | X |     | Abschnitt F<br>F6a/F7a-c<br>Abschnitt A<br>A5/A7b, d-g/A8a/A9  |
| 5) Messung von Schallgeschwindigkeiten mit Zweipunktjustierung   | 2             |   | X |     | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a-d/F5f/F6a-f/F8a-c<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a, c/A3c/A4b/A5/A6/A7b, d, e, g/A8/A9 |
| 6) Messung von Längen und Wanddicken nach Prüfanweisung          | 8             |   | X |     | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a-d/F5f/F6a-f/F8a-c<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a, d/A3c/A4b/A5/A6/A7b, d, e, g/A8/A9 |
| 7) Blechprüfung nach Prüfanweisung                               | 3             |   | X |     | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a-d/F5f/F6a-f/F8a-c   |
| 8) Prüfung von Schmiedestücken nach Prüfanweisung                | 3             |   | X |     | Abschnitt A<br>A1a/A2a, d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9   |
| 9) Prüfung von Gussstücken nach Prüfanweisung                    | 3             |   | X |     | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a-d/F5f/F6a-f/F8a-c<br>Abschnitt A  |
| 10) Prüfung von Schweißnähten nach Prüfanweisung                 | 4             |   | X |     | A1a/A2a, d/A3c, d/A4b/A5/A6/A7b, d, e, g/A8/A9   |

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712  |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |           |     |  |
|---|-----------------|---|-----------|-----|--|
| Ultraschallprüfung (UT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 1   | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |           |     | Berufsbildpositionen   |
|   |                 | 1   | 2         | 3-4 |  |
| 11) Ermittlung von Nebenechos und Zusatzechos nach Prüfanweisung  | 2               |   | X         |     | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a-d/F5f/F6a-f/F8a-c<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a, d/A3c/A4b/A5/A6/A7b, d, e, g/<br>A8/A9 |
| 12) Diverse Übungen zur Senkrecht- und Schrägeinschallung an unterschiedlichen Prüfteilen unterschiedlicher Werkstoffe nach Prüfanweisung | 11              |   | X         |     | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a-d/F5f/F6a-f/F8a-c<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a, d/A3c, d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/<br>A8/A9  |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>  |                 |   | <b>45</b> |     |  |

## 5. Entsprechungen für Durchstrahlungsprüfung (Radigraphic Testing, RT)

### 5.1 Stufe 1

| PRAKTISCHE SCHULUNG<br>zur Umsetzung der DIN EN ISO 9712  |                 | Berufsausbildung Werkstoffprüfer/-in<br>ARP |   |           |   |
|---|-----------------|---|---|-----------|---|
| Durchstrahlungsprüfung (RT)<br>Praktische Anforderungen der Stufe 1   | Mindestdauer UE | Ausbildungsjahr                             |   |           | Berufsbildpositionen  |
|   |                 | 1   | 2 | 3-4       |   |
| 1) Aufbau und Bedienung von Röntgenanlagen und Gammaarbeitsgeräten; Strahlenschutz                              | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F3a-c/F5a/F7a, b/8a<br>Abschnitt A<br>A6b, d   |
| 2) Filmentwicklung, Protokollierung und Auswertung  | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F4a, b, d/F5a/F8a, d-f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a, c, d/A8a   |
| 3) Maßnahmen gegen Streustrahlung   | 2               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F3b, c/F4a, b/F5a, b   |
| 4) Betrachtung vorliegender Durchstrahlungsaufnahmen hinsichtlich Verarbeitungs- und aufnahmetechnischer Fehler | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F5a/F7a-c<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a, c, d/A8a  |
| 5) Durchstrahlung von Schweißnähten nach Prüfanweisung  | 8               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a, b, d/F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, d-f   |
| 6) Anfertigen von Zentral- und Ellipsenaufnahmen von Rohrleitungsabschnitten nach Prüfanweisung                 | 10              |   |   | X         | Abschnitt A<br>A1a/A2d/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E  |
| 7) Anfertigen von Doppelwandaufnahmen an Schweißnähten nach Prüfanweisung                                       | 10              |   |   | X         | E1a/E2a-f/E3a, c, d/E4a, d/E5a-c/E6a-f/<br>E7a-c  |
| 8) Erstellen von Übersichtsaufnahmen von Gussteilen nach Prüfanweisung  | 6               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a, b, d/F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, d-f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-f/E3a, c, d/E4a, d/E5b-c/E6a-f/<br>E7a-c |
| 9) Durchstrahlung von Gussteilen mithilfe der Mehrfilmtechnik nach Prüfanweisung                                | 4               |   |   | X         | Abschnitt F<br>F3a-c/F4a, b, d/F5a-c, f/F6a, b/F7a-c/F8a, d-f<br>Abschnitt A<br>A1a/A2a/A4b/A5/A6/A7b, d-g/A8/A9<br>Abschnitt E<br>E1a/E2a-f/E3a, c, d/E4a, d/E5b-c/E6a-f/<br>E7a-c |
| <b>Gesamtzahl der Unterrichtseinheiten</b>  |                 |   |   | <b>52</b> |   |

## **4 Schulische Umsetzung**

## 4.1 Berufsschule als Lernort der dualen Ausbildung

In der dualen Berufsausbildung wirken die Lernorte Ausbildungsbetrieb und Berufsschule zusammen (§ 2 Absatz 2 BBiG, Lernortkooperation). Ihr gemeinsamer Bildungsauftrag ist die Vermittlung beruflicher Handlungsfähigkeit. Nach der Rahmenvereinbarung über die Berufsschule<sup>3</sup> hat die Berufsschule darüber hinaus die Erweiterung allgemeiner Bildung zum Ziel. Die Auszubildenden werden befähigt, berufliche Aufgaben wahrzunehmen sowie die Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung mitzugestalten.

Ziele und Inhalte des berufsbezogenen Berufsschulunterrichts werden für jeden Beruf in einem Rahmenlehrplan der Kultusministerkonferenz (KMK) festgelegt. Er wird von den Bundesländern entweder unmittelbar übernommen oder in einen eigenen Lehrplan umgesetzt. Der Unterricht in den allgemeinbildenden Fächern folgt den jeweiligen landesrechtlichen Vorschriften. Die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen erfolgt grundsätzlich in zeitlicher und personeller Verzahnung mit der Erarbeitung des Ausbildungsrahmenplans, um eine gute Abstimmung zu erreichen. Sie wird dokumentiert in der sogenannten Entsprechungsliste

Der Rahmenlehrplan für den Beruf Werkstoffprüfer/-in wurde in dem von der KMK eingesetzten Rahmenlehrausschuss unter Federführung von Bayern erarbeitet, Mitglieder waren Lehrer/-innen aus verschiedenen Bundesländern. Der Rahmenlehrplan für den Beruf Werkstoffprüfer/-in zeichnet sich durch eine berufsspezifische Besonderheit aus: Er berücksichtigt die in der Ausbildungsordnung geregelte Verknüpfung der Ausbildungsinhalte mit den in der DIN EN ISO 9712 – *Zerstörungsfreie Prüfung – Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung* festgelegten Schulungszeiten und -inhalten. Die Möglichkeit der Anrechnung des Berufsschulunterrichts ist in Beiblatt 1 zu dieser Norm geregelt.

Im folgenden Abschnitt wird der Rahmenlehrplan einschließlich aller Vorbemerkungen, die sich u. a. auf den Bildungsauftrag der Berufsschule, das dem Rahmenlehrplan zugrunde liegende Kompetenzverständnis, didaktische Grundsätze und berufsspezifische Festlegungen beziehen, vollständig wiedergegeben.

An dieser Stelle sollen lediglich das Lernfeldkonzept und die Lernortkooperation hervorgehoben und das Zusammenwirken von Ausbildungsrahmenplan und Rahmenlehrplan veranschaulicht werden.

### Lernfeldkonzept

Seit 1996 sind die Rahmenlehrpläne der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule nach Lernfeldern strukturiert. Intention der Einführung des Lernfeldkonzeptes war die von der Wirtschaft angemahnte stärkere Verzahnung von Theorie und Praxis. Die Lernfelder konkretisieren das Lernen in beruflichen Handlungen. Die in den Lernfeldern didaktisch aufbereiteten Prozesse orientieren sich an berufstypischen Handlungsfeldern und -abläufen bzw. Berufsbildpositionen. Sie umfassen ganzheitliche und prozessorientierte Lehr- und Lernprozesse, bei denen nicht die Fachsystematik, sondern eine ganzheitliche Handlungssystematik zugrunde gelegt wurde.

*„Gegenüber dem traditionellen fächerorientierten Unterricht stellt das Lernfeldkonzept die Umkehrung einer Perspektive dar: Ausgangspunkt des lernfeldbezogenen Unterrichts ist nicht mehr die fachwissenschaftliche Theorie, zu deren Verständnis bei der Vermittlung möglichst viele praktische Beispiele herangezogen wurden. Vielmehr wird von beruflichen Problemstellungen ausgegangen, die aus dem beruflichen Handlungsfeld entwickelt und didaktisch aufbereitet werden. Das für die berufliche Handlungsfähigkeit erforderliche Wissen wird auf dieser Grundlage generiert.“*

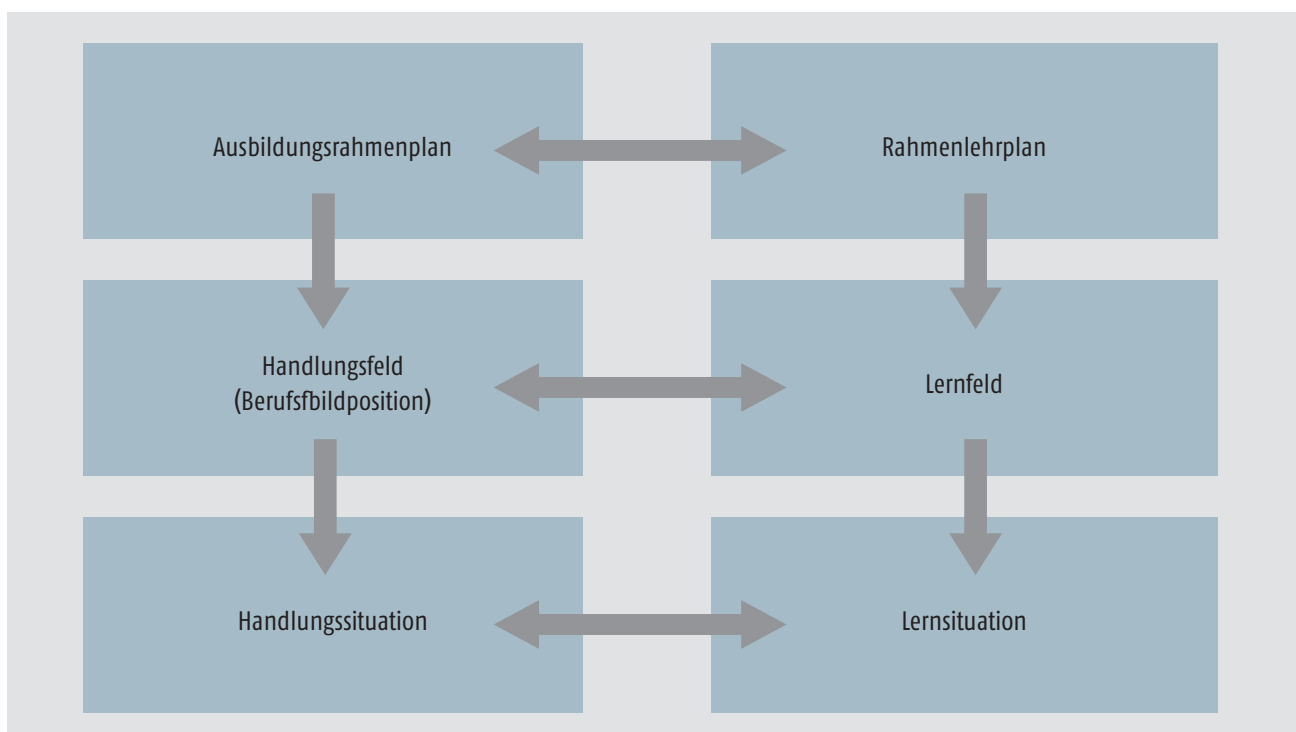
*Die Mehrdimensionalität, die Handlungen kennzeichnet (z. B. ökonomische, rechtliche, mathematische, kommunikative, soziale Aspekte), erfordert eine breitere Betrachtungsweise als die Perspektive einer einzelnen Fachdisziplin. Deshalb sind fachwissenschaftliche Systematiken in eine übergreifende Handlungssystematik integriert. Die zu vermittelnden Fachbezüge, die für die Bewältigung beruflicher Tätigkeiten erforderlich sind, ergeben sich aus den Anforderungen der Aufgabenstellungen. Unmittelbarer Praxisbezug des erworbenen Wissens wird dadurch deutlich und das Wissen in den neuen Kontext eingebunden.*

*Für erfolgreiches, lebenslanges Lernen sind Handlungs- und Situationsbezug sowie die Betonung eigenverantwortlicher Schüleraktivitäten erforderlich. Die Vermittlung von korrespondierendem Wissen, das systemorientierte vernetzte*

<sup>3</sup> Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.03.1991 in der jeweils geltenden Fassung in Verbindung mit der Vereinbarung über den Abschluss der Berufsschule, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.06.1979 in der jeweils geltenden Fassung.

Denken und Handeln sowie das Lösen komplexer und exemplarischer Aufgabenstellungen werden im Rahmen des Lernfeldkonzeptes mit einem handlungsorientierten Unterricht in besonderem Maße gefördert. Dabei ist es in Abgrenzung und zugleich notwendiger Ergänzung der betrieblichen Ausbildung unverzichtbare Aufgabe der Berufsschule, die jeweiligen Arbeits- und Geschäftsprozesse im Rahmen der Handlungssystematik auch in den Erklärungszusammenhang zugehöriger Fachwissenschaften zu stellen und gesellschaft-

liche Entwicklungen zu reflektieren. Die einzelnen Lernfelder sind durch die Handlungskompetenz mit inhaltlichen Konkretisierungen und die Zeitrichtwerte beschrieben. Sie sind aus Handlungsfeldern des jeweiligen Berufes entwickelt und orientieren sich an berufsbezogenen Aufgabenstellungen innerhalb zusammengehöriger Arbeits- und Geschäftsprozesse. Dabei sind die Lernfelder über den Ausbildungsverlauf hinweg didaktisch so strukturiert, dass eine Kompetenzentwicklung spiralcurricular erfolgen kann.<sup>44</sup>



4 (Handreichung der KMK für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen, 2011, Seite 10 f.)



## Lernortkooperation

Mit der Einführung des Lernfeldkonzeptes wird die Lernortkooperation als wesentliche Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit des dualen Systems und für die Ausbildungsqualität in der Durchführung der dualen Ausbildung angesehen.<sup>5</sup> Das Zusammenwirken von Betrieben und Berufsschule vor Ort spielt bei der Umsetzung des Rahmenlehrplans eine zentrale Rolle, wenn es darum geht, für die Betriebe vor Ort relevante berufliche Problemstellungen als Ausgangspunkt für den Unterricht zu identifizieren und als Lernsituationen aufzubereiten. In der Praxis kann die Lernortkooperation je nach regionalen Gegebenheiten eine unterschiedliche Intensität aufweisen und vom Informieren über das Abstimmen bis zur Zusammenarbeit in gemeinsamen Vorhaben reichen.

Die Umsetzung des Rahmenlehrplans erfolgt im Rahmen eines umfassenden Konzepts für die Unterrichtsgestaltung, der didaktischen Jahresplanung. Sie ist in der Berufsschule zu leisten und setzt fundierte Kenntnisse betrieblicher Arbeits- und Geschäftsprozesse der Lehrer/-innen voraus, die im Rahmen der Lernortkooperation z. B. durch Betriebsbesuche, Hospitationen oder Arbeitskreise von Ausbildern/-innen und Lehrern/-innen erworben werden können.

Die Länder stellen für den Prozess der didaktischen Jahresplanung Arbeitshilfen zur Verfügung. Recht weit verbreitet sind jene aus Bayern<sup>6</sup> und NRW<sup>7</sup>. Wesentliches Element der didaktischen Jahresplanung sind die Lernsituationen. Sie gliedern und gestalten die Lernfelder für den schulischen Lernprozess aus, stellen also kleinere thematische Einheiten von Lernfeldern dar. Die in den Lernfeldern beschriebenen Kompetenzerwartungen werden exemplarisch umgesetzt, indem Lernsituationen berufliche Aufgabenstellungen und Handlungsabläufe aufnehmen und für die unterrichtliche Umsetzung didaktisch und methodisch aufbereiten. Insgesamt orientieren sich Lernsituationen am Erwerb umfassender Handlungskompetenz und unterstützen in ihrer Ge-

samtheit die Entwicklung aller im Lernfeld beschriebenen Kompetenzdimensionen. Der didaktische Jahresplan listet alle Lernsituationen in dem jeweiligen Bildungsgang auf und dokumentiert alle Kompetenzdimensionen, die Methoden, Sozialformen, Verknüpfungen, Verantwortlichkeiten sowie die Bezüge zu den allgemeinbildenden Unterrichtsfächern.

Die für die Entwicklung von Lernsituationen erforderlichen Arbeitsschritte können auf die betriebliche Umsetzung des Ausbildungsrahmenplans zur Entwicklung von betrieblichen Lern- und Arbeitsaufgaben oder lernortübergreifenden Projekten übertragen werden und Ausbilderinnen und Ausbilder Anregungen für die Planung der betrieblichen Ausbildung geben. Zur Nutzung von Synergieeffekten bei der Umsetzung von Rahmenlehrplänen hat die KMK vereinbart<sup>8</sup>, dass der jeweilige Rahmenlehrplan-Ausschuss exemplarisch eine oder mehrere Lernsituationen zur Umsetzung von Lernfeldern entwickelt. Dabei können auch Hinweise zu Verknüpfungsmöglichkeiten mit dem berufsübergreifenden Lernbereich, zu verfügbaren Materialien/Medien und ggf. exemplarische Beispiele für bindendifferenzierten Unterricht gegeben werden. Die Darstellung erfolgt jeweils in der für das federführende Bundesland üblichen Form. Zu den abschließenden bundesweiten Workshops werden vielfach auch betriebliche Sachverständige und Koordinatoren des Neuordnungsverfahrens eingeladen. Im Fall des Berufs Werkstoffprüfer/-in hat der Workshop aufgezeigt, wie Anforderungen nach der DIN EN ISO 9712 – Zerstörungsfreie Prüfung – Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung mit den Lernfeldern des Rahmenlehrplans verknüpft werden können.

5 Lipsmeier, A. in Euler, D. (Hrsg.) Handbuch der Lernortkooperation, Band 1: Theoretische Fundierungen, Bielefeld 2004.

6 Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, Abteilung Berufliche Schulen, Didaktische Jahresplanung – Kompetenzorientierten Unterricht systematisch planen, München 2012

7 Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Didaktische Jahresplanung, Pragmatische Handreichung für die Fachklassen des dualen Systems, Düsseldorf 2015

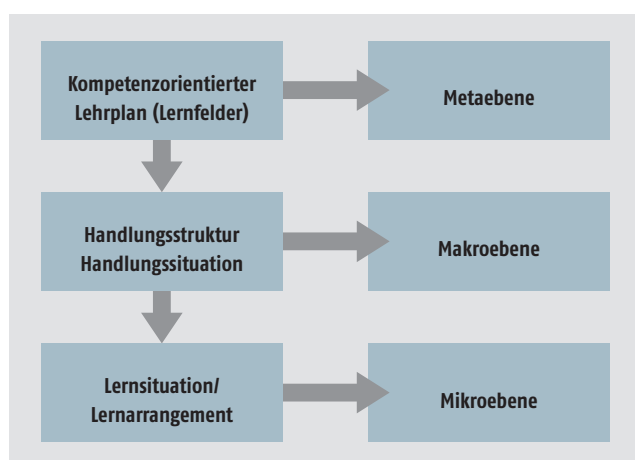
8 Handreichung der KMK für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen, 2011

## 4.2 Umsetzung des Rahmenlehrplans

Die systematische Planung von Unterricht ist die Basis für eine qualitativ hochwertige Umsetzung der Lehrpläne. Diese „Didaktische Jahresplanung“ dient nicht nur als organisatorisches Instrument, um den Unterricht im Verlauf eines Schuljahres zeitlich zu gliedern, vielmehr ist sie ein wertvolles pädagogisch-didaktisches Werkzeug, welches die Prozessabläufe im kompetenzorientierten Unterricht verdeutlicht und die Zusammenarbeit des Lehrerteams unterstützt. Als Instrument der Steuerung und Qualitätssicherung bietet sie nicht nur die Möglichkeit, Unterricht weiterzuentwickeln, sondern auch allen am beruflichen Bildungsprozess Beteiligten einen Überblick über die Unterrichtsplanung und den Stand der Unterrichtsqualität in der Schule zu geben.

Die Didaktische Jahresplanung dient als Überbegriff für drei aufeinander abgestimmte Planungsinstrumente:

1. Lernsituationsbeschreibung/Lernarrangement
2. Didaktischer Jahresplan
3. Organisationsstruktur



Grundlage für die folgenden zusammenfassenden Ausführungen ist die vom Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, Abteilung Berufliche Schulen (ISB/ALP), München, im Jahr 2012 herausgegebene ausführliche Arbeitshilfe „Didaktische Jahresplanung, Kompetenzorientierten Unterricht systematisch planen“. [www.isb.bayern.de/gymnasium/materialien/d/didaktische-jahresplanung](http://www.isb.bayern.de/gymnasium/materialien/d/didaktische-jahresplanung)

Die Umsetzung des Rahmenlehrplans gliedert sich in folgende Schritte:

- ▶ Curriculare Analyse
- ▶ Handlungsstruktur/-produkt aus dem Lernfeld ableiten
- ▶ Lernsituationen ausgestalten
- ▶ Didaktischen Jahresplan ableiten

Bei der Umsetzung des Rahmenlehrplans ist darauf zu achten, dass die Elemente der vollständigen Handlung von der Metaebene, den Lernfeldern, auf die Makro- und Mikroebene übertragen werden.

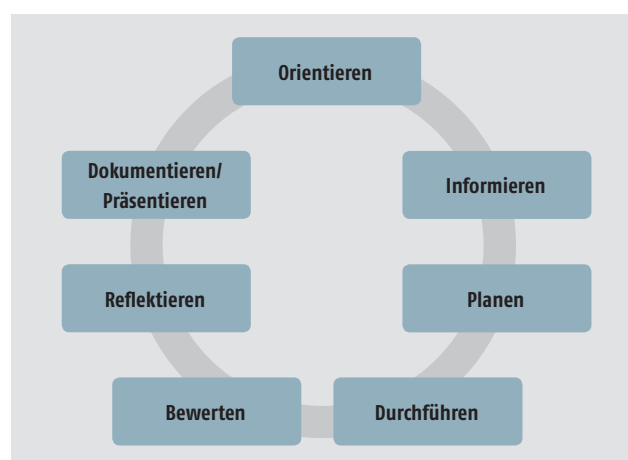


Abbildung: Vollständige berufliche Handlung

### 4.2.1 Curriculare Analyse – Kompetenzen im Lernfeld analysieren

Für die Didaktische Jahresplanung muss der gesamte Lehrplan als Einheit gelesen werden. Dazu gehören neben der Betrachtung aller Lernfelder auch die Leitgedanken, Verbindlichkeiten sowie die berufsbezogenen Vorbemerkungen. Lernfelder können nicht aus dem Kontext gelöst bearbeitet werden.<sup>9</sup>

Teil II Bildungsauftrag der Berufsschule

Teil III Didaktische Grundsätze

Teil IV Berufsbezogene Vorbemerkungen

Teil V Lernfelder

**Lernfeld 2: Physikalische Werkstoffeigenschaften ermitteln und auswerten**

1. Ausbildungsjahr – Zeitrichtwert: 60 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, physikalische Werkstoffeigenschaften zu ermitteln und auszuwerten.

Die Curriculare Analyse erfolgt unter Anwendung der im Rahmenlehrplan enthaltenen Lesehilfe (Seite 30 der Originalfassung). Die Formulierung der Kernkompetenz in einem Satz schafft einen knappen Überblick über die zu vermittelnden Kompetenzen, wobei im Rahmen der weiteren Beschreibungen alle im Rahmenlehrplan aufgeführten Kompetenzdimensionen (Fach-, Selbst-, Methoden-, Sozialkompetenz) berücksichtigt werden. Die Inhaltspunkte konkretisieren einzelne Begriffe bzw. schränken diese ein. So betreffen zum Beispiel die Inhaltspunkte „*Dichtebestimmung, Thermische Analyse*“ die Kompetenz: „Die Schüler prüfen die Plausibilität ihrer Ergebnisse“. Mit den Inhaltspunkten wird verdeutlicht, welche konkreten Werkstoffeigenschaften sie prüfen. Der Umgang mit diesen Werkstoffeigenschaften ist als Mindestanforderung zu sehen.



## 4.2.2 Handlungsstruktur/-produkt aus dem Lernfeld ableiten

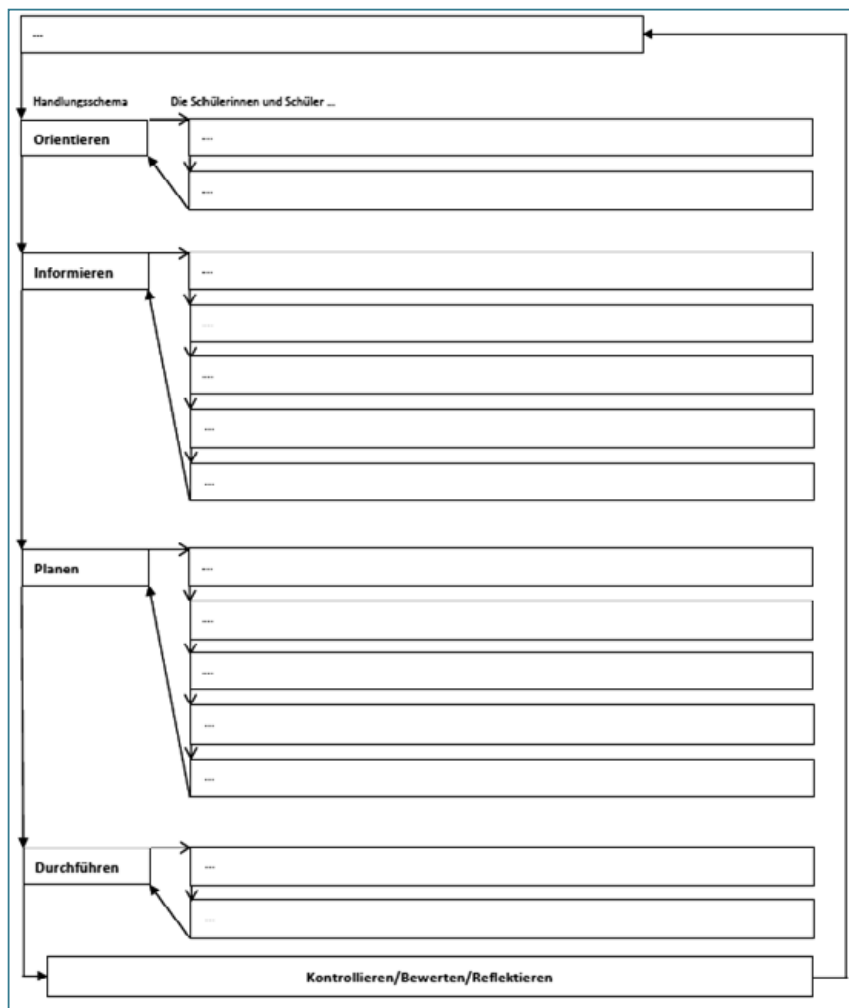
Die in den Lernfeldern genannten Kompetenzen werden im Rahmen der Umsetzung des Rahmenlehrplans in weitere detaillierte Handlungen aufgeschlüsselt. Diese (Teil-)Kompetenzen sind explizit zu formulieren und in eine Handlungsstruktur zu übertragen. Sie sollen sich möglichst zu gleichen Teilen auf die Fach-, Selbst-, Sozial- und Methodenkompetenz beziehen und die vollständige Handlung berücksichtigen. Eine Liste mit Formulierungshilfen<sup>10</sup> sowie das Formular zur Dokumentation der Handlungsstruktur sind auf der CD-ROM hinterlegt.

### Beispiele von Handlungen in einzelnen Lernfeldern

| Zielformulierung bzw. Kompetenzerwartung aus dem Lehrplan   | (Lern-)Handlungen bzw. Teilkompetenzen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...                                     | Konkretisierung der handlungsrelevanten Wissensaspekte  | Überwiegende Betonung der ...      |
|---|--|---|------------------------------------|
| Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Informationsquellen, um sich über Werkstoffe ( <i>Primär- und Sekundärmetallurgie, Polyreaktionen, Additive, Verstärkungen, Verbundwerkstoffe, Werkstoffnormung</i> ) und Verfahren zur Ermittlung charakteristischer Eigenschaften ( <i>chemische Grundlagen</i> ) zu informieren.<br><br><b>Lernfeld 1, 2. Absatz, Satz 1</b> | wählen Informationsquellen aus. Fachbücher, TB, ...  | Quellenbewertung, Validität   | Methodenkompetenz                  |
|   | finden tabellarische Übersicht zur Einteilung der Werkstoffe.  | Unterscheidung der Werkstoffarten (Metalle/Nichtmetalle)  | Lernkompetenz                      |
|   | unterscheiden physikalische und chemische Eigenschaften.   | Aufbau, Bindungsarten, metallische Bindung, kovalente Bindung,  | Fachkompetenz                      |
|   | lesen im Fachbuch und informieren sich über den technologischen Ablauf vom Grund- bzw. Rohstoff zum Werkstoff. | Primär- und Sekundärmetallurgie bei Eisen- und Nichteisenwerkstoffen, <i>Polyreaktionen, Additive, Verstärkungen, bei Kunststoffen, Verbundwerkstoffe, Werkstoffnormung, chemische Grundlagen</i> | Fachkompetenz                      |
|   | unterscheiden Formgebungsprozesse.   | Urformen, Umformen, Trennen   | Methodenkompetenz<br>Fachkompetenz |
|   | erkennen, dass durch Fertigungsverfahren Werkstoffeigenschaften verändert werden.                              | Warm-/Kaltverformung  | Fachkompetenz                      |

<sup>10</sup> ISB/ALP, Leitfaden Didaktische Jahresplanung, Seite 9

| <b>Zielformulierung bzw. Kompetenzerwartung aus dem Lehrplan</b>   | <b>(Lern-)Handlungen bzw. Teilkompetenzen<br/>Die Schülerinnen und Schüler ...</b>   | <b>Konkretisierung der handlungsrelevanten Wissensaspekte</b>  | <b>Überwiegende Betonung der ...</b> |
|--|--|--|--------------------------------------|
| <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen mögliche Verfahren (<i>Rauheitsmessung, visuelle Beurteilung</i>) für die zu untersuchenden Bauteileigenschaften (<i>Oberflächengüte, makroskopische Produktfehler</i>) aus.</p> <p><b>Lernfeld 1, 3. Absatz</b></p>                          | wählen Oberflächenprüfverfahren aus, um Oberflächenbeschaffenheit zu beurteilen.   | Funktionsprinzip der Prüfverfahren, Kenntnis der qualitativen und quantitativen Oberflächenkennwerte | Fachkompetenz                        |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler berechnen die zu ermittelnden Größen (<i>Dichte, Längendehnung, Umwandlungspunkte, Zustandsdiagramme</i>) mithilfe der Messergebnisse und vergleichen diese mit Sollwerten und dokumentieren die Auswertung.</p> <p><b>Lernfeld 2, 5. Absatz</b></p> | reflektieren die Folgen einer Abweichung zwischen ihren Messergebnissen und den Vorgaben.  | Bedeutung der produktbezogenen Relevanz ihrer Messergebnisse   | Fachkompetenz und Selbstkompetenz    |
|  | reflektieren, dass ihre persönliche Einstellung zum Umgang mit Formeln, Daten, Mess- und Hilfsmitteln Einfluss auf Freigabeentscheidungen oder Werkstoffbewertungen hat. | Bedeutung qualitätsorientierten Handelns   | Selbstkompetenz                      |
|  | informieren sich über die für die Messwernerfassung erforderlichen Geräte, Hilfsmittel und die zur Auswertung erforderlichen Formeln und Daten.                          | Bedeutung der spezifischen Eignung von Messmitteln bezogen auf die Mess- und Prüfaufgabe             | Fachkompetenz und Selbstkompetenz    |
|  | berechnen und dokumentieren die Messergebnisse und begreifen die Aussagekraft (Plausibilitätskontrolle).   | Informationensuche aus Fachbuch, Tabellenbuch, Normungen   | Fach- und Methodenkompetenz          |
|  | analysieren die Ergebnisse und ziehen daraus Schlüsse für den weiteren Umgang mit den Ergebnissen im Unternehmen.  | Bedeutung qualitätssichernder Maßnahmen in Bezug auf die Messergebnisse                              | Fachkompetenz<br>Methodenkompetenz   |
|  | reagieren auf Fehler ihrer Teammitglieder angemessen.  | Diskussion der Ergebnisse mit den Mitarbeitern   | Selbstkompetenz                      |
|  | reagieren gegebenenfalls mit Optimierungsvorschlägen hinsichtlich Messwernerfassung und Messwertdokumentation im Rahmen einer Diskussion der Ergebnisse im Team.         | Ergänzung oder Änderung qualitätssichernder Maßnahmen  | Fachkompetenz<br>Selbstkompetenz     |



Formular zur Dokumentation der Handlungsstruktur

### 4.2.3 Lernsituationen ausgestalten

In der Lernsituationsbeschreibung/dem Lernarrangement wird eine ausführliche Verlaufsplanung dargestellt. Dabei wird festgelegt, wie die Schüler/-innen die vollständige Handlung bei der Bearbeitung der Lernsituation durchlaufen und welche Kompetenzen veranlagt bzw. gefördert werden. Damit sie die beschriebenen Situationen selbstständig und eigenverantwortlich bewältigen können, benötigen sie insbesondere Methodenkompetenz, wozu z. B. die Fähigkeit zur Anwendung von Arbeits- und Lerntechniken, die Fähigkeit zur Beschaffung und Strukturierung von Informationen zu beschaffen sowie die Fähigkeit, Ergebnisse von Verarbeitungsprozessen zu interpretieren und zu präsentieren, gehören.

### Vorgehensweise bei der Umsetzung der Lernfelder in Lernsituationen

- ▶ Das Lernfeld wird in überschaubare Lernsituationen, entsprechend den betrieblichen Handlungen, unterteilt, wobei auf eine ausgewogene Gewichtung aller Kompetenzdimensionen zu achten ist.
- ▶ Mit einer Zuordnungsliste werden die Lernsituationen auf ihre Eignung, Vollständigkeit und Parallelität in Bezug auf die Ziele und Inhalte der Berufstheorie und Berufspraxis des Lernfeldes überprüft. Werden nicht alle Ziel- und Inhaltvorgaben abgedeckt, müssen weitere/andere Lernsituationen gesucht werden, die diese Bedingungen erfüllen können. Lernsituationen werden entsprechend den Gegebenheiten an der Schule ausgewählt.

- ▶ Zu den Lernsituationen wird der angestrebte Unterrichtsverlauf niedergelegt, der die konzeptionellen Teile der Unterrichtsplanung und Durchführung deutlich macht. Dabei sind u. a. folgende wesentliche Punkte zu berücksichtigen:
  - ▶ Die Auswahl von Unterrichtsmethode und Unterrichtsform (Sozialform) und die Bereitstellung von Unterrichtsmitteln und -medien sollte eine möglichst schülerorientierte Erarbeitung von Inhalten in Teams ermöglichen. Lehrerorientierte Unterrichtsformen sind gezielt einzusetzen, z. B. bei der Erstvermittlung von Grundlagenwissen oder von Inhalten, die für eine Gruppenarbeit weniger geeignet sind.
  - ▶ Die zur Abbildung einer betrieblichen Handlung notwendigen Ausrüstungen/Laboreinrichtungen und Laborinformationssysteme (Betriebsanweisungen, Gefahrenanalysen, UVV, Sicherheitsdatenblätter, Prüfnormen, Prüfanweisungen usw.), die eine schülerorien-

tierte Erarbeitung ermöglichen, müssen bereitgestellt und aufbereitet werden.

- ▶ Die Integration/Übertragung von fächerübergreifenden Unterrichtssequenzen/Zielen/Inhalten in die allgemeinbildenden Fächer, Gemeinschafts-, Wirtschafts-, Sozialkunde, Deutsch, Fremdsprache, (Religion/Ethik) ist anzustreben.
- ▶ Die Notenfindung im Bereich der Fach- und Projektkompetenz (mit Eigen-, Fremd- und Lehrerbeurteilung) ist rechtzeitig zu planen.

Für die Herleitung und Dokumentation von Lernsituationen stehen mehrere alternative Formulare auf der CD-ROM zur Verfügung, die sich im Detaillierungsgrad unterscheiden. Bei der Erstellung helfen Qualitätskriterien, die Lernsituation qualitativ einzuschätzen<sup>11</sup> (siehe auch CD-ROM).

| 1 = trifft voll zu    2 = trifft zu    3 = trifft weniger zu    4 = trifft nicht zu                     |  |  |   |
|---|--|--|---|
| Anforderungsniveau der Lernsituation  | Innere Struktur der Lernsituation  | Äußere Struktur und die Einbindung der Lernsituation   | Förderung selbstregulierten Lernens in der Lernsituation  |
| Beinhaltet die Lernsituation eine angemessene Aufgabenstellung?   | Ist die Lernerhandlung vollständig, d. h. umfasst sie Orientierungs-, Informations-, Planungs-, Durchführungs- und Bewertungs-/Kontrollphasen? | Bestehen Verbindungen zu anderen Lernsituationen?  | Wird den Lernenden der Zusammenhang zwischen beruflichem Handeln und dem aktuellen Lernprozess verdeutlicht?      |
| Ist die Aufgabenstellung in eine für die Lernenden nachvollziehbare Situation eingebunden?              | Ist die Lernerhandlung auf ein Ergebnis/Produkt hin orientiert?  | Leistet die Lernsituation einen Beitrag zur Entwicklung der beruflichen Handlungskompetenz?                    | Fordert die Lernsituation eigenverantwortliches Lernen und selbstständige Vorgehensweisen?                        |
| Besitzt die Aufgabenstellung einen Bezug zur beruflichen Tätigkeit?                                     | Ist das Verhältnis von Selbst- und Fremdsteuerung der Lernenden entsprechend ausgewogen?   | Wird in der Lernsituation <u>bewusst</u> auf bereits erworbene Kompetenzen zurückgegriffen?                    | Treffen die Lernenden bewusste Entscheidungen für ihre Vorgehensweisen beim Arbeiten und Lernen?                  |
| Ist den Lernenden klar, welcher Phase der beruflichen Handlung die Aufgabenstellung zuzuordnen ist?     | Ist die Nutzung der Methodenkompetenz in der Lernerhandlung nachvollziehbar?   | Ist die Komplexität der Lernsituation entsprechend ihrer Position in der Didaktischen Jahresplanung gestaltet? | Bietet die Aufgabenstellung den Lernenden genügend Raum für eigene Lösungswege und selbstständige Entscheidungen? |
| Sind für die Bewältigung der Aufgabenstellung konkrete Kompetenzen formuliert?                          | Bestehen in der Lernsituation Differenzierungsmöglichkeiten?   | Bestehen Verbindungen zu allgemeinbildenden Fächern?   | Ist in <u>allen</u> Phasen der Handlung selbstständiges Arbeiten und Entscheiden gefordert?                       |
| Bildet die Aufgabenstellung einen berufstypischen „Normalfall“ oder einen eher seltenen Spezialfall ab? | Sind Reflexionsphasen in die Lernsituation eingebaut?  | Bietet die Lernsituation systematische Vertiefungs- und Transfermöglichkeiten?                                 | Werden die einzelnen Schritte des Lern- und Arbeitsprozesses reflektiert und bewertet?                            |

Abbildung: Einschätzung der Qualität einer Lernsituation und eines Lehr-/Lernarrangements

11 ISB/ALP, Leitfaden Didaktische Jahresplanung, Seite 12

### 4.2.4 Didaktischen Jahresplan ableiten

Der didaktische Jahresplan ist das Kernstück der didaktischen Planung, mit der Fach- sowie die Selbst- und Sozialkompetenz bewusst und systematisch angelegt bzw. gefördert werden. Dazu werden die einzelnen Lernsituationsbeschreibungen/ Lernarrangements auf das Wesentliche zusammengefasst und je Lernfeld in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht. Damit spiegelt der didaktische Jahresplan den inneren Zusammenhang der Lernsituationen wider. Die Planung der Zeitrichtwerte und die Berücksichtigung weiterer wesentlicher Parameter wie Verknüpfungen zu anderen Lernsituationen und Fächern (Deutsch, andere Bündelungsfächer ...) sowie Leistungserhebungen, didaktische Maßnahmen und Verantwortlichkeiten fließen in den didaktischen Jahresplan mit ein. Die Methoden der Unterrichtenden, die beim Schüler Kompeten-

zen veranlassen oder fördern, sind nur dann im didaktischen Jahresplan aufzunehmen, wenn sie neu eingeführt und eingeübt oder im Rahmen des Spiralcurriculums wieder aufgegriffen und intensiviert werden.

Die im Schuljahr zu unterrichtenden Lernfelder können zeitlich sequentiell oder parallel angeordnet werden. Denkbar sind auch Mischformen, die die beiden Formen verbinden.

Im Folgenden wird ein Beispiel für einen didaktischen Jahresplan, bezogen auf eine Lernsituation, gegeben. Es zeigt einen Mindestkatalog, der, z. B. bei der Änderung von Lernsituationen, eine leichte Anpassung ermöglicht. Formulare des ISB/ALP für die Dokumentation des Didaktischen Jahresplans sind auf der CD-ROM hinterlegt.

#### Lernfeld 2: „Physikalische Werkstoffeigenschaften ermitteln und auswerten“

| Lernfeld<br>Lernsituation<br>Zeitrichtwert  | Handlungskompetenz   | Didaktik<br>Organisation<br>Verantwortlichkeit  | Verknüpfung mit allgemein-<br>bildenden Fächern wie<br>D/Sk/E/Rel/Eth/Sp   |
|---|--|---|--|
|   | Fachkompetenz  | Selbst-, Sozial-,<br>Methodenkompetenz  |  |
| LF2/LS x<br>Die Schülerinnen und Schüler berechnen die zu ermittelnden Größe <i>Dichte</i> mithilfe der Messergebnisse, vergleichen diese mit Sollwerten und dokumentieren diese Auswertung.<br>2 Std | z. B.<br><input type="checkbox"/> technische Dokumentation erschließen<br><input type="checkbox"/> Fachliteratur gezielt nutzen (Tabellenbücher) und Informationen auswählen<br><input type="checkbox"/> Ergebnisse diskutieren und Abweichungen hinterfragen<br><input type="checkbox"/> Mögliche Mess- oder Rechenfehler im Team analysieren | z. B.<br><input type="checkbox"/> arbeitsteilige Gruppenarbeit<br><input type="checkbox"/> Lernplakat erstellen<br><input type="checkbox"/> auf vorausgegangene LS aufbauen | <input type="checkbox"/> D<br><input type="checkbox"/> Umgang mit Medien<br><input type="checkbox"/> Visualisierung von Ergebnissen<br><input type="checkbox"/> Präsentationen von Ergebnissen |



### 4.3 Berücksichtigung der ZfP-Entsprechungslisten bei der Unterrichtsplanung

Die inhaltlichen Vorgaben der Lernfelder sowie der ZfP-Entsprechungslisten im Anhang der Ausbildungsordnung können in Lernsituationen integriert vermittelt werden, indem von Handlungen und Prozessen ausgegangen wird, zu denen die Schüler/-innen am Ende einer Unterrichtssequenz befähigt sein sollen. Dabei ist bei der Unterrichtsplanung so vorzugehen, dass sie durch den Verlauf der Unterrichtssequenzen erkennen, welche Prüfverfahren den verschiedenen Handlungen und Prozessen zugeordnet werden können und/oder angewandt werden müssen. Dadurch erfassen die Schüler/-innen einerseits die Bedeutung der Qualitätsorientierung ihres Handelns, also welche Auswirkung ihr Handeln auf die vorausgehenden und nachfolgenden Prozesse haben kann, und andererseits die Möglichkeiten, entweder das eigene Handeln oder das Ergebnis der vorausgehenden Prozesse zu prüfen. Sie werden so frühzeitig mit der Verantwortung konfrontiert, die mit ihrem Arbeitsplatz verknüpft ist und mit der Aufgabenvielfalt, die sich in den vier Fachrichtungen des Berufes widerspiegelt.

Wie ausgeführt, orientiert sich die Unterrichtsplanung an den Kompetenzerwartungen und den Lerntechniken der Schüler. Die Vorgehensweise, werkstoffkundlich, messtechnisch oder prozessorientierte Lernfelder über die Prüfbarkeit der Eigen-

schaften und Merkmale von Werkstoffen oder Produkten zu **behandeln**, gilt gleichermaßen für materialografische, physikalisch-technologische, physikalisch-chemische, zerstörungsfreie und chemische Untersuchungen und Prüfverfahren und kann fächerübergreifend organisiert werden.

Die Kompetenz, sich Fachtexte anhand von Normen und **Prüfanweisungen** zu erschließen, und die Bedeutung vollständig ausgefüllter **Formulare** zur Erleichterung betrieblicher Kommunikation lassen sich fächerübergreifend und handlungsorientiert mit dem Deutsch- und Fremdsprachenunterricht verknüpfen und teilweise auch lernfeldübergreifend vermitteln.

So können in allen Lernfeldern Aspekte der Werkstoffprüfverfahren thematisiert werden, die im Sinn des **spiralcurricularen Aufbaus** des Lehrplans in anderen Lernfeldern unter anderen Handlungs- und Prozessaspekten aufgegriffen und vertieft werden müssen. Die Entsprechungsliste zwischen Ausbildungsrahmenplan und Rahmenlehrplan (s. a. Erläuterungen zum ARP sowie CD-ROM) zeigt auf, welche Berufs-bildpositionen des Ausbildungsrahmenplans in mehreren Lernfeldern aufgegriffen werden.

**Beispiel:**

|   |  | Ausbildungsrahmenplan                              |                               |       | Rahmenlehrplan |   |     |            |
|---|--|--|-------------------------------|-------|----------------|---|-----|------------|
|   |  | Ausbildungsberufsbildposition                      | Ausbildungsabschnitt im Monat |       | Schuljahr      |   |     | Lernfelder |
|   |  |  | 1-18                          | 19-42 | 1              | 2 | 3/4 |            |
| 1 | Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von Werkstoffen (§ 4 Absatz 2 Abschnitt A Nummer 1) | Eigenschaften von Werkstoffen qualitativ ermitteln | X                             |       | X              | X |     | LF3/7      |

## ZfP-Nachweise

Die ZfP-Nachweise – hier die der Berufsschulen – weisen auf die für die jeweiligen Verfahren erforderlichen Inhalte hin. Über die angegebenen Unterrichtseinheiten wird nachvollziehbar, in welcher Tiefe die Themen **behandelt** werden müssen, damit die Schüler über den Berufsschulunterricht das der DIN EN ISO 9712 entsprechende Qualifizierungsniveau erlangen können.

### *Siehe Teil IV des Rahmenlehrplans:*

*„Der vorliegende Rahmenlehrplan deckt die Inhalte des Teils Fachtheorie für die ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712 entsprechend der in der Anlage 2 zur Verordnung über die Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin enthaltenen Entsprechungsliste der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) ab.“*

Bei handlungsorientierter Unterrichtsplanung muss es nicht immer sinnvoll sein, die Physik eines Prüfverfahrens zu **behandeln**, bevor die eigentliche Fragestellung: „Wodurch zeichnen sich **Werkstoff- oder Produktgüte** aus, wie sind sie erzielbar und **wie sind sie kontrollierbar?**“ geklärt werden kann.

Anhand des ZfP-Nachweises für die Magnetpulverprüfung Stufe 1 (s. folgende Seite) ist erkennbar, dass die Positionen 1 bis 6 handlungsorientiert ineinandergreifen, von den theoretischen Grundlagen bis hin zur Erstellung des Prüfberichts.

In Lernsituationen wird in der Regel angestrebt, auch spezielle Aspekte der physikalischen Grundlagen im Rahmen abgeschlossener Handlungen zu unterrichten. Zum Beispiel können die werkstofflichen und physikalischen Grundlagen der Magnetisierbarkeit mit der Erkenntnis **behandelt** werden, dass Bauteile, die durch die Magnetpulverprüfung magnetisiert wurden, entmagnetisiert werden müssen, um funktionssicher zu werden. Der Ansatz für die Umsetzung der Position 1 ist in diesem Fall nicht die isolierte Betrachtung der Theorien zum Magnetismus und Elektromagnetismus, sondern der fachkompetente Umgang mit dem Prüfverfahren, gepaart mit der verantwortungsbewussten Erkenntnis, nachfolgende Verarbeitung, Bearbeitung und Verwendung des geprüften Produktes nicht zu beeinträchtigen.

Im Zusammenwirken mit den Lernzielen der Berufsbildpositionen können die Inhalte der Lernfelder bei der Unterrichtsplanung auf ihre Relevanz für alle zu **behandelnden** Werkstoffprüfverfahren betrachtet werden. Hilfestellung dafür können die grafischen Aufschlüsselungen (Mindmaps) der Lernfeldinhalte sein (s. a. CD-ROM). Die Grafiken eignen sich, um Querverbindungen der Inhalte zueinander und zu anderen Lernfeldern zu veranschaulichen und aus gemeinsamen und/oder verwandten Inhalten und Zusammenhängen Lernsituationen zu entwickeln. Wie dies in der zeitlichen und inhaltlichen Planung des handlungs-, prozess- und kompetenzorientierten Unterrichts umgesetzt werden kann, wird im Folgenden anhand der Merkmals- und Objektkunde verdeutlicht.

## Verknüpfung der ZfP mit verschiedenen Lernfeldern am Beispiel der Magnetpulverprüfung

Die Merkmals- und Objektkunde wird in den Bestätigungsf formularen (ZfP-Nachweis) erst nach den physikalischen und gerätetechnischen Grundlagen der jeweiligen Prüfverfahren aufgeführt.

Die Lernfeldbeschreibung: „**Einflüsse chemischer und produktionstechnischer Prozesse auf die Werkstoffeigenschaften beurteilen**“ (Lernfeld 1) kann bei nachfolgender Betrachtungsweise auf die Eigenschaften und Merkmale der Produkte und Produktionsprozesse erweitert werden. Dadurch eröffnet sich für die Schüler die Möglichkeit, Produkte und Prozesse aus der qualitätsorientierten Sicht der Werkstoffprüfer bewerten zu können und geeignete Prüfverfahren zuordnen zu können. Nach dem spiralcurricularen Ansatz müssen sie zunächst nicht über das in der Endqualifikation geforderte Wissen zu den physikalischen Zusammenhängen und Gesetzmäßigkeiten verfügen, die den Prüfverfahren zugrunde liegen.

| Auflistung des in der Klasse ..... des Schuljahres ..... erteilten Unterrichts                              |  |   |                        |
|---|--|---|------------------------|
| Qualifizierungsinhalte<br>lt. DIN EN ISO 9712   |  | ZfP-Nachweis<br>Magnetpulverprüfung Stufe 1                           |                        |
|   |  | Ergänzung zur Handreichung Anlage 1<br>(Verordnung vom 25. Juni 2013) |                        |
| Magnetpulverprüfung – Anforderungen der Stufe 1<br>Fachtheorie (Vorgabe gemäß Verordnung vom 25. Juni 2013) |  | Unterrichtszeitraum   | Unterschrift Lehrkraft |
| 1)<br>(4 UE)  | <b>Physikalische Grundlagen der Magnetpulverprüfung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Elektrizität</li> <li>▶ Magnetismus, magnetisches Feld</li> <li>▶ Magnetische Eigenschaften der Werkstoffe</li> <li>▶ Magnetisierung: Hysterese, Gleichfeld, Wechselfeld, Größe und Verteilung des Magnetfeldes, Induktion, Skin-Effekt</li> <li>▶ Magnetischer Streufluss: Entstehung, Nachweis</li> </ul>   |   |                        |
| 2)<br>(1 UE)  | <b>Prüfmittel für die Magnetpulverprüfung gemäß Stand der Technik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Magnetpulver: fluoreszierend, nichtfluoreszierend, Eigenschaften</li> <li>▶ Trägermittel: Wasser, Öl, Luft</li> <li>▶ Prüfmittelkontrolle: Ansatz, Verschleiß, Vergleichskörper 1 und 2</li> <li>▶ Erforderliche Magnetisierungsfeldstärke</li> <li>▶ Eigenschaften der Prüfmittel</li> </ul>   |   |                        |
| 3)<br>(1 UE)  | <b>Arbeitssicherheit und Umweltschutz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gefahrstoffe</li> <li>▶ UV-Strahlung</li> </ul>   |   |                        |
| 4)<br>(4 UE)  | <b>Prüfgeräte, Magnetisierungstechniken und Entmagnetisierung gemäß Stand der Technik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Universalprüfbank</li> <li>▶ Handjochmagnet</li> <li>▶ Stromdurchflutungsgerät</li> <li>▶ Auswahl der Magnetisierungstechnik</li> <li>▶ Stromdurchflutungs- und Felddurchflutungstechniken, kombinierte Verfahren</li> <li>▶ Flussdichte</li> <li>▶ Messung und Berechnung der Tangentialfeldstärke</li> <li>▶ Entmagnetisierung</li> </ul> |   |                        |
| 5)<br>(2 UE)  | Anwendungsbereiche, Merkmals- und Objektkunde bezüglich der prüfbaren Produktsektoren gemäß Stand der Technik  |   |                        |
| 6)<br>(3 UE)  | Genereller Prüfablauf und Prüfbericht nach Prüfanweisung   |   |                        |
| <b>Gesamtzahl der unterrichteten Unterrichtseinheiten</b>   |  |   |                        |

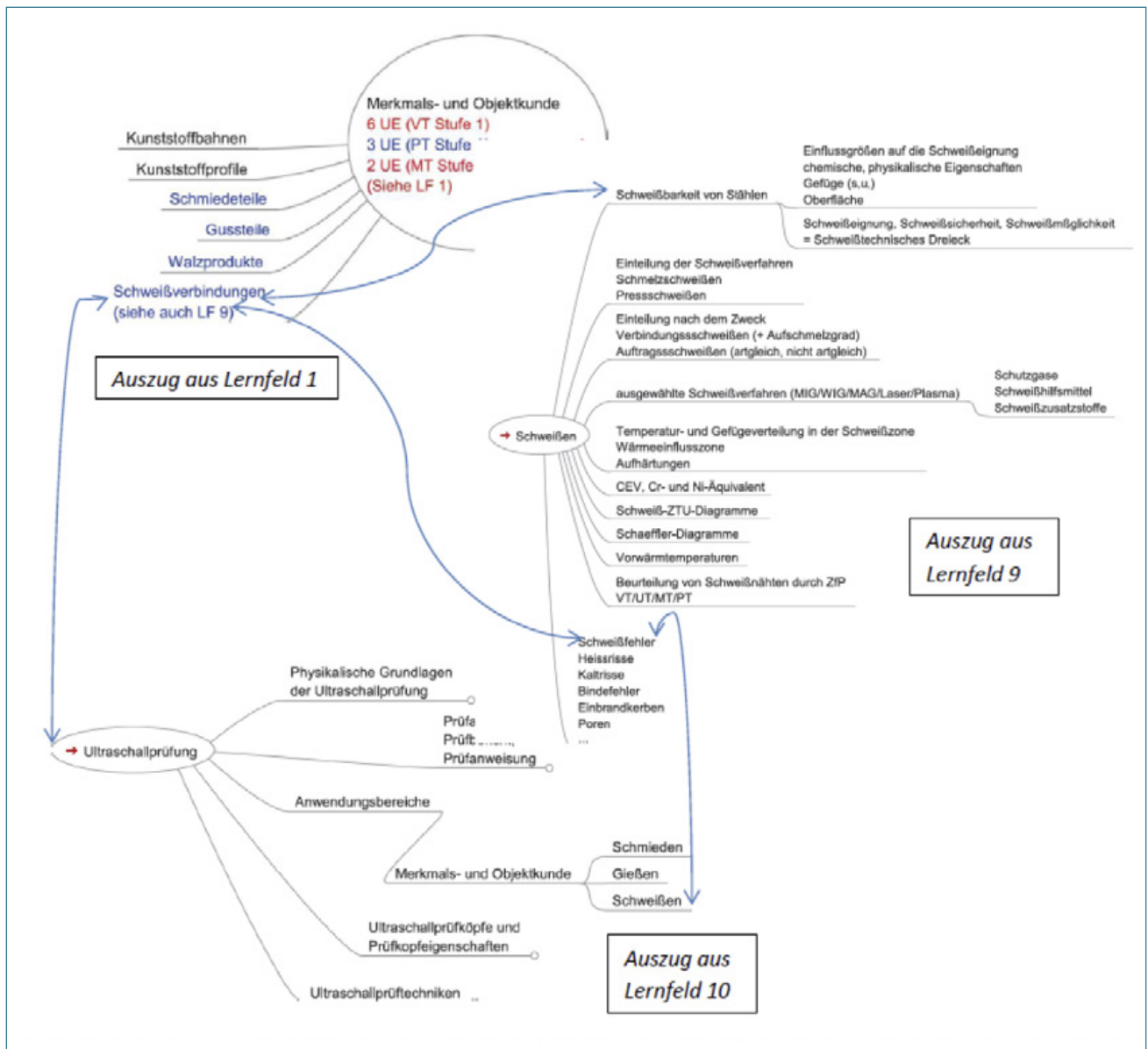
Musterstadt, den \_\_\_\_\_

Klassenleiter

Stempel

In den nachfolgenden Grafiken wird die Möglichkeit veranschaulicht, wie die Merkmals- und Objektkunde (Begrifflichkeit der ZfP) auf die im Lehrplan geforderten Kompetenzen bezüglich der Formgebungsprozesse von den Schülerinnen und Schülern in Zusammenhang gebracht werden und somit die thematische Behandlung der Formgebungsprozesse bereits Teile der in der Verordnung vorgegebenen Qualifizierungsinhalte der ZfP abdecken können.

Die objekt- und produktbezogene Anwendbarkeit der Sichtprüfung, der Magnetpulverprüfung, der Ultraschallprüfung, der Durchstrahlungsprüfung oder der Eindringprüfung zeigt den Schülerinnen und Schülern bereits in den ersten Wochen der Berufsausbildung die Bedeutung ihres Berufes und Arbeitsplatzes im Umfeld der Qualitätssicherung und zeigt gleichzeitig die Erfordernis auf, sich tiefer in die verschiedenen Handlungsfelder und den damit verbundenen Prüfverfahren (z. B. Lernfeld 5) einzuarbeiten und mit den werkstoffkundlichen Hintergründen auseinanderzusetzen (z. B. Schweißnähte in Lernfeld 9).

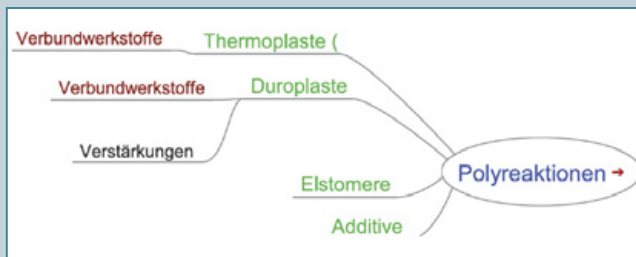




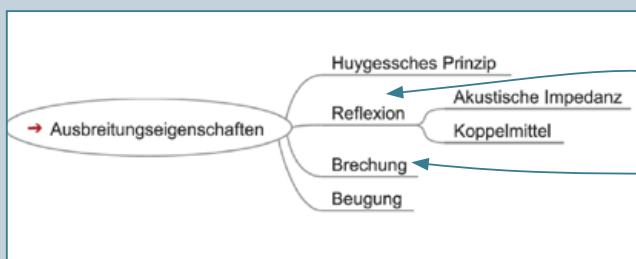
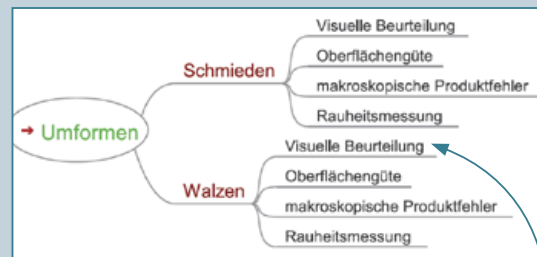
Dass die Schülerinnen und Schüler Qualifizierungsinhalte der ZfP lernfeldübergreifend wahrnehmen und als für die ZfP bedeutend erkennen, gilt nicht nur für die Merkmals- und Objektkunde. Die Gesetzmäßigkeiten der Optik und Wellenlehre sind z. B. physikalische Grundlage in der Sichtprüfung, der Mikroskoptechnik, der Ultraschallprüfung und der Thermografie. Handlungsorientiert können bereits an Merkmalen unterschiedlicher Werkstoffe (Lernfeld 1) wie metallischer Glanz und Lichtdurchlässigkeit bei Kunststoffen, physikalische Erscheinungen wie Transmission, Absorption, Reflexion, Brechung thematisiert, der Bezug zu oben genannten Prüfverfahren hergestellt und die damit verbundene Physik mit den Gesetzmäßigkeiten in Lernfeld 2 aufgegriffen werden, um sie in den Lernfeldern, in denen die Anwendung und Funktion der Prüfverfahren im Vordergrund stehen, weiter zu vertiefen.

Die Beispiele zeigen, wie Lernfelder handlungsorientiert vernetzt werden können und wie Inhalte aus den Lernfeldern des 1. Schuljahres in späteren Lernsituationen aufgegriffen, vertieft und für andere Problemlösungen angewandt werden können.

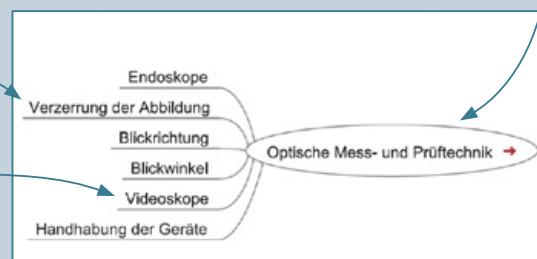
Die Mindmaps sind auf den Folgeseiten wiedergegeben, da sie in der dargestellten Weise eine Hilfe bei der Entwicklung und Verknüpfung von Lernsituationen sowie der Einbeziehung der ZfP-Inhalte sein können.



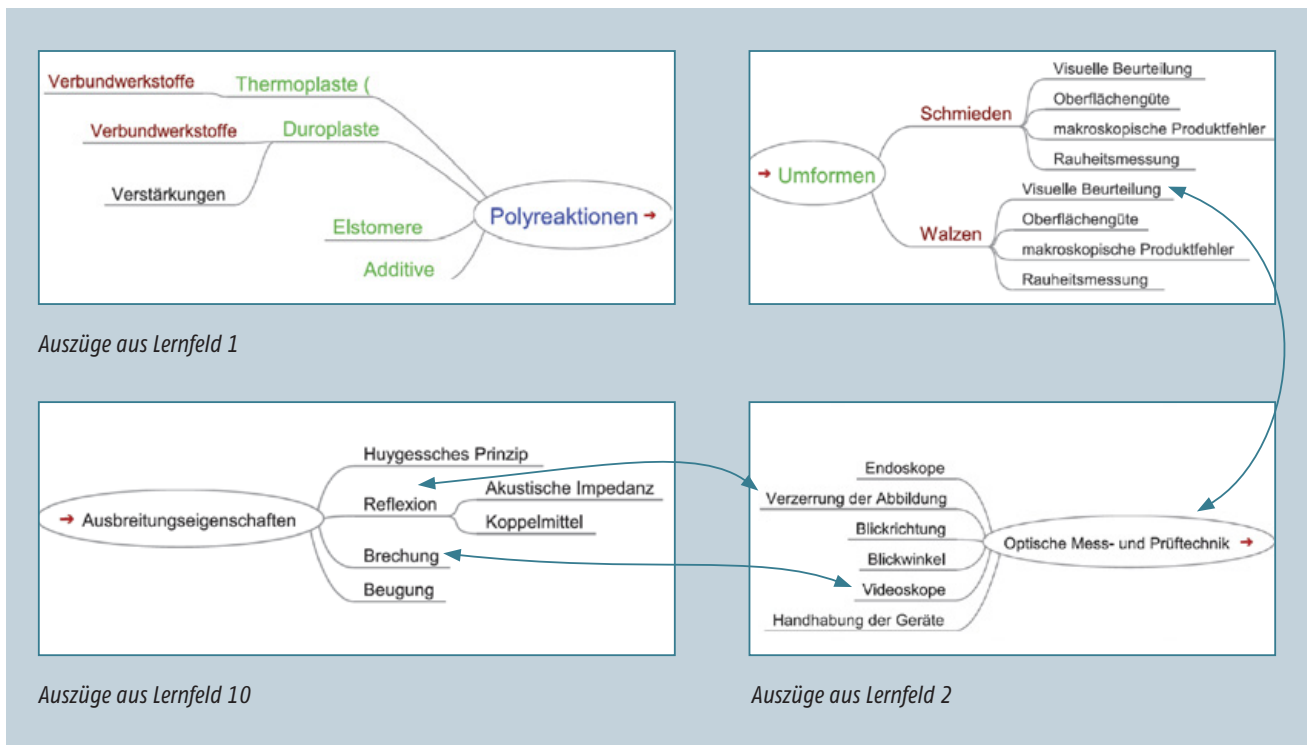
Auszüge aus Lernfeld 1



Auszüge aus Lernfeld 10



Auszüge aus Lernfeld 2





## 5 Prüfungen



## 5.1 Anforderungen an Prüfungen neuer Ausbildungsberufe

Handlungsorientierung in der Ausbildung bedeutet, sich an praxisgerechten Aufgaben und berufstypischen Arbeitsprozessen zu orientieren. Die Auszubildenden erhalten damit eine aktive Rolle für ihr eigenes Lernen. Die zu erwerbenden Handlungsmuster werden den Auszubildenden nicht mehr wie früher „mundgerecht“ präsentiert; vielmehr sollen die Auszubildenden dazu angeleitet werden, sich diese in der aktiven Auseinandersetzung mit der beruflichen Umwelt eigenverantwortlich zu erschließen.

*„Die in dieser Verordnung genannten Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten sollen so vermittelt werden, dass die Auszubildenden zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit im Sinne von § 1 Absatz 3 des Berufsbildungsgesetzes befähigt werden, die insbesondere selbstständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt.“*

**Diese Befähigung ist auch in Prüfungen ... nachzuweisen.“**  
§ 5 Absatz 1 der Ausbildungsverordnung

Wenn die Auszubildenden im Verlauf ihrer Ausbildung zum selbstständigen Planen, Durchführen und Kontrollieren komplexer Arbeitsaufgaben befähigt werden, liegt es nahe, den Nachweis dieser Qualifikationen an realitätsnahen Aufgabenstellungen auch zum Gegenstand der Prüfungen zu machen. Das nach alten Ausbildungsverordnungen zuweilen praktizierte Abfragen von isoliertem Faktenwissen in Bezug auf Fertigkeiten und Kenntnisse, welches lediglich in Prüfungen zum Tragen kam, wird durch handlungsorientierte Prüfungsanforderungen abgelöst.

Die Ergebnisse moderner beruflicher Prüfungen nach Maßgabe neu gestalteter Ausbildungsverordnungen sollen die individuelle Berufseingangsqualifizierung dokumentieren und zugleich Auskunft darüber geben, welche berufliche Handlungskompetenz die Prüfungsteilnehmer derzeit aufweisen und auf welche Entwicklungen diese aktuellen Leistungen zukünftig schließen lassen. Die Entwicklung und Förderung von Handlungskompetenz in der Berufsausbildung bedeutet die Fähigkeit und Bereitschaft, berufliche Anforderungen auf der Basis von Wissen und Erfahrung sowie durch eigene Ideen selbstständig zu bewältigen, die gefundenen Lösungen zu bewerten und die eigene Handlungsfähigkeit weiterzuentwickeln.

Ein didaktisch und methodisch sinnvoller Weg, die Auszubildenden auf die Prüfung vorzubereiten, ist, sie von Beginn ihrer Ausbildung an mit dem gesamten Spektrum der Anforderungen und Probleme, die der Beruf mit sich bringt, vertraut zu machen und die Auszubildenden in vollständige berufliche Handlungen einzubeziehen. Diese Handlungen setzen sich aus folgenden Elementen zusammen:

- ▶ die Ausgangssituation verstehen
- ▶ Ziel setzen, Ziel erkennen: auf der Grundlage realer betriebsbezogener Produktionsprozesse sollen Aufgaben mit den im Produktionsprozess gesteckten Zielen bewältigt werden
- ▶ Arbeitsschritte bestimmen, Handlungsplan erstellen: selbstständiges Planen durch Festlegen der Arbeitsschritte; Abschätzen der personellen Unterstützung; Festlegen der benötigten Materialien, Geräte und Hilfsmittel; Einschätzen der Ausführungszeit
- ▶ Handlungsplan ausführen: die Aufgabe ohne Anleitung und im Team oder im Rahmen der Prüfung allein durchführen
- ▶ Ergebnisse kontrollieren und bewerten: das Arbeitsergebnis mit den Anforderungen und Vorgaben vergleichen; feststellen, ob die Vorgaben erfüllt wurden und welche Nacharbeiten gegebenenfalls notwendig sind

Damit wird den Auszubildenden auch ihre eigene Verantwortung für ihr Lernen in Ausbildungsbetrieb und Berufsschule, für ihren Ausbildungserfolg und beruflichen Werdegang deutlich gemacht. Eigenes Engagement in der Ausbildung fördert die Handlungskompetenz der Auszubildenden enorm.

### Zur Durchführung der Prüfung

Durchgeführt wird die Abschlussprüfung wie im Fall aller anerkannten dualen Ausbildungsberufe im Bereich Industrie und Handel von der Industrie- und Handelskammer (IHK). Bei der Prüfungsdurchführung ist neben der Ausbildungsordnung die Prüfungsordnung der zuständigen Industrie- und Handelskammer nach § 47 BBiG zugrunde zu legen. Sie ist auf der Grundlage der Musterprüfungsordnung des BIBB von der IHK zu erlassen.

Für die Abnahme der Prüfung richtet die zuständige IHK mindestens einen **Prüfungsausschuss** ein (§ 40 BBiG), bestehend aus mindestens drei Mitgliedern und Stellvertreter/-innen:

- ▶ einem/einer Arbeitgebervertreter/-in,
- ▶ einem/einer Arbeitnehmervertreter/-in und
- ▶ einer Lehrkraft einer berufsbildenden Schule.

Die Mitglieder müssen in den Prüfungsgebieten ihrer jeweiligen Fachrichtung sachkundig und als Mitglieder für die Mitwirkung im Prüfungswesen geeignet sein. Im Falle der Abschlussprüfung für den Beruf Werkstoffprüfer/-in müssen dabei die verschiedenen Fachrichtungen bedacht werden.

**Aufgaben des Prüfungsausschusses sind:**

- ▶ rechtzeitige Bekanntgabe der **Prüfungstermine**; der ausbildende Betrieb ist verpflichtet, Auszubildende fristgerecht zur Prüfung anzumelden und für die Teilnahme freizustellen;
- ▶ rechtzeitige Information der Prüflinge über sämtliche Prüfungsmodalitäten; sie müssen sich auf die Prüfungssituation einstellen können; so sollte ihnen auch der Notenschlüssel vor der Prüfung bekannt gemacht werden;
- ▶ Sicherstellen, dass die Voraussetzungen für die Zulassung zur Abschlussprüfung erfüllt sind;

- ▶ Schaffung der organisatorischen und sachlichen Voraussetzungen für die Prüfung;
- ▶ Sicherstellen des ordnungsgemäßen Prüfungsablaufs; Grundlage zur Durchführung ist die Prüfungsordnung der zuständigen IHK.

Prüfungsaufgaben werden in der Regel bundeseinheitlich von einem Aufgabenerstellungsausschuss ausgearbeitet. Dieser ist in Anlehnung an § 40 BBiG paritätisch besetzt und besteht aus Arbeitnehmern/-innen, Lehrern/-innen berufsbildender Schulen und Arbeitgebervertreter/-innen. Bei der Zusammensetzung des Ausschusses wird auch die Anzahl der Ausbildungsverhältnisse pro Bundesland berücksichtigt. Werden keine überregionalen Aufgaben angeboten, so erfolgt die Aufgabenerstellung durch eine sogenannte Leit-IHK, die denselben Anforderungen unterliegt. Die prüfenden IHKs sind lt. Prüfungsordnung verpflichtet, bundeseinheitlich bzw. von der Leit-IHK erstellte Aufgaben zu übernehmen.

Im Fall des Berufs Werkstoffprüfer/-in werden Prüfungsaufgaben von der PAL (Prüfungsaufgaben- und Lernmittelenwicklungsstelle) der IHK Region Stuttgart erstellt.

## 5.2 Die gestreckte Abschlussprüfung (GAP)

- ▶ Anstelle des „klassischen“ Modells von Zwischen- und Abschlussprüfung findet bei dieser nunmehr auch für den Beruf Werkstoffprüfer/-in geltende Prüfungsform nur noch die Abschlussprüfung statt. Sie setzt sich aus zwei Teilen zusammen, die zeitlich voneinander getrennt geprüft werden. Beide Prüfungsteile fließen in einem in der Verordnung festgelegten Verhältnis in das Gesamtergebnis der Prüfung ein. Beim Beruf Werkstoffprüfer/-in trägt Teil 1 GAP bei allen Fachrichtungen 30 % zum Gesamtergebnis der Abschlussprüfung bei, Teil 2 GAP wird mit 70 % gewichtet. Soweit in Teil 1 nicht ausreichende Leistungen erbracht werden, besteht keine Möglichkeit, die Prüfung unmittelbar zu wiederholen. Teil 1 hat aber keinen Sperrcharakter: Unabhängig vom Prüfungsergebnis in Teil 1 kann die Ausbildung fortgesetzt werden. Ein schlechtes Ergebnis im Teil 1 muss durch ein entsprechend gutes Ergebnis im Teil 2 ausgeglichen werden, um die Prüfung insgesamt zu bestehen. Ein schlechtes Ergebnis im Teil 1 kann somit das Bestehen der gesamten Prüfung gefährden!
- ▶ Die Ausgestaltung von Teil 1 GAP ist für alle Fachrichtungen identisch: Es handelt sich um einen Beruf, der sich durch gemeinsame, breit angelegte grundlegende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten auszeichnet, auch wenn sie je nach Geschäftsfeld des ausbildenden Betriebes in gewissen Grenzen unterschiedlich ausgeprägt sein können. Die gemeinsamen Grundlagen fördern die berufliche Mobilität und sichern eine breite Beschäftigungsfähigkeit. Prüfungsgegenstand von Teil 1 sind die im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten für das erste bis dritte Ausbildungshalbjahr sowie der im Berufsschulunterricht zu vermittelnde Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist. Prüfungsrelevant sind also die gemeinsamen berufsprofilgebenden sowie integrativen Inhalte der ersten 18 Ausbildungsmonate sowie die Lernfelder 1 bis 7 des Rahmenlehrplans.
- ▶ Teil 2 GAP ist fachrichtungsspezifisch ausgestaltet und für alle Fachrichtungen in einen praktisch und zwei schriftlich zu bearbeitende „technische“ Prüfungsbereiche gliedert. Hinzu kommt, wie bei allen Berufen im dualen System, der Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde, der grundsätzlich mit 10 % zum Ergebnis der Abschlussprüfung beiträgt.  
Die Prüfungsbereiche in Teil 2 sind bei allen Fachrichtungen in vergleichbarer Weise geschnitten und haben z. T. auch identische Bezeichnungen und auch überlappende Prüfungsinhalte.  
Prüfungsgegenstand von Teil 2 sind vom Grundsatz her alle Ausbildungsinhalte sowie der im Berufsschulunterricht zu vermittelnde Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist. Inhalte, die bereits in Teil 1 geprüft wurden, sollen aber nur bei besonderer Bedeutung für die Berufsbefähigung nochmals einbezogen werden. Prüfungsrelevant sind also vor allem die gemeinsamen berufsprofilgebenden sowie integrativen Inhalte des Ausbildungsrahmenplans, die ab dem 19. Ausbildungsmonat zu vermitteln sind, sowie die korrespondierenden Inhalte des Rahmenlehrplans ab Lernfeld 8.
- ▶ Wenn die Prüfung insgesamt nicht bestanden wurde, kann die gestreckte Abschlussprüfung maximal zweimal wiederholt werden. Sollten nur in Teil 1 oder Teil 2 bzw. einzelnen Prüfungsbereichen unzureichende Leistungen erbracht worden sein und handelt es sich dabei um selbstständige Prüfungsleistungen, so muss der Prüfungsausschuss den Auszubildenden auf Antrag von der Wiederholung des mit mindestens ausreichenden Leistungen absolvierten Teils befreien, sofern der Auszubildende sich innerhalb von zwei Jahren zur Wiederholungsprüfung anmeldet.

## Prüfungszeitpunkte

- ▶ Teil 1 der Abschlussprüfung soll vor dem Ende des zweiten Ausbildungsjahres stattfinden.
- ▶ Teil 2 der Abschlussprüfung erfolgt zum Ende der Ausbildungszeit.

## Zulassung zur gestreckten Abschlussprüfung

Bei der Zulassung zur Abschlussprüfung bei zeitlich auseinanderfallenden Teilen sind einige Sonderregelungen zu beachten: Für jeden Teil der Abschlussprüfung erfolgt eine gesonderte Entscheidung über die Zulassung. Dabei müssen sowohl bei der Zulassung zu Teil 1 als auch zu Teil 2 die jeweiligen Zulassungsvoraussetzungen vorliegen und von der zuständigen Stelle geprüft werden.

Zulassungsvoraussetzungen für Teil 1 sind:

- ▶ Zurücklegen der Ausbildungszeit
- ▶ Führung von Ausbildungsnachweisen
- ▶ eingetragenes Berufsausbildungsverhältnis

Für die Zulassung zu Teil 2 der Prüfung ist zusätzlich die Teilnahme an Teil 1 der Prüfung Voraussetzung. Die erbrachte Prüfungsleistung von Teil 1 ist dabei nicht entscheidend.

Liegen die Voraussetzungen für die Zulassung zur Abschlussprüfung für die jeweiligen Teile vor, besteht für den Prüfling ein Anspruch auf Zulassung.

In Ausnahmefällen können Teil 1 und Teil 2 der Abschlussprüfung auch zeitlich zusammengefasst werden, wenn der Prüfling Teil 1 aus nicht von ihm zu vertretenden Gründen nicht ablegen konnte. Zeitlich zusammengefasst bedeutet dabei nicht gleichzeitig, sondern in vertretbarer zeitlicher Nähe. In diesem Fall kommt der zuständigen Stelle bei der Beurteilung der Gründe ein entsprechendes Ermessen zu, in dessen Rahmen neben gesundheitlichen und terminlichen Gründen auch soziale und entwicklungsbedingte Umstände zu berücksichtigen sind.



Das **Prüferportal**, die Informations- und Kommunikationsplattform für aktive und zukünftige Prüferinnen und Prüfer:

Das Prüferportal ist die bundesweite Informations- und Kommunikationsplattform für aktive und zukünftige Prüferinnen und Prüfer im dualen System sowie alle am Prüfungsgeschehen Beteiligten und Interessierten. Hier gibt es Informationen rund um das Prüfungswesen, das Prüfungsrecht, Veranstaltungshinweise und Materialien.

[www.prueferportal.org](http://www.prueferportal.org)

## 5.3 Prüfungsinstrumente

Die Empfehlung Nr. 158 des Hauptausschusses des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) zur Struktur und Gestaltung von Ausbildungsordnungen – Prüfungsanforderungen – aus dem Jahr 2013 macht Vorgaben zur Ausgestaltung der Prüfungsregelungen, die im Rahmen des Neuordnungsverfahrens umgesetzt wurden:

- ▶ Prüfungsbereiche, die Strukturelemente zur Gliederung von Prüfungen, orientieren sich an Tätigkeitsfeldern der Berufspraxis. Für jeden Prüfungsbereich werden die Anforderungen an den Prüfling beschrieben.
- ▶ Für jeden Prüfungsbereich wird in der Verordnung ein Prüfungsinstrument oder eine Kombination von Prüfungsinstrumenten festgelegt. Das Prüfungsinstrument beschreibt das Vorgehen des Prüfens und den Gegenstand der Bewertung. Eine Gewichtung mehrerer Prüfungsinstrumente zueinander in einem Prüfungsbereich erfolgt in der Verordnung nur dann, wenn mit den verschiedenen Prüfungsinstrumenten auch unterschiedliche Kompetenzen erfasst werden sollen.
- ▶ Die für jedes Prüfungsinstrument festgelegten Prüfungszeiten orientieren sich an der durchschnittlich erforderlichen Zeitdauer für den Leistungsnachweis durch den Prüfling.
- ▶ Die Anforderungen aller Prüfungsbereiche sowie die dafür jeweils vorgesehenen Prüfungsinstrumente und Prüfungszeiten müssen insgesamt für die Feststellung der beruflichen Handlungsfähigkeit in dem jeweiligen Beruf geeignet sein, d. h. die beruflichen Kompetenzen erfassen, die am Ende der Berufsausbildung zum Handeln als Fachkraft befähigen.
- ▶ Wird, wie auch im Fall der Abschlussprüfung Teil 2 beim Werkstoffprüfer, für den Nachweis der Prüfungsanforderungen ein Variantenmodell verordnet, müssen die Alternativen einen gleichwertigen Nachweis und eine gleichwertige Messung der Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten ermöglichen, da identische Anforderungen gestellt werden.
- ▶ Da Fachrichtungen Differenzierungen im Qualifikationsprofil schaffen, die sowohl im Berufsbild als auch im Ausbildungsrahmenplan ausgewiesen sind, sind die Prüfungsanforderungen für jede Fachrichtung eigenständig und inhaltlich differenziert festzulegen.

Für den Beruf Werkstoffprüfer/-in kommen in allen Fachrichtungen die gleichen Prüfungsinstrumente zur Anwendung:

### Teil 1

- ▶ Schriftlich zu bearbeitende Aufgaben
- ▶ Arbeitsaufgabe
- ▶ situatives Fachgespräch

### Teil 2

- ▶ schriftliche Aufgaben
- ▶ **Variantenmodell**
  - ▶ Prüfungsprodukt oder
  - ▶ betrieblicher Auftrag jeweils mit:
  - ▶ Dokumentieren mit praxisbezogenen Unterlagen
  - ▶ auftragsbezogenes Fachgespräch

Im Folgenden werden die Definitionen der Prüfungsinstrumente aus o. g. Empfehlung vorgestellt und ausgeführt, in welcher Weise die genannten Prüfungsinstrumente im Rahmen der Abschlussprüfung für Werkstoffprüfer/-innen zum Einsatz kommen.

### Prüfungsinstrumente in Teil 1 der gestreckten Abschlussprüfung

#### Schriftlich zu bearbeitende Aufgaben

„Die schriftlich zu bearbeitenden Aufgaben sind praxisbezogen und berufstypisch. Bei der Bearbeitung entstehen Ergebnisse wie z. B. Lösungen zu einzelnen Fragen, Stücklisten oder Prüfprotokolle.“

Es sind zwar keine eigenen Prüfungsanforderungen formuliert, trotzdem erhalten die schriftlich zu bearbeitenden Aufgaben in der Verordnung eine eigene Gewichtung. Bewertet werden fachliches Wissen, Verständnis für Hintergründe und Zusammenhänge und methodisches Vorgehen und Lösungswege.

#### Arbeitsaufgabe

„Die Arbeitsaufgabe besteht aus der Durchführung einer komplexen berufstypischen Aufgabe. Es werden eigene Prüfungsanforderungen formuliert. Die Arbeitsaufgabe erhält daher eine eigene Gewichtung. Bewertet werden die Arbeits-/Vorgehensweise und das Arbeitsergebnis oder nur die Arbeits-/Vorgehensweise. Die Arbeitsaufgabe kann durch ein situatives Fachgespräch, ein auftragsbezogenes Fachgespräch, durch Dokumentieren mit praxisbezogenen Unterlagen, schriftlich zu bearbeitende Aufgaben und eine Präsentation ergänzt werden. Diese beziehen sich auf die zu bearbeitende Arbeitsaufgabe.“

## Situatives Fachgespräch

„Das situative Fachgespräch bezieht sich auf Situationen während der Durchführung einer Arbeitsaufgabe oder einer Arbeitsprobe und unterstützt deren Bewertung; es hat keine eigenen Prüfungsanforderungen und erhält daher auch keine gesonderte Gewichtung.“

Es werden Fachfragen, fachliche Sachverhalte und Vorgehensweisen sowie Probleme und Lösungen erörtert. Es findet während der Durchführung der Arbeitsaufgabe oder Arbeitsprobe statt; es kann in mehreren Gesprächsphasen durchgeführt werden. Bewertet werden methodisches Vorgehen und Lösungswege und/oder Verständnis für Hintergründe und Zusammenhänge.“

Die drei Prüfungsinstrumente kommen in Teil 1 der GAP, der für alle Fachrichtungen identisch ist, als Kombination in einem Prüfungsbereich zum Einsatz. Die Prüfungsdauer wird in der Ausbildungsordnung für jedes dieser Prüfungsinstrumente festgelegt. Die Prüfungsanforderungen sind für die Kombination der Prüfungsinstrumente formuliert. Die Gewichtung zwischen Arbeitsaufgabe einschließlich situativen Fachgesprächs und schriftlichen Aufgaben soll nach der Verordnung  $\frac{2}{3}:\frac{1}{3}$  betragen, die Gewichtung des Fachgesprächs wird in der Verordnung nicht festgelegt, sondern liegt im Ermessen von Aufgabenerstellungs- bzw. Prüfungsausschuss und wird im Rahmen der Aufgabenerstellung festgelegt und im Bewertungsbogen ausgewiesen. Auch die Entscheidung, ob und in welchem Maß bei der Arbeitsaufgabe die Arbeits- und Vorgehensweise und/oder das Arbeitsergebnis bewertet werden, liegt im Ermessen des Aufgabenerstellungs-/Prüfungsausschusses und wird im Bewertungsbogen festgelegt. Der Prüfungsausschuss muss während der Arbeitsaufgabe nicht fortwährend vollständig anwesend sein, sondern nur während der Phasen, die für die Bewertung der Aufgabe maßgeblich sind.

Zur Form der schriftlichen Aufgaben macht die Verordnung keine Vorgaben. Es liegt damit im Ermessen des Aufgabenerstellungsausschusses, zu welchem Anteil offene oder gebundene Aufgaben gestellt werden.

Das situative Fachgespräch findet während der Aufgabendurchführung statt und kann aus mehreren Gesprächsphasen bestehen, die die vorgegebene Gesamtzeit nicht überschreiten dürfen. Mit welcher Gewichtung das situative Fachgespräch in die Bewertung einfließt, entscheidet der Prüfungsaus-

schuss. Die Anwesenheit des gesamten Prüfungsausschusses ist erforderlich. Die Fragen und Antworten werden anhand eines Protokollier- und Bewertungsbogens dokumentiert.

### Tipps und Hinweise für das Führen von Fachgesprächen

Fachgespräche sind Gespräche unter Experten, keine Wissensabfragen.

Prüfer und Prüferinnen

- ▶ stellen offen formulierte Fragen, die eindeutig und verständlich formuliert sind,
- ▶ beziehen sich in ihren Fragestellungen auf die durchgeführte Aufgabe,
- ▶ überprüfen die Richtigkeit und Plausibilität der Argumentation des Prüflings,
- ▶ setzen fachliche Aspekte der durchgeführten Aufgabe in Beziehung zu „fachübergreifenden“ Gesichtspunkten, z. B. Qualitätssicherung,
- ▶ regen den Prüfling dazu an, seinen Arbeitsauftrag darzulegen, seine Vorgehensweise zu begründen und/oder über Verbesserungsmöglichkeiten und alternative Herangehensweisen zu reflektieren.

### Welche Inhalte kann das Fachgespräch haben?

Gegenstand des situativen Fachgesprächs ist ausschließlich die konkrete Arbeitsaufgabe. Im Folgenden werden einige Beispiele für mögliche Fragestellungen gegeben, die situationsbezogen einen Gesprächseinstieg ermöglichen:

#### Fragen zur Arbeitsplanung

- ▶ Aus welchen Quellen haben Sie sich die Informationen zur Durchführung der Prüfungsaufgabe geholt?
- ▶ Können Sie die Reihenfolge Ihrer Arbeitsschritte begründen?
- ▶ Treten unvorhersehbare Schwierigkeiten auf? Welche unvorhersehbaren Schwierigkeiten können auftreten? Wie wurden die Schwierigkeiten behoben?

#### Fragen zur Durchführung

- ▶ Wie begründen Sie den Einsatz Ihrer Arbeitsmittel und Verfahren?
- ▶ Welche alternativen Möglichkeiten zum gewählten Verfahren/zur gewählten Methode gibt es?
- ▶ Welche Materialien/Werkzeuge/Maschinen/Techniken gibt es noch, die Sie hätten verwenden können?
- ▶ Welche Vorschriften müssen Sie beachten? Welche Folgen hat die Nichtbeachtung?
- ▶ Welche Arbeitsschutzmaßnahmen und Umweltschutzmaßnahmen müssen Sie beachten?

#### Fragen zur Kontrolle:

- ▶ Wie prüfen Sie die Qualität Ihrer Arbeit (Qualitätskriterien)?
- ▶ Welche Toleranzen sind zulässig? Welche Maßnahmen ergreifen Sie bei zu hoher Abweichung von der Toleranzgrenze?
- ▶ Wie wird die Qualität dokumentiert? Warum?



## Prüfungsinstrumente in Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

In Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung kommen schriftlich zu bearbeitende Aufgaben (Definition s. o.) bei allen Fachrichtungen in jeweils drei Prüfungsbereichen als alleiniges Prüfungsinstrument zum Einsatz, und zwar in zwei fachlichen Prüfungsbereichen sowie Wirtschafts- und Sozialkunde. Praktische Leistungen sind in allen Fachrichtungen jeweils in einem Prüfungsbereich zu erbringen. Die Verordnung bietet hier bei allen Fachrichtungen zwei Prüfvarianten an, wobei die Wahl bei den Betrieben liegt. Es handelt sich bei den Varianten um einen betrieblichen Auftrag oder ein Prüfungsprodukt. Die Durchführung ist jeweils mit praxisbezogenen Unterlagen zu dokumentieren, welche die Grundlage für das abschließende auftragsbezogene Fachgespräch sind.

### Definitionen

#### Betrieblicher Auftrag

„Der betriebliche Auftrag besteht aus der Durchführung eines im Betrieb anfallenden berufstypischen Auftrags. Der betriebliche Auftrag wird vom Betrieb vorgeschlagen, vom Prüfungsausschuss genehmigt und im Betrieb bzw. beim Kunden durchgeführt. Die Auftragsdurchführung wird vom Prüfling in Form praxisbezogener Unterlagen dokumentiert und im Rahmen eines auftragsbezogenen Fachgesprächs erläutert. Es sind eigene Prüfungsanforderungen formuliert. Der betriebliche Auftrag erhält daher eine eigene Gewichtung. Bewertet wird die Arbeits-/Vorgehensweise. Die Verordnung lässt einen Spielraum bei der Auswahl der Gebiete. Bei der Variante 1 (§ 8 Absatz 3 Nummer 3) wird dies dergestalt umgesetzt, dass der betriebliche Auftrag aus dem Betrieb kommt, da es sich ja nach der HA-Empfehlung Nummer 158 um einen im Betrieb anfallenden Auftrag handelt. Hier erfolgt also die Wahl der Gebiete nach § 8 Absatz 3 Nummer 2 notwendigerweise durch den Betrieb. Der Beschlussfassung der zuständigen Stelle wird dadurch Genüge getan, dass die Aufgabenstellung dem Prüfungsausschuss zur Genehmigung vorzulegen ist. Wenn man ein Wahlrecht des Prüflings hätte vorsehen wollen, hätte dies in der Ausbildungsordnung ausdrücklich geregelt werden müssen. Dies hätte aber vor dem Hintergrund des betrieblichen Auftrags zu Problemen führen können.“

#### Prüfungsprodukt/Prüfungsstück

„Der Prüfling erhält die Aufgabe, ein berufstypisches Produkt herzustellen. Beispiele für ein solches Prüfungsprodukt/Prüfungsstück sind ein Metall- oder Holzzeugnis, ein Computerprogramm, ein Marketingkonzept, eine Projektdokumentation, eine technische Zeichnung, ein Blumenstrauß etc. Es werden eigene Prüfungsanforderungen formuliert. Das Prüfungsprodukt/Prüfungsstück erhält daher eine eigene Gewichtung. Bewertet wird das Endergebnis bzw. das Produkt.“

Darüber hinaus ist es zusätzlich möglich, die Arbeit mit praxisüblichen Unterlagen zu dokumentieren, eine Präsentation durchzuführen sowie ein auftragsbezogenes Fachgespräch durchzuführen.“

#### Dokumentieren mit praxisbezogenen Unterlagen

„Das Dokumentieren mit praxisbezogenen Unterlagen erfolgt im Zusammenhang mit der Durchführung der Arbeitsaufgabe/der Arbeitsprobe/des Prüfungsstücks oder des betrieblichen Auftrags und bezieht sich auf dieselben Prüfungsanforderungen. Deshalb erfolgt keine gesonderte Gewichtung. Der Prüfling erstellt praxisbezogene Unterlagen wie z.B. Berichte, Beratungsprotokolle, Vertragsunterlagen, Stücklisten, Arbeitspläne, Prüf- und Messprotokolle, Bedienungsanleitungen und/oder stellt vorhandene Unterlagen zusammen, mit denen die Planung, Durchführung und Kontrolle einer Aufgabe beschrieben und belegt werden. Die praxisbezogenen Unterlagen werden unterstützend zur Bewertung der Arbeits- und Vorgehensweise und/oder des Arbeitsergebnisses herangezogen. Die Art und Weise des Dokumentierens wird nicht bewertet.“

#### Auftragsbezogenes Fachgespräch

„Das auftragsbezogene Fachgespräch bezieht sich auf einen durchgeführten betrieblichen Auftrag, ein erstelltes Prüfungsprodukt/Prüfungsstück, eine durchgeführte Arbeitsprobe oder Arbeitsaufgabe und unterstützt deren Bewertung; es hat keine eigenen Prüfungsanforderungen und erhält deshalb auch keine gesonderte Gewichtung. Es werden Vorgehensweisen, Probleme und Lösungen sowie damit zusammenhängende Sachverhalte und Fachfragen erörtert.“

Bewertet werden methodisches Vorgehen und Lösungswege und/oder Verständnis für Hintergründe und Zusammenhänge.“

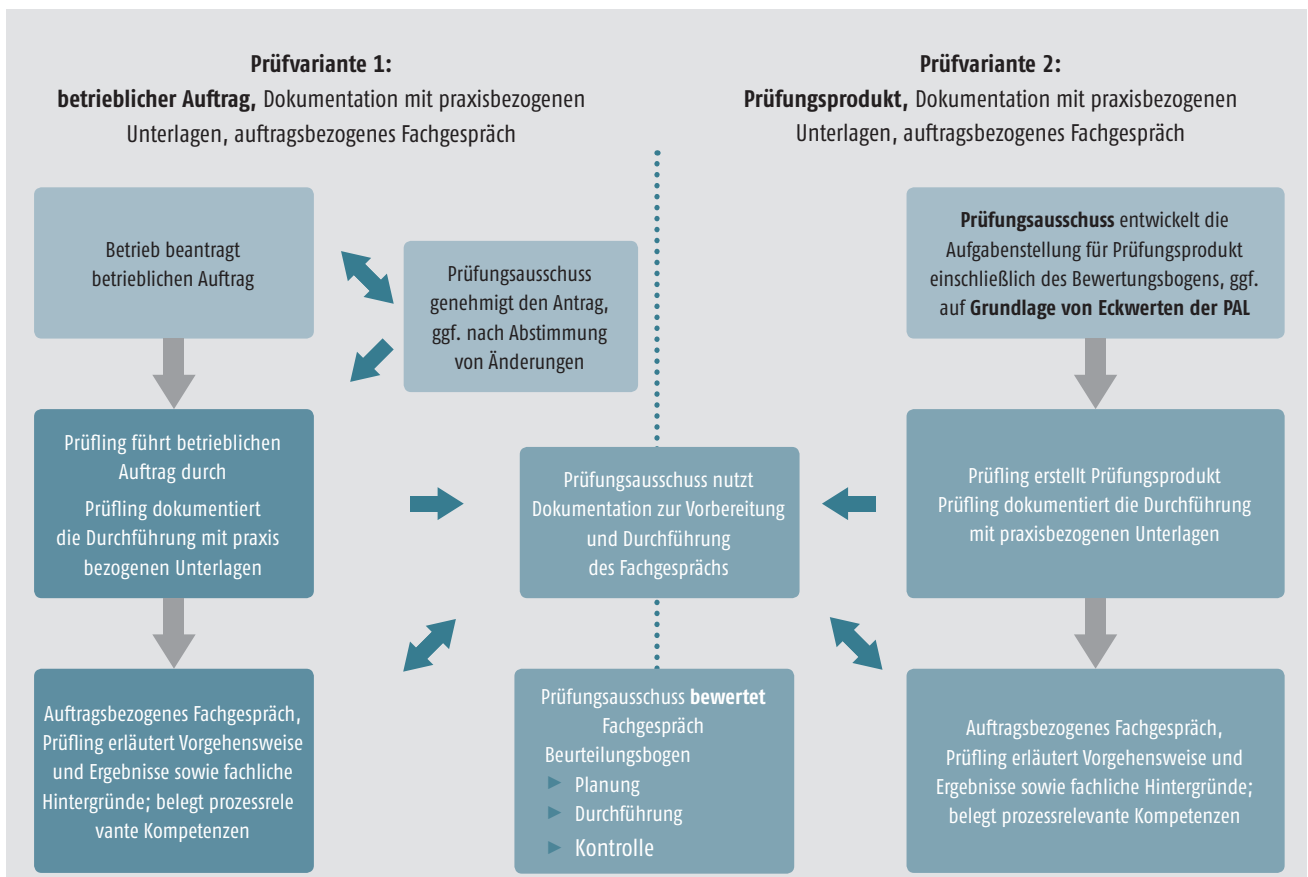
**Variantenmodell**

Die beiden Prüfvarianten sind so gestaltet, dass sie, wie in der Hauptausschussempfehlung gefordert, „einen gleichwertigen Nachweis und eine gleichwertige Messung der Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten (identische Anforderungen)“ ermöglichen. Bei beiden Prüfvarianten erfolgt die Bewertung auf der Grundlage des auftragsbezogenen Fachgesprächs. Die Herstellung des Prüfungsprodukts bzw. die Durchführung des betrieblichen Auftrags sowie die Dokumentation mit praxisbezogenen Unterlagen gehen mittelbar in die Bewertung ein, da sie Grundlage des Fachgesprächs sind. Bewertet werden können damit prozessrelevante Kompetenzen und mittelbar auch Arbeitsergebnisse und/oder Arbeits- und Vorgehensweisen.

Die Prüfvarianten unterscheiden sich im Wesentlichen in der Erstellung der Aufgaben. Während die vom Prüfungsausschuss/Aufgabenerstellungsausschuss entwickelte Aufgaben-

stellung für das Prüfungsprodukt eine betriebliche Handlung simuliert, handelt es sich bei einem betrieblichen Auftrag um eine individuell aus dem realen betrieblichen Arbeitsgeschehen gewählte Aufgabe. Bei beiden Prüfvarianten erfolgt die Aufgabenstellung so, dass Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation der Aufgabe einbezogen sind. In der Dokumentation müssen alle Arbeitsschritte nachvollziehbar beschrieben sein. Es sind der gesamte Arbeitsablauf und die Messergebnisse zu dokumentieren. Die auftragsbezogenen Unterlagen (Dokumentation) sind dem Prüfungsausschuss zur Vorbereitung auf das auftragsbezogene Fachgespräch zu übergeben. Es findet nach der Durchführung des betrieblichen Auftrags oder des Prüfungsprodukts statt.

Da der betriebliche Auftrag im Ausbildungsbetrieb im Rahmen der üblichen betrieblichen Abläufe durchgeführt wird, ist der Prüfungsausschuss während der Durchführung nicht anwesend. Auch bei der Herstellung des Prüfungsprodukts muss der Prüfungsausschuss nicht anwesend sein.



Quelle: BIBB, eigene Darstellung



**Der betriebliche Auftrag** umfasst

- ▶ die **Antragstellung**: Die Prüflinge reichen in Abstimmung mit dem Betrieb einen Auftrag zur Genehmigung bei der Kammer ein. Die Prüflinge stellen in verständlicher Form ihren betrieblichen Auftrag dar. Sie beschreiben dabei den Ausgangszustand, das Ziel der Arbeit, die Rahmenbedingungen (Arbeitsumfeld), die Aspekte der einzelnen Phasen und die wesentlichen Tätigkeiten, ebenso die voraussichtlich benötigte Zeit,
- ▶ die **Genehmigung durch den Prüfungsausschuss**: Der Ausschuss achtet zum einen auf Komplexität, Umfang und geforderte facharbeitertypische Entscheidungsspielräume des gewählten betrieblichen Auftrags; zum anderen sollen die in der Verordnung genannten prozessrelevanten Qualifikationen enthalten sein; hierfür gibt es eine „Entscheidungshilfe“ (s. Seite 43), in der die prozessrelevanten Qualifikationen abgebildet sind,
- ▶ die **Durchführung des Auftrags** durch den Prüfling und
- ▶ die **Erstellung der abschließenden Dokumentation** durch den Prüfling.

Folgende Abläufe sind – immer in Abstimmung mit der zuständigen Stelle – zu beachten.

1. Die zuständige Stelle fordert zur Anmeldung zur Abschlussprüfung Teil 2 auf und lässt sich die Auswahl der Prüfungsvariante bestätigen.
2. Der Ausbildungsbetrieb meldet den Prüfling zur Prüfung an.
3. Die zuständige Stelle informiert den Betrieb über die zeitlichen Vorgaben zur Durchführung des betrieblichen Auftrags.
4. Der Ausbildungsbetrieb wählt einen betrieblichen Auftrag aus, wobei der Auszubildende beteiligt werden kann. Der Auftrag muss den Anforderungen entsprechen, die in der Ausbildungsverordnung festgelegt wurden. Es muss eine Aufgabe sein, die dem originären Betriebszweck dient und auch zu erledigen wäre, wenn keine Abschlussprüfung anstünde. Bei der Auswahl und Festlegung einer geeigneten Aufgabe kommt dem Ausbildungspersonal eine entscheidende Bedeutung zu.
5. Ausbildungsbetrieb und Auszubildende legen diesen Auftrag dem Prüfungsausschuss zur Genehmigung vor.
6. Der Prüfungsausschuss stellt bei der Genehmigung fest, ob durch die Beschreibung des betrieblichen Auftrags Mindestanforderungen erkennbar sind. Wenn der Auftrag nicht genehmigungsfähig ist, gibt der Prüfungsausschuss Hinweise auf die entsprechenden Mängel und dem Prüfling die Gelegenheit, den entsprechenden Antrag auf Durchführung eines betrieblichen Auftrags entsprechend anzupassen.
7. Nach der Genehmigung muss der betriebliche Auftrag innerhalb des vorgegebenen Zeitraums im Betrieb durchgeführt und dokumentiert werden. Die Aufsicht übernimmt der Ausbilder/die Ausbilderin oder eine von ihm/von ihr beauftragte Person.
8. Der Prüfling reicht aussagekräftige Unterlagen, welche die Auftragsdurchführung nachvollziehbar darstellen, bei der zuständigen Stelle ein.
9. Der Prüfungsausschuss bereitet sich auf der Grundlage dieser Dokumentation auf das auftragsbezogene Fachgespräch vor.
10. Der Prüfungsausschuss führt mit dem Prüfling das auftragsbezogene Fachgespräch.

### Zum auftragsbezogenen Fachgespräch

Auf der Grundlage der praxisbezogenen Unterlagen sollen durch das auftragsbezogene Fachgespräch die prozessrelevanten Qualifikationen im Bezug zur Auftragsdurchführung bewertet werden. Der Prüfling soll die fachbezogenen Probleme und deren Lösungen bei der Durchführung des betrieblichen Auftrags bzw. bei der Herstellung des Prüfungsprodukts aufzeigen, seine Vorgehensweise bei der Durchführung begründen und die wesentlichen fachlichen Hintergründe erläutern.

Vorbereitung und Durchführung des auftragsbezogenen Fachgesprächs durch den Prüfungsausschuss:

- ▶ In den Zeitvorgaben für den betrieblichen Auftrag bzw. das Prüfungsprodukt ist die Zeit für das Fachgespräch enthalten.
- ▶ Das Fachgespräch bezieht sich thematisch allein auf den betrieblichen Auftrag/das Prüfungsprodukt.
- ▶ Das Fachgespräch ist keine einseitige Wissensabfrage. Es stellt kein von der Praxis losgelöstes Fachbuchwissen in den Vordergrund, sondern wird als Gespräch unter Fachleuten geführt. Dabei sind die individuellen Arbeitsleistungen des Prüflings zu berücksichtigen.
- ▶ Der Prüfungsausschuss sollte zu Beginn den groben Ablauf des auftragsbezogenen Fachgesprächs bekannt geben.
- ▶ Der Prüfungsausschuss lässt sich – in der Rolle des Auftraggebers – die Arbeitsergebnisse des Prüflings vorstellen.
- ▶ Darauf aufbauend schließen sich die Fragen des Prüfungsausschusses an.

- ▶ Der Prüfungsausschuss ermöglicht dem Prüfling, eventuell fehlerhafte Ausführungen zu überdenken und Alternativen vorzuschlagen.
- ▶ Die Beurteilung des auftragsbezogenen Fachgesprächs erfolgt anhand objektiv nachvollziehbarer und im Vorfeld festgelegter Bewertungskriterien.
- ▶ berücksichtigen die Besonderheiten einer Prüfungssituation,
- ▶ überprüfen die Richtigkeit und Plausibilität der Argumentation des Prüflings,
- ▶ nutzen die Erläuterungen des Prüflings zur vertiefenden Auseinandersetzung,
- ▶ setzen fachliche Aspekte des betrieblichen Auftrags bzw. des Prüfungsproduktes in Beziehung zu „überfachlichen“ Gesichtspunkten, z. B. Qualitätssicherung, und
- ▶ geben Impulse bei einem eventuellen „Blackout“ des Prüflings.

**Prüferrolle**

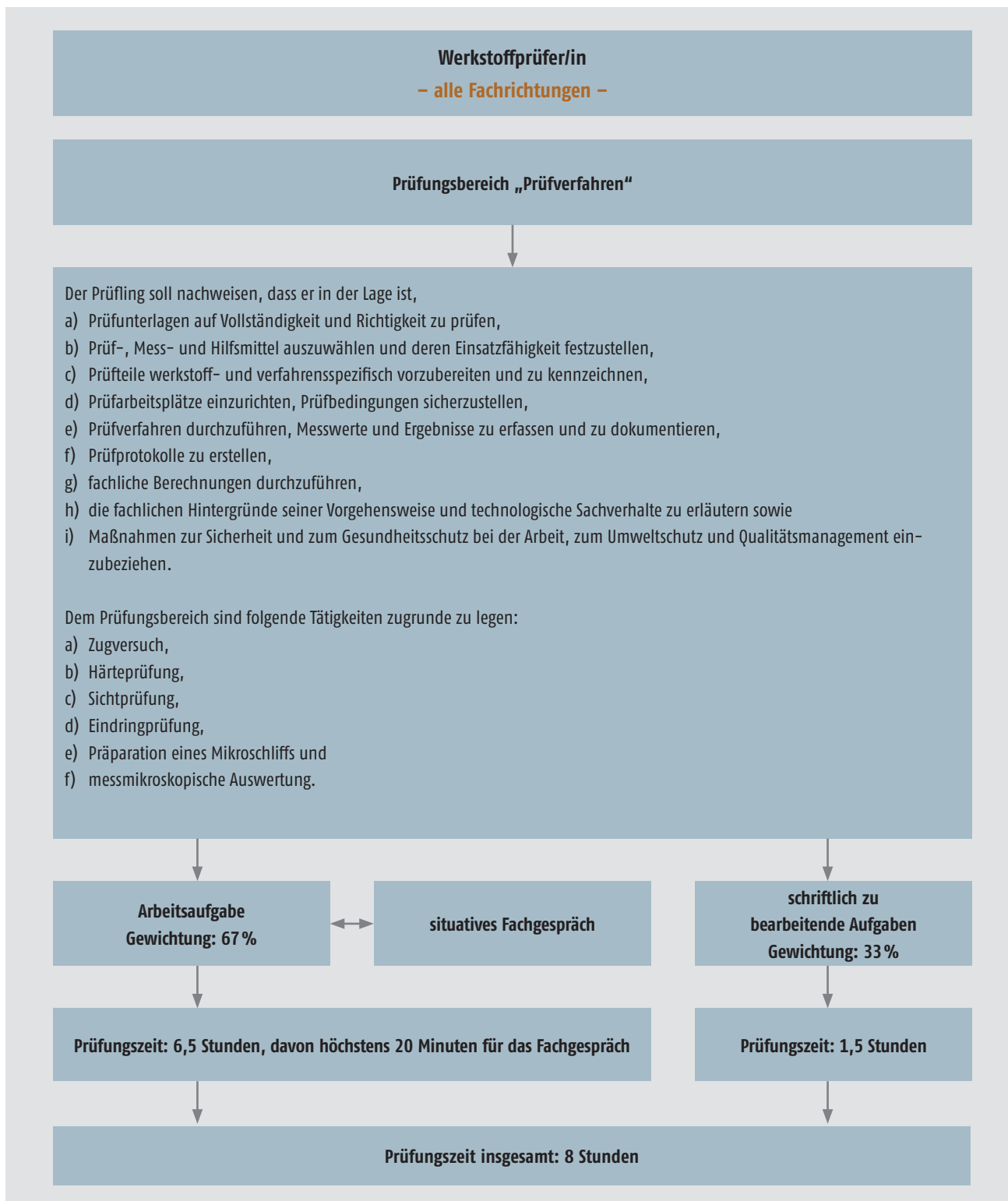
Prüfer und Prüferinnen

- ▶ stellen die Leistungsstärken des Prüflings und nicht seine Leistungsschwächen in den Vordergrund,

|                                  | Teil 1 GAP  |  | Teil 2 GAP  |                                      |                         |   |                                      |
|----------------------------------|---|--|---|--------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------------|
|                                  | Gewichtung 30 %   |  | Gewichtung 70 %   |                                      |                         |   |                                      |
|                                  | Fachrichtungsübergreifend   |  | Fachrichtungsspezifisch   |                                      |                         | Berufsübergreifend                              |                                      |
|                                  | 1. Prüfungsbereich  | 2. Prüfungsbereich   |   | 3. Prüfungsbereich                   | 4. Prüfungsbereich      | 5. Prüfungsbereich                              |                                      |
|                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Arbeitsaufgabe</b></li> <li>▶ <b>Situatives Fachgespräch</b></li> <li>▶ <b>Schriftliche Aufgaben</b></li> </ul> | Variante 1:<br><b>Betrieblicher Auftrag</b> ,<br>Dokumentation mit praxisbezogenen Unterlagen, auftragsbezogenes Fachgespräch  | Variante 2:<br><b>Prüfungsprodukt</b> ,<br>Dokumentation mit praxisbezogenen Unterlagen, auftragsbezogenes Fachgespräch | Schriftlich zu bearbeitende Aufgaben |                         |   |                                      |
| Fachrichtung                     | 8 Stunden   | 18,5 Stunden   | MT, WBT, ST<br>KT   | 12,5 Stunden<br>8,5 Stunden          | 1,5 Stunden             | 2,5 Stunden                                     | 1 Stunde                             |
| FR Metalltechnik (MT)            | Prüfverfahren<br>30 %   | <b>Werkstoff- und Produktprüfung</b><br>Aufgabenstellung aus den Gebieten:<br>a) mechanisch-technologische Prüfverfahren,<br>b) qualitative und quantitative metallografische Untersuchungen,<br>c) Wärmebehandlungen,<br>d) Senkrechtprüfungen mit Ultraschall<br>e) Analyse von Fehlerursachen an Produkten;<br>Die Gebiete a bis c sind immer enthalten |   | 30 %                                 | Schadensanalyse<br>10 % | Eigenschaften metallischer Werkstoffe<br>20 %   | Wirtschafts- und Sozialkunde<br>10 % |
| FR Kunststofftechnik (KT)        |   | <b>Werkstoff- und Produktprüfung</b><br>Ausgabenstellung aus zwei der drei folgenden Gebiete<br>a) mechanisch-technologische Prüfverfahren,<br>b) physikalisch-chemische Prüfverfahren und<br>c) rheologische Prüfverfahren  |   | 30 %                                 | Schadensanalyse<br>10 % | Eigenschaften polymerer Werkstoffe<br>20 %      |                                      |
| FR Wärmebehandlungstechnik (WBT) |   | <b>Wärmebehandlungsprozesse</b><br>Aufgabenstellung aus den Gebieten:<br>a) Wärmebehandlungen,<br>b) mechanisch-technologische Prüfverfahren,<br>c) materialografische Gefügeuntersuchungen und<br>d) Analyse von Fehlerursachen   |   | 30 %                                 | Schadensanalyse<br>10 % | Wärmebehandlungsfähigkeit von Bauteilen<br>20 % |                                      |
| FR Systemtechnik (ST)            |   | <b>Zerstörungsfreie Prüfprozesse</b><br>Keine Hervorhebung von Gebieten/Tätigkeiten, die der Aufgabenstellung zugrunde liegen müssen   |   | 30 %                                 | Prüfanweisungen<br>15 % | Beanspruchungen technischer Systeme<br>15 %     |                                      |

## 5.4 Teil 1 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP)

### 5.4.1 Prüfungsanforderungen



### 5.4.2 Aufgabenerstellung und Prüfungstermin

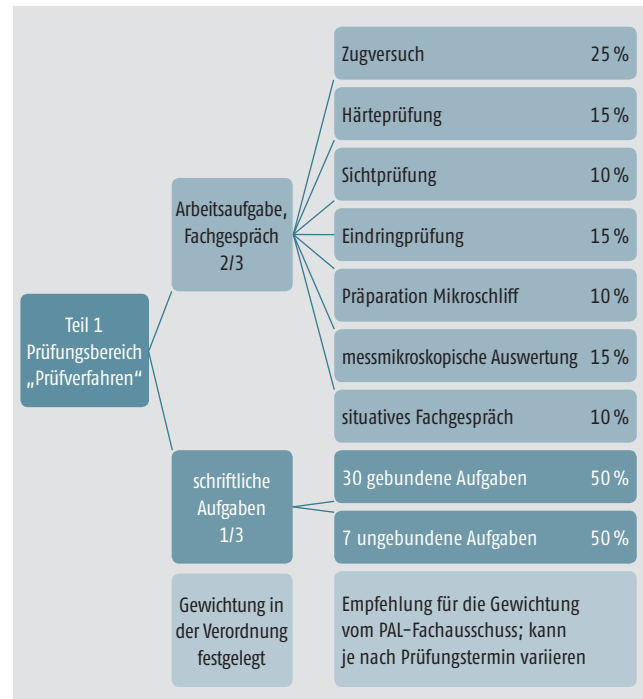
Die Aufgabenstellung wird bundeseinheitlich durch die PAL (Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle der IHK Region Stuttgart) erfolgen. Für Teil 1 hat die PAL 2014 einen Leitfaden und eine Musterprüfung erstellt.<sup>12</sup> Mit Genehmigung der PAL werden Auszüge für diese Umsetzungshilfe genutzt.

Da die betrieblichen Anlagen und Einrichtungen sehr unterschiedlich sein können, stellt die PAL für die Arbeitsaufgabe lediglich Beispiele einschließlich Prüfungsunterlagen zur Verfügung, die von den örtlichen Prüfungsausschüssen an die Bedingungen vor Ort angepasst werden können. Dabei ist darauf zu achten, dass die Modifikationen gleichwertig sind. Unmittelbar einzusetzen sind die schriftlichen Aufgabenstellungen der Musterprüfung. Sie umfassen 30 gebundene Aufgaben und 7 ungebundene Aufgaben. Die Mehrzahl der Aufgabenstellungen weist einen Situationsbezug auf, um die handlungsorientierte Ausbildung auch in der Prüfung abzubilden. In der Regel beziehen sich mehrere Aufgaben auf ein Szenario.

Für die Prüfungstermine werden ebenfalls bundeseinheitliche Vorgaben gemacht. Die schriftlichen Aufgaben werden bundesweit am selben Prüfungstag durchgeführt, die praktische Prüfung findet innerhalb von ca. drei Wochen im Anschluss statt.

#### Innere Gewichtungen und Struktur von Prüfungsaufgaben in Teil 1

Für die Gewichtung innerhalb von Teil 1 legt die Verordnung fest, dass schriftliche Aufgaben zu praktischen Aufgaben mit 1/3 zu 2/3 zu gewichten sind. Der Fachausschuss der PAL hat darüber hinaus Gewichtungen innerhalb der Arbeitsaufgabe, in deren Rahmen 5 Teilaufgaben und das situative Fachgespräch durchzuführen und zu bewerten sind, sowie innerhalb der schriftlichen Aufgabenstellungen empfohlen, wobei diese Gewichtungen von Prüfung zu Prüfung variieren können:<sup>13</sup>



### 5.4.3 Beispiele für schriftliche Aufgabenstellungen der PAL-Musterprüfung 2015

Die folgenden ausgewählten Aufgaben sind mit freundlicher Zustimmung der IHK Stuttgart dem PAL-Leitfaden für die Abschlussprüfung Teil 1, 2014 entnommen.<sup>14</sup>

Hilfsmittel: Tabellenbuch, Formelsammlung, Zeichenwerkzeuge und nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

Vorgabezeit: Insgesamt 90min

<sup>12</sup> Stuttgart, 2014, Leitfaden für die Abschlussprüfung Teil 1 inklusive schriftlicher und praktischer Musterprüfung

<sup>13</sup> Konzept des PAL-Fachausschusses für die Gewichtung der Prüfungsaufgaben in Teil 1, Darstellung BIBB

<sup>14</sup> Originalnummerierung der PAL wurde beibehalten.













**19**

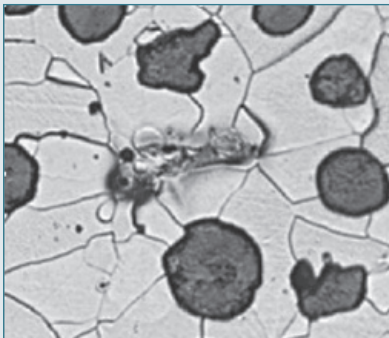
1.09.24.01.015 N

An einem Wellenende wird ein Außengewinde gefertigt. Die Bearbeitung hat Einfluss auf die Belastbarkeit. Welchen Nachteil haben geschnittene Gewinde gegenüber gerollten?

- 1 Der Werkstoff ist verdichtet.
- 2 Die Werkstoffstruktur (Zeilen usw.) verläuft gemäß der Gewindeform.
- 3 Die bei der Gewindeherstellung durchschnittenen Fasern setzen die Schwingfestigkeit herab.
- 4 Die Werkstoffoberfläche hat Druckeigenspannungen.
- 5 Der Werkstoff hat innere Zugeigenspannungen.

Bitte beachten Sie:

Die Aufgaben 20 bis 23 und U5 beziehen sich auf das folgende Szenario. In der Qualitätsstelle einer Eisengießerei wurde dieses Bild aufgenommen.

**20**

1.03.01.02.090 N

Um welchen Werkstoff handelt es sich?

- 1 GJL
- 2 GJS
- 3 GJV
- 4 GJMW
- 5 X210CrW12

**21**

1.03.40.01.016 N

Mit welchem Mikroskop wurde diese Aufnahme gemacht?

- 1 Auflichtmikroskopie mit Hellfeld
- 2 Auflichtmikroskopie mit Dunkelfeld
- 3 Durchlichtmikroskopie
- 4 Stereolupe
- 5 Rasterelektronenmikroskopie



**22** 1.08.03.01.171 N

Wie werden im Labor Lösemittelabfälle entsorgt?

- 1 Sie werden in verschließbaren Behältern gesammelt und später durch Verbrennung oder chemisch vernichtet.
- 2 Sie werden unter dem Abzug verdampft.
- 3 Die unbrennbaren Abfälle werden im Freien verdampft.
- 4 Sie werden mit viel Wasser vermischt und in die Abwasserleitung gegossen.
- 5 Die brennbaren Abfälle werden in besonderen Behältern gesammelt und an besonderen Plätzen verbrannt. Die unbrennbaren Abfälle werden mit viel Wasser vermischt und in die Abwasserleitung gegossen.

**23** 1.08.02.01.309 N

Zu den in der Eisengießerei verwendeten Gefahrstoffen gibt es Sicherheitsdatenblätter. Was ist auf Sicherheitsdatenblättern *nicht* angegeben?

- 1 Angaben über besondere Gefahrenhinweise für Mensch und Umwelt
- 2 Angaben über die Toxikologie der Stoffe
- 3 Angaben über die Zusammensetzung der Stoffe
- 4 Angaben über die Entsorgungskosten der Stoffe
- 5 Angaben über die Handhabung und Lagerung der Stoffe

Bitte beachten Sie:

Die Aufgaben U6, 24 und 25 beziehen sich auf das folgende Szenario.

In der laufenden Produktion sollen Pleuel aus einer Aluminiumlegierung AlCuMg einer 100%igen Qualitätsprüfung unterzogen werden.



**24** 2.06.25.01.001 N

Bei visueller Prüfung wird die Beleuchtungsbedingung vorgeschrieben. In welcher physikalischen Einheit wird die Beleuchtungsstärke angegeben?

- 1 Ampere
- 2 Watt
- 3 Candela
- 4 Lux
- 5 Lumen

**25** 1.03.30.01.027 N

Für die Durchführung der fachgerechten Prüfung werden Prüfanweisungen erstellt. Mit welcher Personalqualifizierung darf nach DIN EN ISO 9712 diese Prüfanweisung erstellt werden?

- 1 Stufe 1
- 2 Stufe 2
- 3 Stufe 3
- 4 Stufe 1 und 3
- 5 Keine Stufe notwendig

## Beispiele für Arbeitsaufgaben

Der Prüfling soll anhand von Prüfanweisungen verschiedene Prüfungen aus den Bereichen der zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfungen einschließlich der Präparation eines Mikroschliffs und einer messmikroskopischen Auswertung durchführen. Da diese Prüfverfahren stark von den betrieblichen Anlagen und Einrichtungen abhängig sind, wird die PAL „Standardunterlagen“ für je eine Beispielaufgabe aus o. g. Bereichen zur individuellen Anpassung durch den örtlichen Prüfungsausschuss anbieten.

Die Prüfungszeit beträgt 6,5 Stunden, davon höchstens 20 Minuten für das situative Fachgespräch. Nicht darin eingeschlossen ist die Zeit, die der Prüfling für die Vorbereitung der Aufgaben benötigt. Darunter fallen zum Beispiel Bereitstellung der Arbeits- und Prüfmittel, Vorbereitung des Prüfplatzes, Wartezeiten (PT-Prüfung, Aushärten des Einbettmittels) usw.

Grundlage des situativen Fachgesprächs ist nur die durchgeführte Arbeitsaufgabe. Durch Fragen des Prüfungsausschusses soll der Prüfling angeregt werden, einen bestimmten Inhalt (Theorie, Begründung, Kernpunkt usw.) darzustellen. Das situative Fachgespräch ist während der Durchführung der Arbeitsaufgabe zu führen, wobei die Zeitpunkte für die Durchführung innerhalb der Prüfung beliebig wählbar sind, soweit der Prüfling in seinem Arbeitsablauf nicht störend unterbrochen wird. Das situative Fachgespräch ist zu dokumentieren und soll erfassen, inwieweit der/die Prüfungsteilnehmer/-in in der Lage ist,

- ▶ den Arbeitsauftrag zu verstehen, zu analysieren sowie Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und in einer arbeits-typischen Weise zu kommunizieren,
- ▶ fachbezogene Probleme und deren Lösung darzustellen,
- ▶ die für den Auftrag fachlich relevanten Hintergründe aufzuzeigen sowie
- ▶ die Vorgehensweise bei der Ausführung des Auftrags zu begründen.

Für die Bewertung der einzelnen Prüfungsleistungen empfiehlt der PAL-Fachausschuss die folgenden Bewertungsschlüssel:

- ▶ Objektiv bewertbar: 10 oder 0 Punkte
- ▶ Subjektiv bewertbar: 10 bis 0 Punkte (10 – 9 – 8 – 7 – 6 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1 – 0 Punkte)

Auf Basis von § 24 Musterprüfungsordnung für die Durchführung von Abschluss- und Umschulungsprüfungen des Hauptausschusses des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) vom März 2007 sind die Prüfungsleistungen wie folgt zu bewerten:

|    |   |
|----|---|
| 10 | Eine den Anforderungen in besonderem Maße entsprechende Leistung  |
| 9  | Eine den Anforderungen voll entsprechende Leistung  |
| 8  | Eine den Anforderungen im Allgemeinen entsprechende Leistung  |
| 7  |   |
| 6  | Eine Leistung, die zwar Mängel aufweist, aber den Anforderungen noch entspricht                                   |
| 5  |   |
| 4  | Eine Leistung, die den Anforderungen nicht entspricht, jedoch erkennen lässt, dass Grundkenntnisse vorhanden sind |
| 3  |   |
| 2  | Eine Leistung, die den Anforderungen nicht entspricht und bei der selbst Grundkenntnisse fehlen                   |
| 1  |   |
| 0  | keine Prüfungsleistung erbracht   |

Da je nach betrieblichen Gegebenheiten die eine oder andere Tätigkeit im Vordergrund stehen wird, weist die PAL ausdrücklich darauf hin, dass der Prüfungsausschuss aufgefordert ist, innerhalb der Standardunterlagen für die Prüfaufgaben entweder Bewertungsfaktoren anzupassen und/oder Bewertungskriterien zu streichen, wobei die Summe der Bewertungsfaktoren bei jeder Prüfungsaufgabe 10 Punkte betragen muss.

In der Handreichung<sup>15</sup> beschreibt die PAL jeweils auf der Grundlage eines Szenarios für jedes in Teil 1 GAP einzubeziehende Prüfverfahren mehrere Beispiele für mögliche Arbeitsaufgaben. Für eine Arbeitsaufgabe inclusive aller Teilaufgaben wird in der Musterprüfung – und zukünftig zu allen Prüfungsterminen – ein umfassender Satz der Prüfungsunterlagen (Standardunterlagen) zur Verfügung gestellt:

#### Laufzettel

- ▶ Prüfungsaufgaben-Beschreibung Zugversuch einschließlich Bewertungsbeispiel
- ▶ Prüfungsaufgaben-Beschreibung Härteprüfung einschließlich Bewertungsbeispiel
- ▶ Prüfungsaufgaben-Beschreibung Sichtprüfung einschließlich Bewertungsbeispiel
- ▶ Prüfungsaufgaben-Beschreibung Eindringprüfung einschließlich Bewertungsbeispiel
- ▶ Prüfungsaufgaben-Beschreibung Präparation eines Mikroschliffs einschließlich Bewertungsbeispiel
- ▶ Prüfungsaufgaben-Beschreibung messmikroskopische Auswertung einschließlich Bewertungsbeispiel
- ▶ Protokollier- und Bewertungsbogen situatives Fachgespräch

15 Stuttgart, 2014, Leitfaden für die Abschlussprüfung Teil 1 inklusive schriftlicher und praktischer Musterprüfung

| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung   |                      | Vor- und Familienname:                                     |       |               |                |                     |
|---|----------------------|--|-------|---------------|----------------|---------------------|
|   |                      | Prüfungsnummer:  | Datum |               |                |                     |
| <b>Laufzettel</b><br><b>Arbeitsaufgabe</b><br>Empfehlung des Fachausschusses, nicht verbindlich |                      | <b>Werkstoffprüfer/-in</b><br>Verordnung vom 25. Juni 2013 |       |               |                |                     |
| Dieser Laufzettel kann vom Prüfungsausschuss verwendet werden.                                  |                      |  |       |               |                |                     |
| Prüfverfahren   | Richtzeit in Minuten | Beginn   | Ende  | Unterbrechung | Benötigte Zeit | Unterschrift Prüfer |
| Zugversuch  |                      |  |       |               |                |                     |
| Härteprüfung  |                      |  |       |               |                |                     |
| Sichtprüfung  |                      |  |       |               |                |                     |
| Farbeindringprüfung   |                      |  |       |               |                |                     |
| Präparation eines Mikroschliffs   |                      |  |       |               |                |                     |
| Messmikroskopische Auswertung   |                      |  |       |               |                |                     |
| Summe   |                      |  |       |               |                |                     |



|   |  |               |
|---|--|---------------|
| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung | Vor- und Familienname:                                     | Blatt 1 von 8 |
|   | Prüfungsnummer:  | Datum:        |
| <b>Prüfungsaufgaben-Beschreibung</b><br>Zugversuch    | <b>Werkstoffprüfer/-in</b><br>Verordnung vom 25. Juni 2013 |               |

**Aufgabe: Durchführung eines Zugversuchs**

**1. Allgemeine Daten** (legt Prüfungsausschuss fest)

Probenkennzeichnung: siehe Probe  
 Werkstoff: S355J2+N, Gütenorm: EN 10025-2:2004, Prüfnorm: DIN EN ISO 6892-1:2009  
 Weitere Angaben: Blechdicke 60 mm, Prüfzustand: normalisiert, Probenrichtung: quer zur Walzrichtung

**2. Prüfauftrag** (legt Prüfungsausschuss fest)

- Es sind folgende Tätigkeiten zu verrichten:
- ▶ Führen Sie an der erhaltenen Probe einen normgerechten Zugversuch durch.
  - ▶ Wählen Sie Ihre Prüf-, Mess- und Hilfsmittel aus und stellen Sie deren Einsatzfähigkeit fest.
  - ▶ Erstellen Sie ein Kraft-Verlängerungs-Diagramm, ermitteln Sie die Bruchdehnung und -einschnürung manuell und machen Sie einen Soll-Ist-Vergleich zwecks Freigabe der Bauteile.
  - ▶ Beachten Sie die Aspekte bezüglich Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz.

**3. Kennwertermittlung** (legt Prüfungsausschuss fest)

- Z. B.
- ▶ Streck- bzw. Dehngrenze
  - ▶ Zugfestigkeit
  - ▶ Bruchdehnung
  - ▶ Brucheinschnürung
  - ▶ E-Modul
  - ▶ Gesamte Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft

**4. Anforderung**

Siehe Gütenorm

**5. Dokumentation**

Erstellen Sie nach Angabe des Prüfungsausschusses eine Dokumentation.

**6. Anlagen**

- ▶ Prüfnorm
- ▶ Spezifikationen
- ▶ Gütenorm

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Unterschrift Prüfling

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Prüfungsausschuss

| Bewertungsbeispiel  |                   |                                    |                   |
|---|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Vom Prüfungsausschuss auszufüllen   |                   |                                    |                   |
| Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1   |                   |                                    |                   |
| Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus   | Punkte (10 bis 0) | Faktor legt Prüfungsausschuss fest | Zwischenergebnis  |
| Prüfunterlagen<br>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel   |                   | 1,5                                |                   |
| Prüfteile vorbereiten   |                   | 0,5                                |                   |
| Arbeitsplätze einrichten  |                   | 0,5                                |                   |
| Prüfungen durchführen   |                   | 2,5                                |                   |
| Dokumentation und Ergebnisse  |                   | 2                                  |                   |
| Fachliche Berechnungen  |                   | 2,5                                |                   |
| Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement  |                   | 0,5                                |                   |
| Ergebnis Zugversuch   |                   | in $\Sigma$ 10                     |                   |
| <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b>  |                   |                                    | (max. 100 Punkte) |
| Übertragen Sie das Ergebnis von Feld I in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1. |                   |                                    | Feld I            |

| <p><b>IHK</b><br/>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung</p>  | <b>Vor- und Familienname:</b>                                      | <b>Blatt 2 von 8</b>               |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
|--|--|------------------------------------|--------------------|--|--|--|-----------------------------------|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------|---|--|---|--|-----------------------|--|-----|--|--------------------------|--|---|--|-----------------------|--|---|--|------------------------------|--|-----|--|------------------------|--|---|--|--|-----|-----|-----|-----------------------|--|----------------|--|--|--|--|-------------------|--|--|--|---------|
|  | <b>Prüfungsnummer:</b>   | <b>Datum:</b>                      |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <p><b>Prüfungsaufgaben-Beschreibung</b><br/><b>Härteprüfung</b></p>  | <p><b>Werkstoffprüfer/-in</b><br/>Verordnung vom 25. Juni 2013</p> |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <p><b>Aufgabe: Durchführung von Härteprüfungen</b></p>   |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <p><b>1. Allgemeine Daten</b> (legt Prüfungsausschuss fest)<br/>                 Probenkennzeichnung: siehe Probe<br/>                 Werkstoff: 42CrMo4, Gütenorm: EN 10083-3:2006, Prüfnorm: EN ISO 6507-1:2005<br/>                 Weitere Angaben: Probenwärmebehandlungszustand: vergütet: 850 °C – 30 min – Öl/600 °C – 60 min – Luft</p> <p><b>2. Prüfauftrag</b> (legt Prüfungsausschuss fest)<br/>                 Es sind folgende Tätigkeiten zu verrichten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wählen Sie Ihre Prüf-, Mess- und Hilfsmittel aus und stellen Sie deren Einsatzfähigkeit fest.</li> <li>▶ Ermitteln Sie die Vickershärte an der erhaltenen Probe im Randabstand von 2 mm und 10 mm mit jeweils 3 Werten, errechnen Sie die Mittelwerte und werten Sie diese nach EN ISO 18265:2004 in <math>R_m</math> um.</li> <li>▶ Machen Sie einen Soll-Ist-Vergleich zwecks Freigabe des Materials.</li> </ul> <p><b>3. Anforderung</b><br/> <math>R_m = 1000 \text{ MPa bis } 1200 \text{ MPa}</math></p> <p><b>4. Dokumentation</b><br/>                 Erstellen Sie nach Angabe des Prüfungsausschusses eine Dokumentation.</p> <p><b>5. Anlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfnorm</li> <li>▶ Spezifikationen</li> <li>▶ Gütenorm</li> </ul>   |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Bewertungsbeispiel</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Vom Prüfungsausschuss auszufüllen</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1</th> </tr> <tr> <th style="width: 30%;">Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus</th> <th style="width: 10%;">Punkte (10 bis 0)</th> <th style="width: 20%;">Faktor legt Prüfungsausschuss fest</th> <th style="width: 40%;">Zwischenergebnis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prüfunterlagen<br/>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prüfteile vorbereiten</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arbeitsplätze einrichten</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prüfungen durchführen</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dokumentation und Ergebnisse</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fachliche Berechnungen</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ergebnis Härteprüfung</td> <td style="text-align: center;">in <math>\Sigma</math> 10</td> <td style="text-align: center;">         </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="vertical-align: top;"> <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b><br/>                     Übertragen Sie das Ergebnis von Feld II in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1.                 </td> <td style="text-align: center;">(max. 100 Punkte)</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td style="text-align: center;">Feld II</td> </tr> </tbody> </table> |  |                                    | Bewertungsbeispiel |  |  |  | Vom Prüfungsausschuss auszufüllen |  |  |  | Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1 |  |  |  | Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus | Punkte (10 bis 0) | Faktor legt Prüfungsausschuss fest | Zwischenergebnis | Prüfunterlagen<br>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel |  | 2 |  | Prüfteile vorbereiten |  | 0,5 |  | Arbeitsplätze einrichten |  | 2 |  | Prüfungen durchführen |  | 3 |  | Dokumentation und Ergebnisse |  | 1,5 |  | Fachliche Berechnungen |  | 1 |  | Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement | --- | --- | --- | Ergebnis Härteprüfung |  | in $\Sigma$ 10 |  | <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b><br>Übertragen Sie das Ergebnis von Feld II in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1. |  |  | (max. 100 Punkte) |  |  |  | Feld II |
| Bewertungsbeispiel   |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Vom Prüfungsausschuss auszufüllen  |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1  |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus  | Punkte (10 bis 0)  | Faktor legt Prüfungsausschuss fest | Zwischenergebnis   |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Prüfunterlagen<br>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel  |  | 2                                  |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Prüfteile vorbereiten  |  | 0,5                                |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Arbeitsplätze einrichten   |  | 2                                  |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Prüfungen durchführen  |  | 3                                  |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Dokumentation und Ergebnisse   |  | 1,5                                |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Fachliche Berechnungen   |  | 1                                  |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement   | ---  | ---                                | ---                |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| Ergebnis Härteprüfung  |  | in $\Sigma$ 10                     |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b><br>Übertragen Sie das Ergebnis von Feld II in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1.   |  |                                    | (max. 100 Punkte)  |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
|  |  |                                    | Feld II            |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <p>_____ Datum</p> <p>_____ Unterschrift Prüfling</p>  |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <p>_____ Datum                      _____ Prüfungsausschuss</p>  |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |
| <p>© 2014, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten                      M 0510 P1 -poi-weiß-290914                      -1-(2)</p>   |  |                                    |                    |  |  |  |                                   |  |  |  |                                 |  |  |  |                                       |                   |                                    |                  |   |  |   |  |                       |  |     |  |                          |  |   |  |                       |  |   |  |                              |  |     |  |                        |  |   |  |  |     |     |     |                       |  |                |  |  |  |  |                   |  |  |  |         |

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung | Vor- und Familienname:                              | Blatt 3 von 8 |
|   | Prüfungsnummer:                                     | Datum:        |
| <b>Prüfungsaufgaben-Beschreibung</b><br>Sichtprüfung  | Werkstoffprüfer/-in<br>Verordnung vom 25. Juni 2013 |               |

**Aufgabe: Durchführung einer Sichtprüfung nach Angabe des Prüfungsausschusses**

**1. Allgemeine Daten** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 Probenkennzeichnung: siehe Probe  
 Werkstoff: S355J2+N, Gütenorm: EN 10163-1 bis 3, Prüfnorm: ./.  
 Weitere Angaben: Warmwalzprodukt mit makroskopisch sichtbaren Unvollkommenheiten  
**Der Prüfungsausschuss stellt eine objektbezogene Prüfanweisung bereit.**

**2. Prüfauftrag** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 Es sind folgende Tätigkeiten zu verrichten:

- ▶ Führen Sie an der erhaltenen Probe eine Sichtprüfung durch und skizzieren Sie die Unvollkommenheiten.
- ▶ Wählen Sie Ihre Prüf-, Mess- und Hilfsmittel aus und stellen Sie deren Einsatzfähigkeit fest.
- ▶ Ermitteln Sie vorliegende Unvollkommenheiten ab einer Größe von mehr als 2 mm<sup>2</sup>.

**3. Dokumentation**  
 Erstellen Sie nach Angabe des Prüfungsausschusses eine Dokumentation.

**4. Anlagen**

- ▶ Prüfnorm
- ▶ Prüfanweisung

| Bewertungsbeispiel  |                   |                                    |                   |
|---|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Vom Prüfungsausschuss auszufüllen   |                   |                                    |                   |
| Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1   |                   |                                    |                   |
| Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus   | Punkte (10 bis 0) | Faktor legt Prüfungsausschuss fest | Zwischenergebnis  |
| Prüfunterlagen<br>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel   |                   | 1                                  |                   |
| <del>Prüfteile vorbereiten</del>  | ---               | ---                                | ---               |
| Arbeitsplätze einrichten  |                   | 1,5                                |                   |
| Prüfungen durchführen   |                   | 4,5                                |                   |
| Dokumentation und Ergebnisse  |                   | 2,5                                |                   |
| <del>Fachliche Berechnungen</del>   | ---               | ---                                | ---               |
| Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement  |                   | 0,5                                |                   |
| Ergebnis Sichtprüfung   |                   | in $\Sigma$ 10                     |                   |
| <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b>  |                   |                                    | (max. 100 Punkte) |
| Übertragen Sie das Ergebnis von Feld III in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1. |                   |                                    | Feld III          |

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Unterschrift Prüfling

\_\_\_\_\_ Datum                      \_\_\_\_\_ Prüfungsausschuss

|  |                                |                                       |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|
| Dieses Formular muss nicht verwendet werden. Das Formular ist der Aufgabenstellung entsprechend vom Prüfungsausschuss auszufüllen. |                                |                                       |
| Blankoformular, Beispiel einer   |                                | <b>Prüfanweisung zur Sichtprüfung</b> |
| 1. Prüfobjektdaten   |                                | <b>Punkte</b>                         |
| Bezeichnung Prüfobjekt/Nr. des Prüfobjekts:  | Werkstoff/Wärmebehandlung:     |                                       |
| Hauptabmessungen des Prüfobjekts:  | Oberflächenbeschaffenheit:     |                                       |
| Fertigungs- bzw. Betriebszustand:  | Anlass und Umfang der Prüfung: |                                       |
| 2. Verwendete und mitgeltende Prüfvorschriften und evtl. Abweichungen:   |                                |                                       |
| 3. Prüftechnik und einzusetzende Sichtprüfgeräte:  |                                |                                       |
| 4. Qualifikation des eingesetzten Personals:   |                                |                                       |
| 5. Beleuchtung (Art, Stärke und Richtung) und einzusetzende Messmittel:  |                                |                                       |
| 6. Prüfbereiche und festgelegte Qualitätsstufen:   |                                |                                       |
| 7. Verfahren zur Funktionsüberprüfung der Sichtprüfgeräte:   |                                |                                       |
| 8. Beschreibung des Verfahrensablaufs:   |                                |                                       |
| 9. Registriergrenzen und Verfahren zur Kennzeichnung und Protokollierung von Anzeigen:   |                                |                                       |
| 10. Zulässigkeitsgrenzen und Verfahren zur Nachreinigung:  |                                |                                       |
| Ort, Datum:  | Prüfer:                        | Unterschrift:                         |

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung   | Vor- und Familienname:                              | Blatt 4 von 8 |
|   | Prüfungsnummer:                                     | Datum:        |
| <b>Prüfungsaufgaben-Beschreibung</b><br>Eindringprüfung | Werkstoffprüfer/-in<br>Verordnung vom 25. Juni 2013 |               |

**Aufgabe: Durchführung einer Eindringprüfung nach Angabe des Prüfungsausschusses**

- 1. Allgemeine Daten** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 Probenkennzeichnung: siehe Probe  
 Werkstoff: AlMgSi0,5, Gütenorm: Prüfnorm: EN 571-1  
 Weitere Angaben: Stangpressprofil AW6060

**Der Prüfungsausschuss stellt eine objektbezogene Prüfanweisung bereit.**

- 2. Prüfauftrag** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 Es sind folgende Tätigkeiten zu verrichten:
- ▶ Führen Sie an der erhaltenen bereits vorgereinigten Probe eine normgerechte Farbeindringprüfung auf der gestempelten Probe durch.
  - ▶ Wählen Sie Ihre Prüf-, Mess- und Hilfsmittel aus und stellen Sie deren Einsatzfähigkeit fest.
  - ▶ Bestimmen Sie die Anzeigeform (rund oder länglich).
  - ▶ Beachten Sie die Aspekte bzgl. Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz.
- Die Mindesteinwirkzeit der Farbeindringmittel ist 10 Minuten.

- 3. Dokumentation**  
 Erstellen Sie nach Angabe des Prüfungsausschusses eine Dokumentation.

- 4. Anlagen**
- ▶ Prüfnorm
  - ▶ Prüfanweisung

| Bewertungsbeispiel   |                   |                                    |                   |
|--|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Vom Prüfungsausschuss auszufüllen  |                   |                                    |                   |
| Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1  |                   |                                    |                   |
| Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus  | Punkte (10 bis 0) | Faktor legt Prüfungsausschuss fest | Zwischenergebnis  |
| Prüfunterlagen<br>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel  |                   | 1                                  |                   |
| Prüfteile vorbereiten  |                   | 0,5                                |                   |
| Arbeitsplätze einrichten   |                   | 1                                  |                   |
| Prüfungen durchführen  |                   | 4,5                                |                   |
| Dokumentation und Ergebnisse   |                   | 2                                  |                   |
| <b>Fachliche Berechnungen</b>  | ---               | ---                                | ---               |
| Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement   |                   | 1                                  |                   |
| Ergebnis Eindringprüfung   |                   | in $\Sigma$ 10                     |                   |
| <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b>   |                   |                                    | (max. 100 Punkte) |
| Übertragen Sie das Ergebnis von Feld IV in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1. |                   |                                    | Feld IV           |

\_\_\_\_\_  
 Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift Prüfling

\_\_\_\_\_  
 Datum

\_\_\_\_\_  
 Prüfungsausschuss

|  |                                |  |
|--|--------------------------------|--|
| Dieses Formular muss nicht verwendet werden. Das Formular ist der Aufgabenstellung entsprechend vom Prüfungsausschuss auszufüllen. |                                |  |
| Blankoformular, Beispiel einer   |                                | <b>Prüfanweisung zur Eindringprüfung</b> |
| 1. Prüfobjektdaten   |                                | <b>Punkte</b>                            |
| Bezeichnung Prüfobjekt/Nr. des Prüfobjekts:  | Werkstoff/Wärmebehandlung:     |  |
| Hauptabmessungen des Prüfobjekts:  | Oberflächenbeschaffenheit:     |  |
| Stadium der Fertigung:   | Anlass und Umfang der Prüfung: |  |
| 2. Verwendete und mitgeltende Prüfvorschriften und evtl. Abweichungen:   |                                |  |
| 3. Bezeichnung des Prüfsystems inklusive Kurzzeichen und Angabe des Regelwerks:  |                                |  |
| 4. Qualifikation des eingesetzten Personals:   |                                |  |
| 5. Prüfmittel mit Herstellerangabe und Bezeichnung, eingesetzte Hilfsmittel:   |                                |  |
| 6. Prüfbereiche und festgelegte Qualitätsstufen:   |                                |  |
| 7. Betrachtungsbedingungen:  |                                |  |
| 8. Beschreibung des Verfahrensablaufs:   |                                |  |
| 9. Registriergrenzen und Verfahren zur Kennzeichnung und Protokollierung von Anzeigen:   |                                |  |
| 10. Zulässigkeitsgrenzen und Verfahren zur Nachreinigung:  |                                |  |
| Ort, Datum:  | Prüfer:                        | Unterschrift:                            |

|   |                        |  |
|---|------------------------|--|
| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung                   | Vor- und Familienname: | Blatt 5 von 8  |
|   | Prüfungsnummer:        | Datum:   |
| <b>Prüfungsaufgaben-Beschreibung</b><br>Präparation eines Mikroschliffs |                        | <b>Werkstoffprüfer/-in</b><br>Verordnung vom 25. Juni 2013 |

**Aufgabe: Präparation einer materialografischen Schliffprobe nach Angabe des Prüfungsausschusses**

- Allgemeine Daten** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 Probenkennzeichnung: siehe Probe  
 Werkstoff: EN-GJS-400-15, Gütenorm: DIN EN 1563, Prüfnorm:  
 Weitere Angaben:
- Arbeitsauftrag** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 An dem erhaltenen Rohling ist ein metallografischer Mikroschliff anzufertigen. Der Schliff ist nicht zu ätzen.
- Dokumentation**  
 Erstellen Sie nach Angabe des Prüfungsausschusses eine Dokumentation.
- Anlagen**
  - ▶ Gütenorm

| Bewertungsbeispiel  |                   |                                    |                   |
|---|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Vom Prüfungsausschuss auszufüllen   |                   |                                    |                   |
| Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1   |                   |                                    |                   |
| Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus   | Punkte (10 bis 0) | Faktor legt Prüfungsausschuss fest | Zwischenergebnis  |
| Prüfunterlagen<br>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel   | ---               | ---                                | ---               |
| Prüfteile vorbereiten   |                   | 1                                  |                   |
| Arbeitsplätze einrichten  |                   | 0,5                                |                   |
| Prüfungen durchführen   |                   | 5                                  |                   |
| Dokumentation und Ergebnisse  |                   | 3                                  |                   |
| <del>Fachliche Berechnungen</del>   | ---               | ---                                | ---               |
| Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement  |                   | 0,5                                |                   |
| Ergebnis Präparation  |                   | in $\Sigma$ 10                     |                   |
| <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b>  |                   |                                    | (max. 100 Punkte) |
| Übertragen Sie das Ergebnis von Feld V in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1. |                   |                                    | Feld V            |

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Unterschrift Prüfling

\_\_\_\_\_ Datum                      \_\_\_\_\_ Prüfungsausschuss

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung                        | <b>Vor- und Familienname:</b>                              | <b>Blatt 6 von 8</b> |
|  | <b>Prüfungsnummer:</b>                                     | <b>Datum:</b>        |
| <b>Prüfungsaufgaben-Beschreibung</b><br><b>Messmikroskopische Auswertung</b> | <b>Werkstoffprüfer/-in</b><br>Verordnung vom 25. Juni 2013 |                      |

**Aufgabe: Durchführung einer Eindringprüfung nach Angabe des Prüfungsausschusses**

- Allgemeine Daten** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 Probenkennzeichnung: siehe Probe  
 Werkstoff: S355J2+N, Gütenorm: EN 10025-2:2004, Prüfnorm: ./.  
 Weitere Angaben:
- Arbeitsauftrag** (legt Prüfungsausschuss fest)  
 Die erhaltene Schliiffprobe ist so vorzubereiten, dass Messungen entsprechend der folgenden Aufgabe durchgeführt werden können.  
 Wählen Sie Ihre Prüf-, Mess- und Hilfsmittel aus und stellen Sie deren Einsatzfähigkeit fest. Die Schliiffprobe hat einen oder mehrere Innenfehler.  
 Messen Sie den größten Fehler mithilfe des Mikroskops aus.
- Dokumentation**  
 Erstellen Sie nach Angabe des Prüfungsausschusses eine Dokumentation.
- Anlagen**
  - ▶ Gütenorm

| Bewertungsbeispiel   |                   |                                    |                   |
|--|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Vom Prüfungsausschuss auszufüllen  |                   |                                    |                   |
| Bewertung nach § 7 Abs. 4 Nr. 1  |                   |                                    |                   |
| Bewertung wählt Prüfungsausschuss aus  | Punkte (10 bis 0) | Faktor legt Prüfungsausschuss fest | Zwischenergebnis  |
| Prüfunterlagen<br>Prüf-, Mess-, Hilfsmittel  |                   | 2,5                                |                   |
| Prüfteile vorbereiten  |                   | 0,5                                |                   |
| Arbeitsplätze einrichten   |                   | 0,5                                |                   |
| Prüfungen durchführen  |                   | 3,5                                |                   |
| Dokumentation und Ergebnisse   |                   | 2,5                                |                   |
| Fachliche Berechnungen   |                   | 0,5                                |                   |
| Arbeitsschutz, Umweltschutz, Qualitätsmanagement   | ---               | ---                                | ---               |
| Ergebnis Messmikroskopische Auswertung   |                   | in $\Sigma$ 10                     |                   |
| <b>Hinweise für den Prüfungsausschuss:</b>   |                   |                                    | (max. 100 Punkte) |
| Übertragen Sie das Ergebnis von Feld VI in den Gesamtbewertungsbogen Blatt 8 von 8, Seite 1. |                   |                                    | Feld VI           |

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Unterschrift Prüfling

\_\_\_\_\_ Datum                      \_\_\_\_\_ Prüfungsausschuss





## 5.5 Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP)

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung ist – abgesehen vom Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde – fachrichtungsspezifisch ausgestaltet und für alle Fachrichtungen in einen praktisch und zwei schriftlich zu bearbeitende „technische“ Prüfungsbereiche gegliedert. Hinzu kommt wie bei allen Berufen im dualen System der Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde, der grundsätzlich mit 10 % zum Ergebnis der Abschlussprüfung beiträgt.

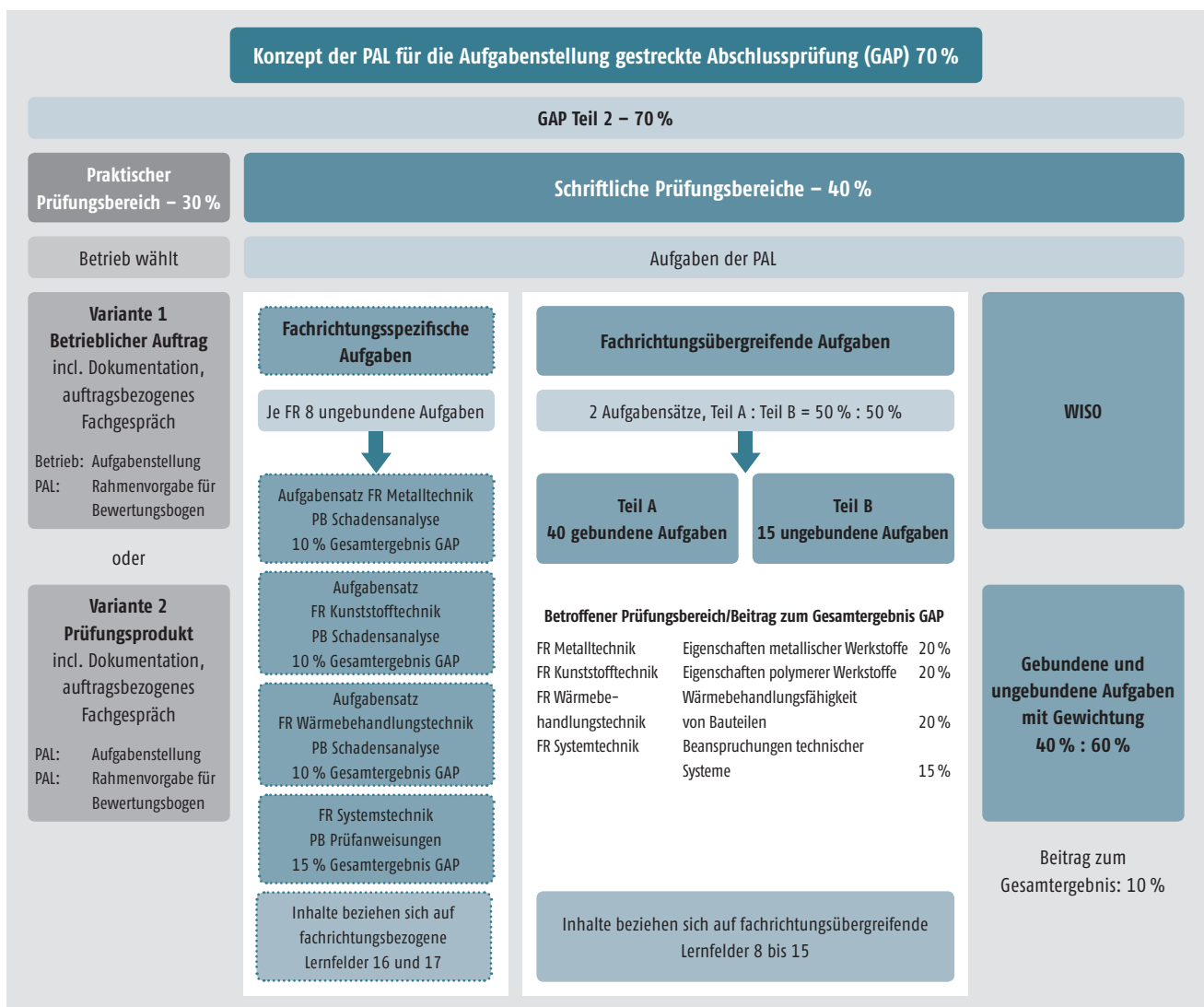
### 5.5.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung für die Prüfvariante „betrieblicher Auftrag“ erfolgt durch den Betrieb, diejenige für die Prüfvarian-

te „Prüfungsprodukt“ durch den Prüfungsausschuss auf der Grundlage der PAL-Empfehlungen.

Für beide Prüfvarianten wird die PAL einen Bewertungsbogen für das auftragsbezogene Fachgespräch zur Verfügung stellen, der vom Prüfungsausschuss an die konkrete Aufgabe und die Gegebenheiten vor Ort angepasst werden kann.

Für die schriftlich zu prüfenden Prüfungsbereiche wird die PAL Aufgaben erarbeiten. Das in der folgenden Grafik dargestellte Konzept wurde 2015 entwickelt. Zukünftige Modifizierungen sind möglich.



Quelle: Informationen für die Praxis, Struktur der Abschlussprüfung, IHK Region Stuttgart, PAL 2015, eigene Darstellung

### 5.5.2 Fachrichtung Metalltechnik – Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP)

Prüfungsrelevant in Teil 2 sind grundsätzlich alle Ausbildungsinhalte. Inhalte, die bereits in Teil 1 geprüft wurden, sollen aber nur dann einbezogen werden, wenn sie für die Berufsbefähigung von besonderer Bedeutung sind. Prüfungsgegenstand sind also insbesondere alle Inhalte des Ausbildungsrahmenplans, die dem zweiten Ausbildungsabschnitt nach Teil 1 der Abschlussprüfung zugeordnet sind, sowie die

fachrichtungsübergreifenden Lernfelder 8–15 sowie LF 16a und 17a (Fachrichtung Metalltechnik) des Rahmenlehrplans.

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung für die Fachrichtung Metalltechnik besteht aus vier Prüfungsbereichen, von denen einer nach dem Variantenmodell (praktisch) geprüft wird und drei mit schriftlichen Aufgaben. Der Prüfungsbereich „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“ hat Sperrfachwirkung: Bei nicht ausreichenden Leistungen in diesem Prüfungsbereich ist die Prüfung insgesamt nicht bestanden.

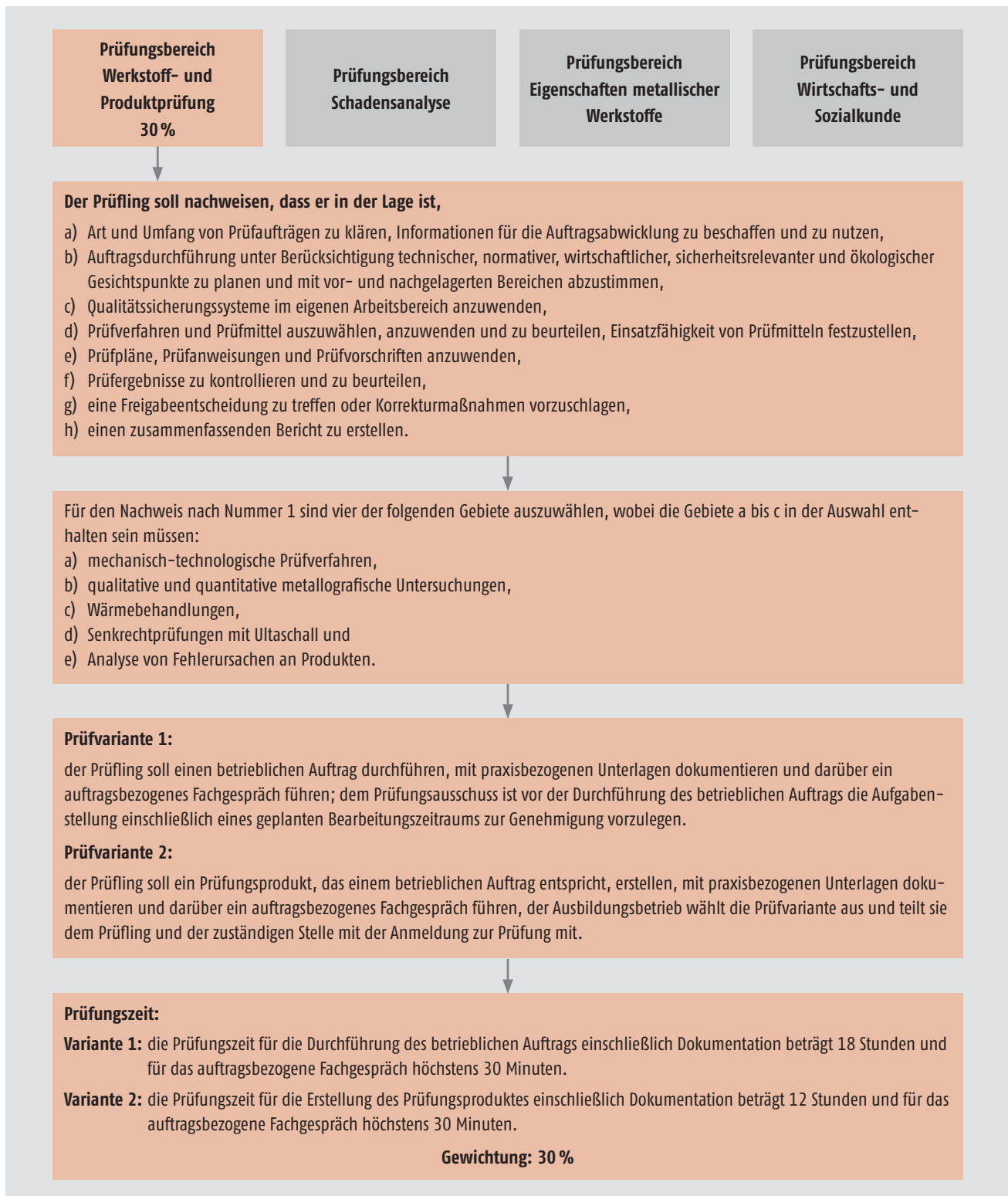
#### Überblick

| Teil 1<br>30 %  | Teil 2<br>70 %  |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| <b>1. Prüfungsbereich<br/>Prüfverfahren</b>                           | <b>2. Prüfungsbereich<br/>Werkstoff- und<br/>Produktprüfung</b><br>vier Gebiete auswählen; a–c müssen dabei sein<br>a) mechanisch-technologische Prüfverfahren,<br>b) qualitative und quantitative metallografische Untersuchungen,<br>c) Wärmebehandlungen,<br>d) Senkrechtprüfungen mit Ultraschall<br>e) Analyse von Fehlerursachen an Produkten | <b>3. Prüfungsbereich<br/>Schadensanalyse</b> | <b>4. Prüfungsbereich<br/>Eigenschaften<br/>metallischer Werkstoffe</b><br><br><div style="text-align: center; border: 1px solid gray; border-radius: 50%; width: 50px; height: 50px; margin: 0 auto; background-color: #d3d3d3;">Sperrfach</div> | <b>5. Prüfungsbereich<br/>Wirtschafts und<br/>Sozialkunde</b> |
| Arbeitsaufgabe mit situativem Fachgespräch und schriftlichen Aufgaben | <b>Betrieblicher Auftrag</b> oder <b>Prüfungsprodukt</b> jeweils mit Dokumentation mit praxisbezogenen Unterlagen und auftragsbezogenem Fachgespräch  | <b>Schriftliche Aufgaben</b>                  | <b>Schriftliche Aufgaben</b>  | <b>Schriftliche Aufgaben</b>                                  |
| <b>8 Stunden</b>  | <b>18,5 bzw. 12,5 Stunden</b> davon jeweils höchstens 30 Min. für ein auftragsbezogenes Fachgespräch  | <b>1,5 Stunden</b>                            | <b>2,5 Stunden</b>  | <b>1 Stunde</b>   |
| <b>30 %</b>   | <b>30 %</b>   | <b>10 %</b>                                   | <b>20 %</b>   | <b>10 %</b>   |

Die Prüfung ist bestanden, wenn die Leistungen

1. im Gesamtergebnis von Teil 1 und Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
2. im Prüfungsbereich Eigenschaften metallischer Werkstoffe mit mindestens „ausreichend“,
3. im Ergebnis von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
4. in mindestens zwei der übrigen Prüfungsbereiche von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“ und
5. in keinem Prüfungsbereich von Teil 2 der Abschlussprüfung mit „ungenügend“ bewertet worden sind.

### 5.5.2.1 Prüfungsanforderungen in der gestreckten Abschlussprüfung Teil 2 (§§ 8–9)



### Musterdokumente für die Prüfvariante betrieblicher Auftrag – am Beispiel der Fachrichtung Metalltechnik

(ist für alle Fachrichtungen anwendbar)

Die Prüflinge reichen in Abstimmung mit dem Betrieb einen Auftrag zur Genehmigung bei der Kammer ein. Die Prüflinge stellen in verständlicher Form ihren betrieblichen Auftrag dar. Sie beschreiben dabei den Ausgangszustand, das Ziel der Arbeit, die Rahmenbedingungen (Arbeitsumfeld), die Aspekte der einzelnen Phasen und die wesentlichen Tätigkeiten, ebenso die voraussichtlich benötigte Zeit.

Der betriebliche Auftrag geht aus dem alltäglichen Arbeitsgeschehen des Ausbildungsbetriebs hervor. Besonders geeignet sind solche Aufträge, die erhebliche Eigenständigkeit der

Prüflinge bei der Planung und Organisation erfordern, die Prozesse abbilden, der Ausführung von prüfungsrelevanten Aufgaben entsprechen und in den vorgegebenen Zeitrahmen passen.

Der betriebliche Auftrag bedarf der Genehmigung des Prüfungsausschusses. Der Ausschuss prüft zum einen Komplexität, Umfang und geforderte facharbeitertypische Entscheidungsspielräume des beantragten betrieblichen Auftrags, zum anderen ob die in der Verordnung genannten nachzuweisenden Qualifikationen enthalten sind. Hierfür gibt es eine „Entscheidungshilfe“ (s. unten), und darüber hinaus sind mögliche Checklisten im Anhang hinterlegt.

Auf der Grundlage der Entscheidungshilfe und der Dokumentation des Prüflings bereitet sich der Prüfungsausschuss auf das Fachgespräch vor.

### Muster „Entscheidungshilfe für den Prüfling/Prüfungsausschuss“

|   |                        |
|---|------------------------|
| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 1 – Musterprüfung | Vor- und Familienname: |
|   | Prüfungsnummer:        |
| Entscheidungshilfe für den Prüfling/Prüfungsausschuss | Werkstoffprüfer/-in    |

| Phasen  | Prozessrelevante Qualifikationen  | Teilaufgaben |
|---|---|--------------|
| <b>Information und Planung</b><br>Auftrag analysieren Lösung auswählen, Arbeitsabläufe planen | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Art und Umfang von Prüfaufträgen klären</li> <li>▶ Informationen für die Auftragsabwicklung beschaffen und nutzen</li> <li>▶ Auftragsdurchführung unter Berücksichtigung technischer, normativer, wirtschaftlicher, sicherheitsrelevanter und ökologischer Gesichtspunkte planen, mit vor- und nachgelagerten Bereichen abstimmen</li> </ul> |              |
| <b>Durchführung</b><br>Auftrag und Prüfungen durchführen                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Qualitätssicherungssysteme im eigenen Arbeitsbereich anwenden</li> <li>▶ Prüfverfahren und Prüfmittel auswählen, anwenden und beurteilen</li> <li>▶ Einsatzfähigkeit von Prüfmitteln feststellen</li> <li>▶ Prüfpläne, Prüfanweisungen und Prüfvorschriften anwenden</li> </ul>  |              |
| <b>Kontrolle</b><br>Auftrag dokumentieren und bewerten  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfergebnisse kontrollieren und beurteilen</li> <li>▶ Freigabeentscheidung treffen oder Korrekturmaßnahmen vorschlagen</li> <li>▶ einen zusammenfassenden Bericht erstellen</li> </ul>  |              |

## Muster „Antrag auf Genehmigung des betrieblichen Auftrags“

|  |   |
|--|---|
| <b>IHK</b><br>Abschlussprüfung Teil 2 – Sommer XXXX  | <b>Berufsbezeichnung:</b><br><b>Werkstoffprüfer/-in</b> |
| <b>Betrieblicher Auftrag</b><br><b>Antrag auf Genehmigung</b>  |   |
| <b>Titel des betrieblichen Auftrags:</b>   |   |
| <b>Antragsteller/-in (Prüfling)</b>  | <b>Ausbildungs-/Praktikumsbetrieb</b>                   |
| Vor- und Familienname:   | Firma:  |
| Prüflingsnummer:   | Pate/Patin für den betrieblichen Auftrag:               |
| Anschrift:   | Anschrift:  |
| PLZ und Ort  | PLZ und Ort:  |
| Tel.-Nr.:  | Tel.-Nr.:   |
| E-Mail:  | E-Mail:   |
| <b>Beschreibung des betrieblichen Auftrags</b><br>Beschreiben Sie kurz und in verständlicher Form Ihren betrieblichen Auftrag. Beschreiben Sie dabei den Ausgangszustand, das Ziel der Arbeit, die Rahmenbedingungen (Arbeitsumfeld), die Aspekte der einzelnen Phasen und die wesentlichen Tätigkeiten. Geben Sie ebenso die voraussichtlich benötigte Zeit an. |   |
| <b>Ausgangszustand, Ziel, Rahmenbedingungen</b>  |   |
|  |   |

| Information   | Stunden |
|---|---------|
|   |         |
| Planung   | Stunden |
|   |         |
| Durchführung  | Stunden |
|   |         |
| Kontrolle   | Stunden |
|   |         |
| <hr/> <p>Ort: _____ Datum: _____ Unterschrift Antragsteller/-in (Prüfung)</p> |         |

Wir bestätigen, dass die Durchführung des betrieblichen Auftrags in unserem Unternehmen/Betrieb gewährleistet ist. Die in der Dokumentation dargestellten Inhalte des betrieblichen Auftrags dürfen im Rahmen des Fachgesprächs dem Prüfungsausschuss dargestellt werden. Das Merkblatt zum Antrag des betrieblichen Auftrags wurde zur Kenntnis genommen.

\_\_\_\_\_  
Ort: Datum: Unterschrift Verantwortliche/-r für den betrieblichen Auftrag

\_\_\_\_\_  
Name: Telefon: \_\_\_\_\_

**Geplanter Durchführungszeitraum nach Genehmigung:**

von: bis:

**Nur vom Prüfungsausschuss auszufüllen:**

Der betriebliche Auftrag ist  genehmigt  genehmigt unter Vorbehalt (Auflagen siehe unten)  abgelehnt (Begründung siehe unten)

\_\_\_\_\_  
Ort: Datum: Unterschrift Prüfungsausschuss

**Bei Ablehnung bzw. Genehmigung unter Vorbehalt:**





## Das Fachgespräch im Teil 2 des Prüfungsbereichs „Werkstoff- und Produktprüfung“

Im Fachgespräch sollen die nachzuweisenden Prüfungsinhalte (Abb. 1) beim Prüfungsteilnehmer durch den Prüfungsausschuss bewertet werden. Es geht nicht um richtig oder falsch, sondern um die Reflexion der Vorgehensweise des Prüfungsteilnehmers. Es wird ausschließlich das Fachgespräch bewertet.

Das Fachgespräch ist thematisch auf die Beurteilung der prüfungsrelevanten Inhalte (Abb. 1) in Zusammenhang mit dem tatsächlich durchgeführten und dokumentierten betrieblichen Auftrag festgelegt. Also ist der Gegenstand des Fachgesprächs ausschließlich der konkrete betriebliche Auftrag des Prüfungsteilnehmers!

(3) Für den Prüfungsbereich Werkstoff und Produktprüfung bestehen folgende Vorgaben:

1. Der Prüfling soll nachweisen, dass er in der Lage ist,
  - a) Art und Umfang von Prüfaufträgen zu klären, Informationen für die Auftragsabwicklung zu beschaffen und zu nutzen,
  - b) Auftragsdurchführung unter Berücksichtigung technischer, normativer, wirtschaftlicher, sicherheitsrelevanter und ökologischer Gesichtspunkte zu planen, mit vor- und nachgelagerten Bereichen abzustimmen,
  - c) Qualitätssicherungssysteme im eigenen Arbeitsbereich anzuwenden,
  - d) Prüfverfahren und Prüfmittel auszuwählen, anzuwenden und zu beurteilen, Einsatzfähigkeit von Prüfmitteln festzustellen,
  - e) Prüfpläne, Prüfanweisungen und Prüfvorschriften anzuwenden,
  - f) Prüfergebnisse zu kontrollieren und zu beurteilen,
  - g) Freigabeentscheidung zu treffen oder Korrekturmaßnahmen vorzuschlagen,
  - h) einen zusammenfassenden Bericht zu erstellen;

Abbildung 1: Nachzuweisende Prüfungsinhalte (Auszug aus § 8 Abs. 3 der VO vom Werkstoffprüfer)

Das Erstellen einer Dokumentation schreibt die Verordnung zwingend vor (§ 8 Abs. 3 Satz 3: „Der Prüfling soll einen betrieblichen Auftrag durchführen, **mit praxisbezogenen Unterlagen dokumentieren** und darüber ein auftragsbezogenes Fachgespräch führen“). Die Dokumentation selbst wird hierbei nicht direkt bewertet, hat aber eine andere wichtige Bedeutung:

- ▶ Der Prüfling soll den betrieblichen Auftrag für sich reflektieren und nutzt dies zugleich zur Vorbereitung auf das Fachgespräch.
- ▶ Der Prüfling fasst für die Prüfer den kompletten Prozess des betrieblichen Auftrags verständlich zusammen.
- ▶ Dem Prüfer erschließt sich die Durchführung des betrieblichen Auftrags durch die Dokumentation, da er bei der Durchführung nicht anwesend war.
- ▶ Der Prüfer bereitet sich durch die Dokumentation auf das Fachgespräch vor und formuliert auch schon bei Bedarf Fragen, die sich beim Lesen der Dokumentation aufgetan haben.

Somit erhält die Dokumentation zwar keine direkte Bewertung, aber *indirekt* fließt die Qualität und Schlüssigkeit der Beschreibung des betrieblichen Auftrags in die Bewertung des dann ablaufenden Fachgesprächs mit ein.

Das Fachgespräch wird durch eine Durchsicht des Antrags und der Dokumentation des betrieblichen Auftrags vorbereitet. Bei der Durchsicht der Dokumente soll die Vorgehensweise des Prüflings analysiert und die für das Gespräch mit dem Prüfling geeigneten praxisbezogenen Fragen vorbereitet werden. Diese Fragen werden dann im Prüfungsausschuss erörtert, ausgewählt und ggf. schon im Formblatt „Bewertungsbogen“ eingetragen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass alle durch die Prüfungsanforderungen vorgegebenen nachzuweisenden Inhalte (Abb. 1) in dem vorgegebenen Zeitrahmen von 30 Minuten beurteilt werden müssen.

Zu Beginn des Fachgesprächs soll dem Prüfling Gelegenheit gegeben werden, seinen betrieblichen Auftrag in knapper Form vorzustellen, um ihm den Einstieg in den Prüfungsdialog zu erleichtern. Eine Präsentation ist nicht vorgesehen.

### Erschließung der nachzuweisenden Prüfungsinhalte im Fachgespräch

Für die praktische Durchführung des Fachgesprächs stellt sich natürlich die Frage, wie die Prüfer aktiv dazu beitragen können, dass ein Prüfling sein Handeln im betrieblichen Gesamtzusammenhang erläutert.

Das Prüfungsinstrument „Fachgespräch“ wurde extra so gewählt, dass Kompetenzen, die nicht schriftlich (zum Beispiel

wie im Teil 2 der Prüfungsbereiche „Schadensanalyse“ und „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“) oder durch Beobachten (zum Beispiel wie im Teil 1 des Prüfungsbereichs „Prüfverfahren“) bewertet werden, hier ergänzend erfragt werden sollen. Es sind also Fragen erforderlich, die an die vorgelegten Unterlagen anknüpfen, um sich vom Prüfling die Entstehungszusammenhänge, die damit verbundenen Strukturen und Abläufe sowie Informations- und Kommunikationslinien erläutern zu lassen. Das wäre durch eine Beobachtung oder durch eine schriftliche Prüfung nur durch einen hohen Aufwand und mit viel Zeit abprüfbar.

Die folgende Zusammenstellung von Fragen soll dazu Anregung geben:

### **1. Fragen zur Auftragsanalyse und Informationsbeschaffung**

- ▶ Wer gab den Input (Informationen) für den Auftrag?
- ▶ Welche Abstimmungen mussten getroffen werden (Funktionsbereiche/Abteilungen)?
- ▶ Wie waren die Zuständigkeiten/Verantwortlichkeiten geregelt?
- ▶ Welche Unterlagen wurden erstellt (Dokumente)?
- ▶ Wie ist die Auftragsstruktur (z. B. interner/externer Kunde)?

Weitere Fragen sind möglich:

- ▶ Wer war bei der Arbeitsausführung beteiligt?
- ▶ Welche Arbeitsumfänge und Zeitabläufe haben sich ergeben?
- ▶ Welche Prüfmittel und Methoden kamen zum Einsatz?
- ▶ Welche Dispositionen zum Materialfluss bzw. zur Logistik mussten getroffen werden?
- ▶ Was wurde getan?
- ▶ Wo wurde es getan (Funktionsbereich/Abteilung)?
- ▶ Wie wurde es getan (Arbeitsschritte)?
- ▶ Wann wurde es getan (Zeitablauf)?
- ▶ Wonach wurde es getan (Auftrag/Dokument)?
- ▶ Welche Arbeitsschutzmaßnahmen haben Sie beachtet? Welche Umweltschutzmaßnahmen?
- ▶ Weitere Fragen sind möglich ...
- ▶ Wie sieht das Ergebnis aus?
- ▶ Wie werden Verbesserungsvorschläge behandelt?
- ▶ Welche organisatorischen und technischen Schwachstellen gab es?
- ▶ Welche Fehler kamen vor?
- ▶ Wie wurde die Nacharbeit geregelt?

- ▶ Wohin gehen die Ausgangsinformationen (Dokumente) zum Ende wieder?
- ▶ Weitere Fragen sind möglich ...
- ▶ Mussten Sie bei diesem Auftrag spezielle Normen oder Vorschriften beachten?
- ▶ Warum? Welche Folgen hätte deren Nichtbeachtung gehabt?
- ▶ Wie haben Sie sichergestellt, dass keine Ausfälle oder Stillstandzeiten entstanden sind?
- ▶ Wie haben Sie die Qualität Ihrer Arbeit geprüft?
- ▶ Wie wurde die Qualität dokumentiert? Warum?
- ▶ Wie haben Sie Ihr Produkt/Ihre Leistung dem Kunden übergeben?
- ▶ Weitere Fragen sind möglich ...

Für die erforderliche Dokumentation der Fachgespräche empfiehlt sich ein Bewertungsbogen, in dem die Punktevergabe in Stichpunkten kurz begründet wird (Beispiel Bewertungsbogen siehe Abbildung auf folgender Seite).

### Muster „Bewertungsbogen“

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>Abschlussprüfung Teil 2</b>   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Bewertungsbogen – Information/Planung</b>   | <b>Werkstoffprüfer/Werkstoffprüferin</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Information/Planung</b><br>▶ Art und Umfang von Prüfaufträgen zu klären,<br>▶ Informationen für die Auftragsabwicklung beschaffen und nutzen,<br>▶ Auftragsdurchführung unter Berücksichtigung technischer, normativer, wirtschaftlicher, sicherheitsrelevanter und ökologischer Gesichtspunkte planen, mit vor- und nachgelagerten Bereichen abstimmen   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s. Prüfungsanforderungen<br>§ 8 Abs. 3 Nr. 1 a, b  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Gesprächspunkte/Fragen/Notizen zur Bewertung</b>  | <b>Punkte</b>                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Feld 1</td> </tr> </table> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Feld 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld 1   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>Abschlussprüfung Teil 2</b>   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Bewertungsbogen – Durchführung</b>  | <b>Werkstoffprüfer/Werkstoffprüferin</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Durchführung</b><br>▶ Qualitätssicherungssysteme im eigenen Arbeitsbereich anwenden,<br>▶ Prüfverfahren und Prüfmittel auswählen, anwenden und beurteilen, Einsatzfähigkeit von Prüfmitteln feststellen,<br>▶ Prüfpläne, Prüfanweisungen und Prüfvorschriften anwenden  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s. Prüfungsanforderungen<br>§ 8 Abs. 3 Nr. 1 c, d, e   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Gesprächspunkte/Fragen/Notizen zur Bewertung</b>  | <b>Punkte</b>                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Feld 2</td> </tr> </table> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Feld 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld 2   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>Abschlussprüfung Teil 2</b>   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Bewertungsbogen – Kontrolle</b>   | <b>Werkstoffprüfer/Werkstoffprüferin</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Kontrolle</b><br>▶ Prüfergebnisse kontrollieren und beurteilen,<br>▶ Freigabeentscheidung treffen oder Korrekturmaßnahmen vorschlagen,<br>▶ einen zusammenfassenden Bericht erstellen   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s. Prüfungsanforderungen<br>§ 8 Abs. 3 Nr. 1 f, g, h   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Gesprächspunkte/Fragen/Notizen zur Bewertung</b>  | <b>Punkte</b>                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Feld 3</td> </tr> </table> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Feld 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld 3   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### Muster „Gesamtbewertungsbogen“

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Abschlussprüfung Teil 2                     |                                   |
| Gesamtbewertungsbogen Betrieblicher Auftrag | Werkstoffprüfer/Werkstoffprüferin |

**Berechnung des Ergebnisses des betrieblichen Auftrags**

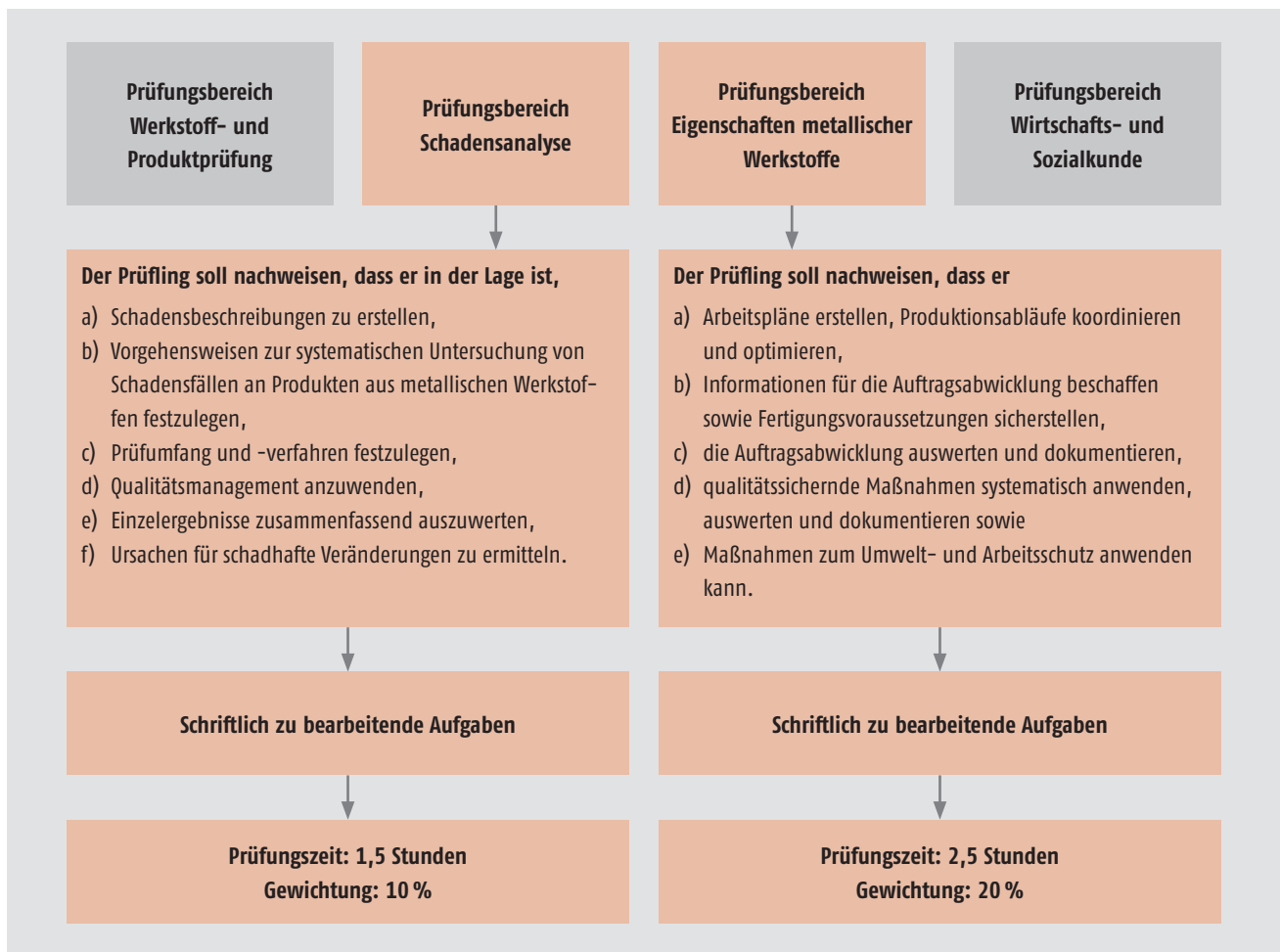
| Lfd. Nr.  | Arbeitsauftrag      | Ergebnisübertrag   | Empfehlung Gewichtungsfaktor <sup>1)</sup> | Gewichtungsfaktor <sup>2)</sup> | Zwischenergebnis Punkte |  |   |  |
|---|---------------------|--|--|---------------------------------|-------------------------|--|---|--|
| 1   | Information/Planung | Feld 1   | 0,2-0,4                                    |                                 |                         |  | / |  |
|   |                     | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/> |  |                                 |                         |  |   |  |
| 2   | Durchführung        | Feld 2   | 0,2-0,6                                    |                                 |                         |  | / |  |
|   |                     | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/> |  |                                 |                         |  |   |  |
| 3   | Kontrolle           | Feld 3   | 0,2-0,4                                    |                                 |                         |  | / |  |
|   |                     | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/> |  |                                 |                         |  |   |  |
|   |                     |  | $\Sigma = 1$                               | $\Sigma = 1$                    |                         |  | / |  |
| Dieses Ergebnis ist in die Niederschrift zu übertragen. |                     |  |  |                                 | →                       | Ergebnis des Arbeitsauftrags (max. 100 Punkte) |   |  |
|   |                     |  |  |                                 |                         | Summe  |   |  |

Datum \_\_\_\_\_

Prüfungsausschuss \_\_\_\_\_

1) Die empfohlenen Spannen der Gewichtungsfaktoren sind eine Empfehlung und lassen sich von den typischen beruflichen Arbeitsprozessen ableiten.  
 2) Der Prüfungsausschuss legt den genauen Wert auf Basis der zeitlichen und inhaltlichen Anforderungen der Verordnung je nach betrieblichem Auftrag fest.

### 5.5.2.2 Prüfungsanforderungen in den Prüfungsbereichen „Schadensanalyse“ und „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“ sowie Beispielaufgaben



## Beispiele für die Aufgabenstellung im Prüfungsbereich Schadensanalyse

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in werden im Prüfungsbereich „Schadensanalyse“ fachrichtungsspezifische Aufgaben gestellt. Im Fall der Musterprüfung handelt es sich um 8 ungebundene Aufgaben, die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen. Die Aufgaben einschließlich der Lösungsvorschläge werden im Folgenden mit freundlicher Genehmigung der PAL vorgestellt.<sup>16</sup>

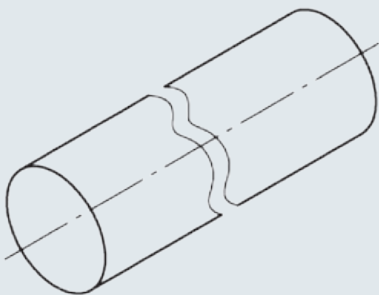
### Allgemeine Hinweise

Vorgabezeit: 90 min

Hilfsmittel: Tabellenbuch, Formelsammlung, Zeichenwerkzeuge, nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

#### Szenario 1 für die Aufgaben U1 bis U4

Ein gebrochener Bolzen mit dem Durchmesser von 25 cm aus vergütetem 42CrMo4 soll untersucht werden.



### U1

Erläutern Sie die systematische Vorgehensweise bei der Klärung diesen Schadenfalls.

#### Lösungsvorschlag

Systematische Schadensuntersuchung nach VDI-3822-Richtlinie bzw. entsprechende Vorgehensweise

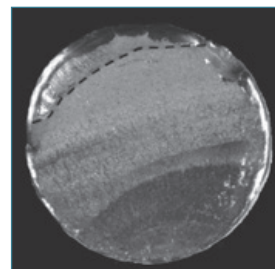
- ▶ Schadensaufnahme
- ▶ Makrofraktografie
- ▶ Konstruktive Überprüfung
- ▶ Überprüfung der Fertigungsparameter
- ▶ Werkstoffanalyse
- ▶ usw.

### U2

Der gebrochene Bolzen zeigt makroskopisch das auf dem Bild dargestellte Aussehen.

Analysieren Sie den Bruch entsprechend den unten angegebenen Kriterien.

1. Den Bruchtyp
2. Den vorliegenden Schadensmechanismus bzw. die Beanspruchungsart
3. Die Höhe der Beanspruchung des Bolzens in Bezug auf die Sollbeanspruchung
4. Die Dunkelfärbung des gekennzeichneten Bruchbereichs



#### Lösungsvorschlag

1. Es handelt sich bei dem Bruch um einen Schwingbruch.
2. Der Bruch ist durch schwingende, also dynamische Beanspruchung entstanden.
3. Die Istbeanspruchung liegt im Vergleich zur Sollbeanspruchung relativ niedrig; kleiner Restbruchanteil.
4. Im Verlauf des Bruchgeschehens kam es zu einer korrosiven Beaufschlagung (dunkler Bruchausgangsbereich).

**U3**

Die folgende REM-Aufnahme Bild 2 ist ein Ausschnitt aus Bild 1.

1. Um was für einen Bruchtyp handelt es sich?
2. Erläutern Sie das Entstehen dieser Bruchform.

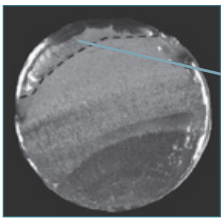


Bild 1

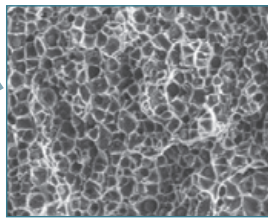


Bild 2

**Lösungsvorschlag**

1. Es handelt sich um einen duktilen Wabenbruch.
2. Ausgehend von einer Porenbildung entstehen durch Verformung Reißkämme, die nach der Werkstofftrennung als wabenähnliche Strukturen zu erkennen sind.

**U4**

Die Durchhärtung des Bolzens ist nachzuweisen.

1. Wählen Sie ein geeignetes Verfahren aus und begründen Sie Ihre Auswahl.
2. Beschreiben Sie stichwortartig die Vorgehensweise von der Probenahme bis zum Untersuchungsergebnis.

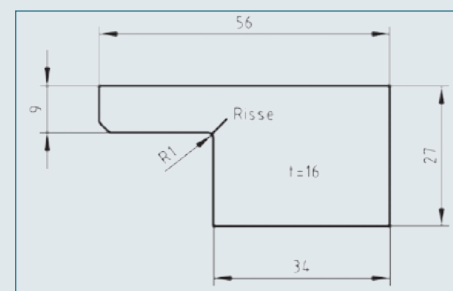
**Lösungsvorschlag**

1. Härteprüfung oder Metallografie mit Begründung
2. Nennung der Schritte: Probenahme – Querschliff mit entsprechender Präparation – Härteprüfung nach Norm oder Gefügeuntersuchung
  - ▶ Auswertung der Härteverlaufskurve bzw. Einzeleindrücke – Auswertung

**Alternative Lösungen möglich****Szenario 2 für die Aufgaben U5 und U6**

Bei dem abgebildeten Bauteil eines Presswerkzeugs aus gehärtetem 102Cr6-Werkstoff Nr. 1.2067 kam es zu Kundenreklamationen.

Es traten bei einigen der Werkstücke Brüche wegen Rissbildung im Bereich des Radius R1 auf. Es wurde behauptet, dass ein Teil der Werkstücke bereits bei der Anlieferung rissbehaftet war und ein Wärmebehandlungsfehler vorliegt.

**U5**

Das Werkstück wurde nach den Angaben des Betriebs in einem Vakuumkammerofen, der auf 880 °C eingestellt war, geglüht und in Wasser (20 °C) gehärtet. Die Abweichung der Temperatur im Ofen wird mit  $\pm 1\%$  angegeben, die Verweilzeit im Ofen betrug 45 Minuten, die Anlasstemperatur 200 °C.

1. Ermitteln Sie aus den vorgegebenen Daten, ob ein Fehler vorliegt. Begründen Sie Ihre Aussagen.
2. Unterbreiten Sie einen Verbesserungsvorschlag für den Fall, dass ein Wärmebehandlungsfehler vorliegt.

**Lösungsvorschlag**

1. Die Glüh­temperatur liegt mit 880 °C zu hoch (Solltemperatur 830 bis 850 °C). Hinzu kommt eine mögliche Abweichung der Solltemperatur von  $\pm 1\%$  ( $\pm 9$  °C). Die höchste Temperatur lag somit bei 889 °C. Die niedrigste Temperatur lag bei 871 °C.
2. ▶ Das Abschreckmittel ist falsch. Verweilzeit und Anlasstemperatur sind richtig.
  - ▶ Glüh­temperatur auf 840 °C  $\pm 8,4$  liegt innerhalb der Solltemperatur.
  - ▶ Abschreckmedium Öl statt Wasser
  - ▶ Radius R1 vergrößern



**U6**

Es ist sicherzustellen, dass eine Auslieferung schadhafter Teile vermieden wird.

Nennen Sie zwei Verfahren und beschreiben Sie ein Verfahren und die mögliche Fehleranzeige.

**Lösungsvorschlag:**

Es ist eine Prüfung auf Oberflächenrisse durchzuführen. In Frage kämen PT, VT, MT und ET.

Z. B. Farbeindringverfahren: Diese Verfahren beruhen auf der Kapillarität von Rissen, die an die Oberfläche treten. Dabei dringen Flüssigkeiten, die mit Farbpigmenten versehen sind, in die Risse ein. Das Eindringen der Flüssigkeit hängt von der Viskosität, der Oberflächenspannung und dem Porenvolumen ab. Durch einen im Anschluss aufgetragenen Entwickler wird die Flüssigkeit an die Oberfläche gebracht und der Riss wird durch den Farbkontrast sichtbar.

**Szenario 3 für die Aufgaben U7 und U8**

Längsnahtgeschweißte Rohre aus dem Werkstoff CuZn37Pb1 werden als Sammelrohr für organische Industrieabwässer eingesetzt.

**U7**

Die Schweißnaht des Rohrs im Ausgangszustand soll mittels eines technologischen Prüfverfahrens geprüft werden. Wählen Sie ein geeignetes Prüfverfahren aus und beschreiben Sie den Versuch.

**Lösungsvorschlag:**

Z. B.:

- ▶ Ringfaltversuch
- ▶ Rohraufweitversuch
- ▶ Ringaufweitversuch
- ▶ Ringaufdornversuch
- ▶ Berstversuch

Beschreibung eines Versuchs

**U8**

Nach kurzer Betriebsdauer treten Leckagen im Bereich der Schweißnaht auf.

1. Erläutern Sie zwei Schadensursachen.
2. Benennen Sie die hierfür erforderlichen Untersuchungsmethoden.

**Lösungsvorschlag:**

1. Z. B.: Spannungsrisskorrosion, Schweißnahtfehler, Entzinkung mit Beschreibung
2. Metallografische Untersuchung, Korrosionstest, EDX-Untersuchung der Korrosionsprodukte, Fraktografie

**Beispiele für die Aufgabenstellung im Prüfungsbereich „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“**

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in werden im Prüfungsbereich „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“ dieselben Aufgaben gestellt wie in den entsprechenden Prüfungsbereichen der anderen Fachrichtungen („Eigenschaften polymerer Werkstoff“, „Wärmebehandlungsfähigkeit von Bauteilen“ und „Beanspruchungen technischer Systeme“). Im Fall der Musterprüfung handelt es sich um 15 ungebundene Aufgaben, die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen. Hinzu kommen 40 gebundene Fragen. Die Aufgaben einschließlich der Lösungsvorschläge werden im Folgenden mit freundlicher Genehmigung der PAL vorgestellt.<sup>17</sup>

Die ungebundenen Aufgaben erlauben z. T. fachrichtungsspezifische Lösungen, wenngleich gilt: „Generell sind alle Antworten unabhängig von der Fachrichtung zu bewerten. Die hier aufgeführten Beispiele sind nur Lösungsvorschläge.“

PAL, IHK Stuttgart 2015

Vorgabezeit: 150 min

<sup>17</sup> Musterprüfung PAL, IHK Stuttgart 2015

**U1**

Nennen Sie drei Beispiele, bei denen die makroskopische Untersuchung sinnvoll ist.

Erläutern Sie eines dieser Beispiele.

**Lösungsvorschlag**

- ▶ Metalltechnik: z. B.: Baumannabdruck
- ▶ Kunststofftechnik: z. B.: Struktur bei Faser-verbundwerkstoffen
- ▶ Wärmebehandlungstechnik: z. B.: Härterisse, Weichfleckigkeit
- ▶ Systemtechnik: z. B.: Leckagenuntersuchung

Erläuterung eines Beispiels

**U2**

Ein Werkstoff soll eine definierte Festigkeit besitzen.

Nennen Sie drei typische Arten für Bestandteile, Einlagerungen oder Ausscheidungen, mit denen das erreicht wird.

Welchen Einfluss hat deren Gestalt, Größe und Verteilung im Gefüge auf die Festigkeit?

**Lösungsvorschlag**

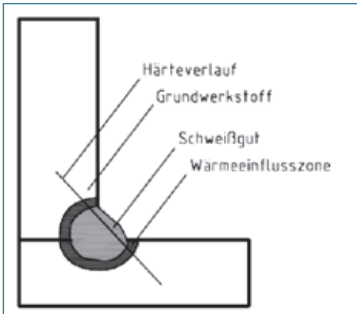
- ▶ Metalltechnik: z. B. Grafitinlagerung im Gusseisen
- ▶ Kunststofftechnik: z. B. Füllstoffe im PP
- ▶ Wärmebehandlungstechnik: z. B. Ausscheidungshärtung von Aluminiumlegierung
- ▶ Einfluss: geringe Oberfläche (ideal kugelig), kleine Kristalle und gleichmäßige Verteilung verbessern die Festigkeit

Die Form und Verteilung und Anordnung von Füllstoffen oder Ausscheidungen beeinflussen die Festigkeit.

**U3**

1. Skizzieren und benennen Sie die Gefügezonen einer Kehlnaht.
2. Beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Überprüfung der Härteverteilung in den einzelnen Zonen.

**Lösungsvorschlag**

1. 

Das Diagramm zeigt einen L-förmigen Werkstoff mit einer Kehlnaht. Die Beschriftungen sind: Härteverlauf (eine Linie, die den Härteverlauf durch die Naht zeigt), Grundwerkstoff (die beiden Hauptteile des L-förmigen Bauteils), Schweißgut (das Material in der Naht) und Wärmeinflusszone (die Zone um die Naht herum, die durch die Wärmebehandlung beeinflusst wurde).

2. Vorgehensweise:
  - ▶ Probe präparieren
  - ▶ Härtemessungen durch die zu erwartenden Gefügezonen (Härteverlauf oder Einzelmessung)
    - z. B.:
      - ▶ Härteverlauf mit dem Prüfverfahren nach Vickers (Norm)
      - ▶ Erstellung einer Härteverlaufskurve

**U4**

1. Erläutern Sie das Prüfprinzip eines dynamischen Härteprüfverfahrens.

**Lösungsvorschlag****(mit Spielraum für die einzelnen Fachrichtungen)**

1. Z. B. Härteprüfung nach Leeb
  - Prinzip ist die Messung der Aufprall- und Rückprallgeschwindigkeit eines Eindringkörpers kurz von und nach dem Aufprall einer Probe.

Sie wird induktiv gemessen und als Härtewert ausgegeben:

$$HL = \frac{v_B}{v_A} \cdot 1000$$

Misst den elastischen und plastischen Verformungsanteil der zu prüfenden Werkstoffe.

## 2. Vorteile:

- ▶ Schnelle Messung
- ▶ Kostengünstiges Prüfgerät
- ▶ Messungen in verschiedenen Lagen möglich
- ▶ Prüfgerät kann zur ambulanten Messung am Bauteil gebracht werden

## Nachteile:

- ▶ Vergleichbarkeit mit anderen konventionellen Prüfverfahren schwierig
- ▶ Gerät muss mit Härtewerten bekannter Werkstoffe kalibriert werden
- ▶ Ungenaue Messung, z. B. bei Vibration, seitlicher Verschiebung usw.

**U5**

1. An schweißtechnisch hergestellten Rohrverbindungen soll die Schweißnaht durch ambulante Metallografie untersucht werden. Beschreiben Sie die Vorgehensweise.
2. Nennen Sie je zwei Vorteile und Nachteile gegenüber einer stationären Härteprüfung.

**Lösungsvorschlag mit Spielraum für die einzelnen Fachrichtungen**

Metall, z. B.:

- ▶ Vorgehensweise:
  - ▶ Vorschleifen mit einer mobilen Schleifmaschine (Fächerschleifer) je nach Oberflächenzustand
  - ▶ Feinschleifen mit SiC-Papier verschiedener Körnungen
  - ▶ Polieren mit Diamantpaste 9  $\mu\text{m}$ , 6  $\mu\text{m}$ , 3  $\mu\text{m}$  und 1  $\mu\text{m}$
  - ▶ Ätzen (z. B. Wischätzen)
  - ▶ Abdruck mit angelöster Folie (alternativ Aufsatzmikroskop), Gießharz oder Silikonabdruckmasse
  - ▶ Bedampfen (Sputtern) im Labor mit Gold
  - ▶ Mikroskopische Untersuchung mit Dokumentation
- ▶ Kunststoffe, z. B.:
  - ▶ Oben genannte Abdrucktechnik ohne Schleifen mit nachfolgender Untersuchung der Oberflächenbeschaffenheit

**U6**

Ein Werkstoffprüfer soll die erforderliche Mindestmasse für ein Abschrecköl berechnen. Wärmeverluste bleiben unberücksichtigt.

Welche Ölmenge  $m_{\text{Öl}}$  (in kg) eines bereits auf 220 °C vorgeheizten Öls wird benötigt, um 3,6 kg Stahl von 800 °C abzuschrecken, wenn die Temperatur des Öls 240 °C nicht überschreiten soll?

$$c_{\text{st}} = \frac{0,5 \text{ kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad c_{\text{Öl}} = \frac{2,1 \text{ kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

**Lösung**

$$m_{\text{Öl}} = 24 \text{ kg}$$

**U7**

Nennen Sie vier Vorteile des Nitrierens gegenüber einer induktiven Oberflächenhärtung.

**Lösungsvorschlag**

Z. B.:

- ▶ Höhere Härte
- ▶ Wesentlich höhere Temperaturbeständigkeit als das Härtegefüge Martensit
- ▶ Sehr dünne Härtezonensind möglich
- ▶ Hoher Verschleißwiderstand
- ▶ Korrosionsbeständigkeit
- ▶ Niedrige Prozesstemperatur

**U8**

An einer vergüteten Feder aus 70Si7 soll die Entkohlungstiefe nach DIN EN ISO 3887 ermittelt werden. Die Randhärte beträgt 370 HV, die Kernhärte 650 HV. Dabei sollen vier Härteindrücke auf einer Linie senkrecht vom Rand ausgehend bis zu einer Tiefe von 0,2 mm gemacht werden. Die Abstände der Eindrücke vom Rand und untereinander betragen  $2,5 \cdot d$ .

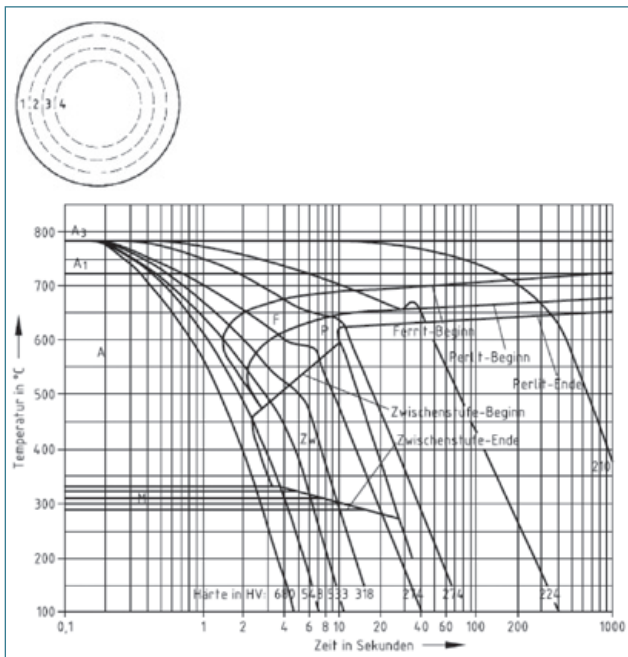
Berechnen Sie, mit welcher Belastung Sie prüfen müssen, und begründen Sie Ihre Antwort.

**Lösungsvorschlag**

$$F = 0,78 \text{ NHV } 0,05 \text{ mit Begründung}$$

## U9

Geben Sie an, welche Gefüge im Querschnitt einer in Wasser abgeschreckten Kugel von ca. 70 mm Durchmesser aus unlegiertem Stahl mit 0,45 % C in den vier Zonen zu erwarten sind. Begründen Sie Ihre Antwort.

**Lösungsvorschlag**

- Zone 1: Martensit. Die kritische Abkühlungsgeschwindigkeit wurde erreicht. Die obere kritische Abkühlgeschwindigkeit wurde erreicht oder überschritten.
- Zone 2: Zwischenstufe und Martensit. Die Abkühlung liegt zwischen der oberen und der unteren kritischen Abkühlungsgeschwindigkeit.
- Zone 3: Geringer Anteil Ferrit und Perlit. Zwischenstufe, Martensit.
- Zone 4: Ferrit- und Perlitbildung. Durch langsame Abkühlung kann sich das normale Gefüge ausbilden.

## U10

An einem Bauteil aus Stahl soll eine Aussage über die Sulfidverteilung anhand eines BAUMANN-Abdrucks gemacht werden.

- Beschreiben Sie die Durchführung des Versuchs und geben Sie die dafür notwendigen Hilfsmittel an.
- Welche Ergebnisse sind möglich und wie können diese Ergebnisse interpretiert werden?

**Lösungsvorschlag**

- Dem Bauteil wird durch Trennen, Sägen etc. eine ausreichend große Probe entnommen und fein geschliffen. Bromsilberpapier (Fotopapier) wird mit verdünnter Schwefelsäure (bei Tageslicht) getränkt und die Probe je nach dem Schwefelgehalt 1 bis 5 Minuten lang auf das aus der Schwefelsäure entnommene Papier aufgedrückt. Nach dem Abspülen des Papiers wird der Schwefelabdruck fixiert (Natriumthiosulfat), gewässert und getrocknet.

Evtl. Reaktionsgleichung angeben:



- Trotz ausreichend langer Einwirkzeit keine Reaktion = Schwefelgehalt sehr gering
  - Gleichmäßige Braun- bis Schwarzfärbung ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) über dem Probenquerschnitt = beruhigt vergossener Stahl
  - Ungleichmäßige Braun- bis Schwarzfärbung über dem Probenquerschnitt = unberuhigt vergossener Stahl (Kernseigerung)
  - Starke Reaktion trotz kurzer Einwirkzeit = hoher Schwefelgehalt (evtl. Automatenstahl)
  - Bei mehreren Abdrücken (Quer-, Längs- und Oberflächenschliff) sind evtl. Aussagen über die Walzrichtung möglich.

## U11

1. Eine Rohrleitung soll bei hoher Temperatur betrieben werden. Die Betriebsdauer soll auf 1.000 Stunden ausgelegt werden. Zulässig ist eine Kriechverformung von 1 %. Die Zeitstandwerte des vorgesehenen Werkstoffs können Sie dem Schaubild entnehmen.

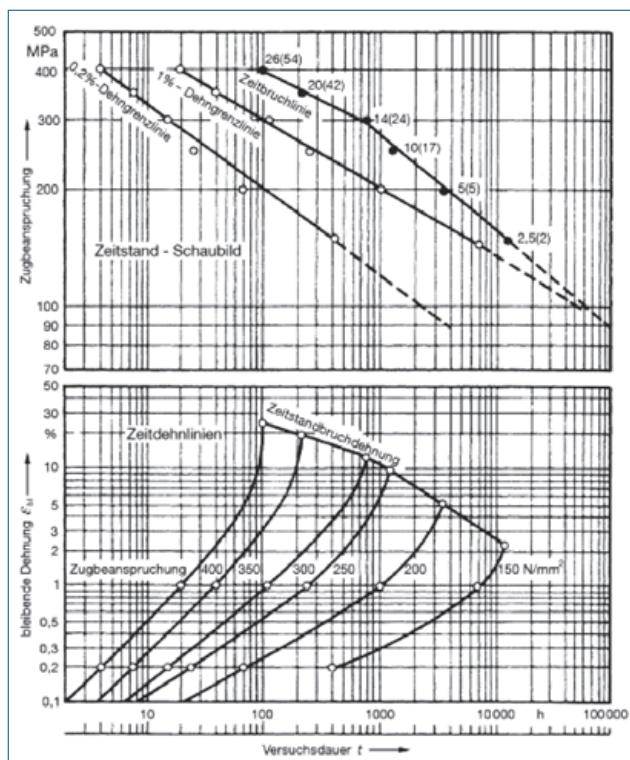
Welches ist die höchstzulässige Betriebsspannung (ohne Berücksichtigung von Sicherheitszuschlägen)?

2. Wie groß muss die Wandstärke eines thermisch beanspruchten Rohrs in einem Kraftwerk sein, damit bei einer Belastung von 56 kN und einem Außendurchmesser  $D = 25$  mm nach 1.000 Betriebsstunden eine Kriechverformung von 1 % nicht überschritten wird?

Geben Sie eine auf ganze mm gerundete Mindestwandstärke an.

## Lösungsvorschlag

1. 200 MPa
2. Wandstärke = 4,3 mm gewählt 5 mm



## U12

Im Rahmen der Überprüfung der Qualitätskosten sollen die Prüfkosten eines Metallografielabors für das Warmeinbetten von 25 Schliffringberechnungen berechnet werden.

Ein fertiger Schliff besteht aus 17 g Einbettmittel. 15 % des für die Schliffherstellung erforderlichen Einbettmaterials sind als Verlust zu kalkulieren. Die Materialkosten des Einbettmittels betragen 75 EUR/kg.

Folgende Werte sind gegeben:

Die Arbeitszeit eines Mitarbeiters je Schliffeinbettung beträgt 3 min. Für die Rüstzeit (Vor- und Nachbereitung der Arbeitsschritte) werden zusätzlich 8 % der Arbeitszeit kalkuliert.

Lohnkosten:  $K_L = 35,50$  EUR/h

Heizzeit pro Schliff:  $t_h = 7$  min

Energiekosten:  $K_{el} = 0,29$  EUR/kWh

Berechnen Sie:

1. die gesamten Materialkosten,
2. die Gesamtkosten  $K_{el}$  für die elektrische Arbeit für  $U = 230$  V und  $I = 14$  A,
3. die gesamte Arbeitszeit  $t$  und die gesamten Lohnkosten  $K_L$ ,
4. die Gesamtkosten  $K_{ges}$  für die Herstellung der 25 Einbettungen.

## Lösungsvorschlag

$$1. m = \frac{17 \text{ g}}{0,85} = 20 \text{ g}$$

$$M = 25 \cdot 20 \text{ g} = 500 \text{ g}$$

$$K = 0,5 \text{ kg} \cdot 75 \text{ EUR/kg}$$

$$K = 37,50 \text{ EUR}$$

$$2. W_{el} = 25 \cdot U \cdot I \cdot t = 25 \cdot 230 \text{ V} \cdot 14 \text{ A} \cdot 7/60 \text{ h}$$

$$W_{el} = 9,4 \text{ kWh}$$

$$K_{el} = 9,4 \text{ kWh} \cdot 0,29 \text{ EUR/kWh}$$

$$K_{el} = 2,70 \text{ EUR}$$

$$3. t = 25 \cdot 3 \text{ min} \cdot 1,08$$

$$t = 81,0 \text{ min}$$

$$K_L = 35,50 \text{ EUR/h} \cdot 81,0 \text{ min}/60 \text{ min/h}$$

$$K_L = 47,93 \text{ EUR}$$

$$4. K_{ges} = K + K_{el} + K_L$$

$$K_{ges} = 37,50 \text{ EUR} + 2,70 \text{ EUR} + 47,93 \text{ EUR}$$

$$K_{ges} = 88,13 \text{ EUR}$$

**U13**

Geben Sie an, was man unter dem Begriff der Messunsicherheit bei der mechanischen Werkstoffprüfung versteht, und nennen Sie drei Größen, von denen die Messunsicherheit abhängt.

**Lösungsvorschlag**

DIN EN ISO 10012

Dazu gehören u. a. die Messunsicherheit

- ▶ der Prüfmaschine/Gerätekategorie,
- ▶ der Kalibrierung,
- ▶ der einzelnen Messergebnisse.

**U14**

Beschreiben Sie in Stichworten die Erzeugung von Röntgenstrahlung.

**Lösungsvorschlag**

- ▶ Emission von Elektronen mittels Glühwendel
- ▶ Beschleunigung der Elektronen durch eine Hochspannungsquelle
- ▶ Wechselwirkung der Elektronen mit Anodenmaterial
- ▶ Bremsstrahlung
- ▶ Charakteristische Strahlung

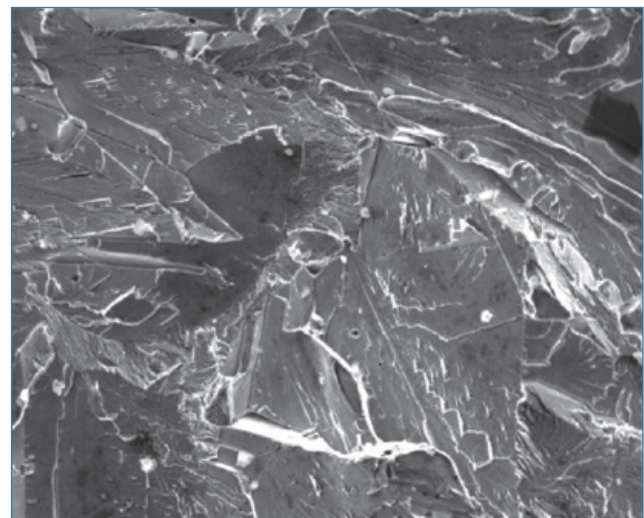
**U15**

Die Gabel eines im Kühlhaus eingesetzten Gabelstaplers ist unter Beanspruchung gebrochen. Eine rasterelektronenmikroskopische Bruchuntersuchung zeigt überwiegend folgendes Bruchaussehen.

1. Um was für einen Bruchtyp handelt es sich?
2. Wie konnte es zu diesem Schadenfall kommen?
3. Welche weitere Werkstoffuntersuchung würden Sie vorschlagen, um Hinweise zur Vermeidung solcher Schäden zu geben?

**Lösungsvorschlag**

1. Es handelt sich um einen transkristallinen Spaltbruch (Sprödbbruch).
2. Es besteht der Verdacht auf eine in der Kälte schlagartige Beanspruchung.
3. Untersuchungen zur Kältzähigkeit; Kernschlagbiegeversuch. Bei Tieflage Werkstoff ändern oder schlagartige Beanspruchung vermeiden.



Rasterelektronische Aufnahme des Bruchs

### 5.5.3 Fachrichtung Kunststofftechnik – Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung (GAP) (§§ 12, 13 der Verordnung)

Prüfungsrelevant in Teil 2 sind grundsätzlich alle Ausbildungsinhalte, soweit sie nicht bereits in Teil 1 geprüft wurden oder für die Berufsausbildung von besonderer Bedeutung sind. Prüfungsgegenstand sind also insbesondere alle Inhalte des Ausbildungsrahmenplans, die dem zweiten Ausbildungs-

abschnitt nach Teil 1 der Abschlussprüfung zugeordnet sind, sowie die Lernfelder LF 8–15 und LF 16, 17b (Fachrichtung Kunststofftechnik) des Rahmenlehrplans.

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung besteht aus vier Prüfungsbereichen, von denen einer durch einen betrieblichen Auftrag oder ein Prüfungsprodukt, jeweils mit einer Dokumentation und einem auftragsbezogenen Fachgespräch, und drei mit anwendungsbezogenen Aufgaben schriftlich geprüft werden.

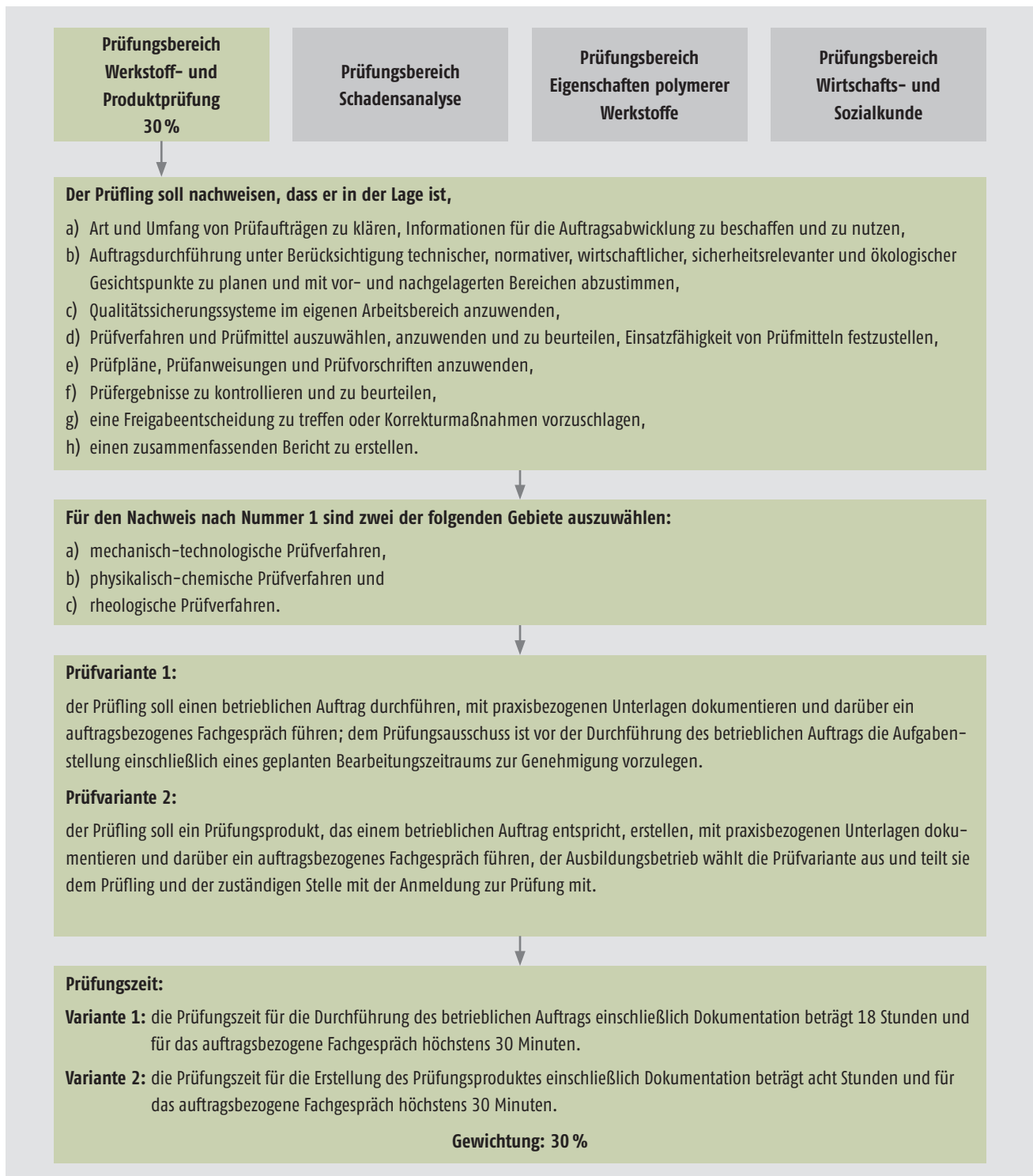
| Teil 1<br>30 %   | Teil 2<br>70 %  |                                       |  |  |
|--|---|---------------------------------------|--|--|
| 1. Prüfungsbereich<br>Prüfverfahren  | 2. Prüfungsbereich<br>Werkstoff- und<br>Produktprüfung  | 3. Prüfungsbereich<br>Schadensanalyse | 4. Prüfungsbereich<br>Eigenschaften<br>polymerer Werkstoffe<br><br>Sperrfach | 5. Prüfungsbereich<br>Wirtschafts und<br>Sozialkunde |
| Arbeitsaufgabe<br>mit situativem Fach-<br>gespräch und<br>schriftlichen Aufgaben | <b>Betrieblicher Auftrag<br/>oder Prüfungsprodukt</b><br>jeweils mit Dokumentation<br>mit praxisbezogenen Unterlagen<br>und auftragsbezogenem<br>Fachgespräch | Schriftliche Aufgaben                 | Schriftliche Aufgaben  | Schriftliche Aufgaben                                |
| 8 Stunden  | <b>18,5 bzw. 8,5 Stunden</b><br>davon jeweils höchstens<br>30 Min. für ein auftrags-<br>bezogenes Fachgespräch  | 1,5 Stunden                           | 2,5 Stunden  | 1 Stunde   |
| 30 %   | 30 %  | 10 %                                  | 20 %   | 10 %   |

Die Abschlussprüfung ist bestanden, wenn die Leistungen

1. im Gesamtergebnis von Teil 1 und Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
2. im Prüfungsbereich Eigenschaften polymerer Werkstoffe mit mindestens „ausreichend“,
3. im Ergebnis von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
4. in mindestens zwei der übrigen Prüfungsbereiche von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“ und
5. in keinem Prüfungsbereich von Teil 2 der Abschlussprüfung mit „ungenügend“ bewertet worden sind.



## Prüfungsanforderungen in Teil 2



Erläuterungen zum betrieblichen Auftrag siehe Fachrichtung Metalltechnik



## Beispiel für die Aufgabenstellung im Prüfungsbereich Schadensanalyse in der Fachrichtung „Kunststofftechnik“

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in werden im Prüfungsbereich „Schadensanalyse“ fachrichtungsspezifische Aufgaben gestellt. Im Folgenden werden mit freundlicher Genehmigung der PAL Aufgaben einschließlich Lösungsvorschlägen, die für eine Musterprüfung erarbeitet wurden, vorgestellt.<sup>18</sup>

### Allgemeine Hinweise

Vorgabezeit: 90 min

Hilfsmittel: Tabellenbuch, Formelsammlung, Zeichenwerkzeuge, nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

Bei zeichnerischen Darstellungen gilt die Projektionsmethode 1.

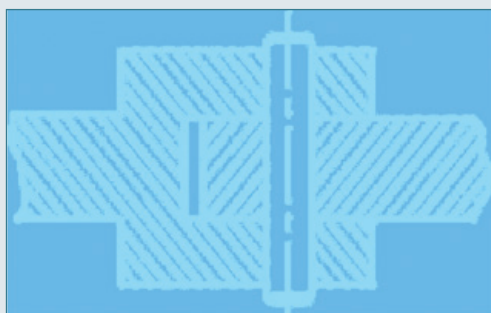
Der Aufgabensatz für den Prüfungsbereich Schadensanalyse besteht aus:

- ▶ 8 ungebundenen Aufgaben (die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen)

#### Szenario 1 für die Aufgaben U1 bis U4

Ein Scherbolzen aus GFK muss bis zu einer Bruchlast von 1,5 kN bei einer Sicherheitszahl von 2,0 belastbar sein.

Die Scherfließgrenze beträgt 66 N/mm<sup>2</sup>.



### U1

1. Der Bolzen bricht bereits bei einer niedrigeren Last. Nennen Sie fünf unterschiedliche Prüfverfahren, die verschiedene Ursachen für den Schadensfall berücksichtigen.
2. Berechnen Sie den erforderlichen Durchmesser  $d$  (in mm) des Scherbolzens.

#### Lösungsbeispiel

1. Z. B.:
  - ▶ Ermitteln der Bauteilgeometrie
  - ▶ Durchführung eines Scherversuchs zur Ermittlung der Scherfestigkeit
  - ▶ Shore-D-Härteprüfung/Alternativ Vickers
  - ▶ Bruchflächenanalyse
  - ▶ Schlagbiegeversuch
  - ▶ Materialografie (Faserverteilung)
  - ▶ Veraschung
2.  $d = 5,4 \text{ mm}$

### U2

Der Faseranteil ist zu ermitteln.

Beschreiben Sie die Vorgehensweise und nennen Sie dabei alle relevanten Prozessparameter und das Analyseverfahren.

#### Lösungsbeispiel

Verfahrensbeschreibung: Veraschung

Prozessparameter: Ofentemperatur und Glühdauer

Vorgehensweise: Probemasse vor und nach dem Veraschen

UVV beachten, Umweltschutz beachten

Alternative Lösung möglich

**U3**

Es wurde festgestellt, dass der Fasergehalt den Vorgaben entspricht. Die Schlagzähigkeit am Bauteil muss geprüft werden.

Beschreiben Sie die Versuchsdurchführung und Auswertung.

**Lösungsvorschlag**

Beschreiben des Versuchs und Auswertung

**U4**

Die Schlagzähigkeit entspricht nicht der Vorgabe, obwohl der Fasergehalt der Vorgabe entspricht. Beschreiben Sie, wie Sie die Faserverteilung und -orientierung bestimmen.

**Lösungsvorschlag**

Materialografie – Längsschliff und Querschliff, um Faserorientierung und Faserverteilung zu ermitteln

Beschreibung der Präparation und Analyse

**Szenario 2 für die Aufgaben U5 bis U7**

Das abgebildete Bauteil wird durch Spritzgießen hergestellt. Die Spritzgussform wird nicht vollständig ausgefüllt.

**U5**

Nennen Sie vier mögliche Ursachen für diesen Produktionsfehler und erläutern Sie zwei entsprechende qualitätssichernde Maßnahmen zur Fehlervermeidung.

**Lösungsvorschlag**

- ▶ Zu hoher Wassergehalt – Wiegen
- ▶ Zu niedrige Spritzgusstemperatur – Ermitteln der Vicat-Erweichungstemperatur
- ▶ Nicht vorgewärmte Gussform bzw. ungleichmäßige Temperaturverteilung – Thermografie
- ▶ Zu geringe Materialzufuhr – Vergleich Soll-Ist-Masse
- ▶ Ungeeigneter Werkstoff – Infrarotspektroskopie

Erläuterung der zwei qualitätssichernden Maßnahmen

**Alternative Lösungen möglich****U6**

Beschreiben Sie ein Verfahren, wie das Fließverhalten des für die Produktion vorgesehenen Kunststoffes ermittelt wird.

**Lösungsvorschlag**

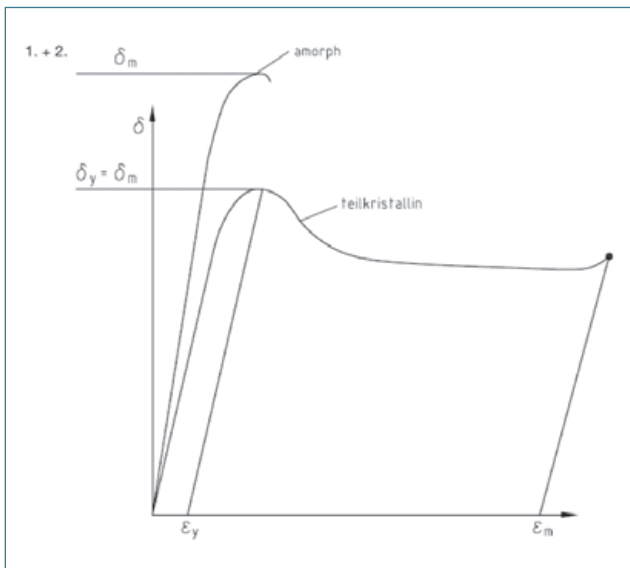
Volumen-Fließrate ermitteln oder Masse-Fließrate ermitteln

Beschreibung eines Verfahrens

## U7

1. Zeichnen Sie ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm für einen amorphen und teilkristallinen thermoplastischen Kunststoff.
2. Tragen Sie die charakteristischen Kenngrößen in das Diagramm ein.
3. Beschreiben Sie die Herstellung des Spritzgussteils.

## Aufgabenlösung:



## U8

1. Wie gehen Sie zur Spezifizierung der Oberflächengüte vor?
2. Beschreiben Sie drei Möglichkeiten, das Fehlerbild zu vermeiden.

## Lösungsvorschlag

1. ▶ Rauheit messen  
▶ Soll-Ist-Vergleich
2. ▶ Werkzeugoberfläche kontrollieren  
▶ Trennmittelauftrag richtig dosieren  
▶ Werkstoffspezifikation überprüfen  
▶ Faserorientierung und Lagenaufbau beachten  
▶ Prozessparameter überwachen

## Alternative Lösungen möglich

Aufgabenstellungen im Prüfungsbereich  
Eigenschaften polymerer Werkstoffe

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in, werden in den Prüfungsbereichen „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“, „Eigenschaften polymerer Werkstoffe“, „Wärmebehandlungsfähigkeit von Bauteilen“ und „Beanspruchungen technischer Systeme“ dieselben Aufgaben gestellt. Im Fall der Musterprüfung handelt es sich um 15 ungebundene Aufgaben, die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen. Hinzu kommen 40 gebundene Fragen. Die Aufgaben einschließlich der Lösungsvorschläge werden im Abschnitt zur Fachrichtung Metalltechnik mit freundlicher Genehmigung der PAL vorgestellt.<sup>19</sup>

Die ungebundenen Aufgaben erlauben z. T. fachrichtungsspezifische Lösungen, wenngleich gilt: „Generell sind alle Antworten unabhängig von der Fachrichtung zu bewerten. Die hier aufgeführten Beispiele sind nur Lösungsvorschläge.“

### 5.5.4 Fachrichtung Wärmebehandlungstechnik

Teil 2 trägt mit 70 % zum Gesamtergebnis der gestreckten Abschlussprüfung bei und wird zum Ende der Ausbildung geprüft. Prüfungsrelevant in Teil 2 sind grundsätzlich alle Ausbildungsinhalte. Inhalte, die bereits in Teil 1 geprüft wurden, sollen nur dann einbezogen werden, wenn sie für die Berufsbefähigung von besonderer Bedeutung sind. Prüfungsgegenstand sind also insbesondere alle Inhalte des Ausbildungsrahmen-

plans, die dem zweiten Ausbildungsabschnitt nach Teil 1 der Abschlussprüfung zugeordnet sind, sowie die Lernfelder 8–15 sowie LF 16a, 17c (Fachrichtung Wärmebehandlungstechnik) des Rahmenlehrplans.

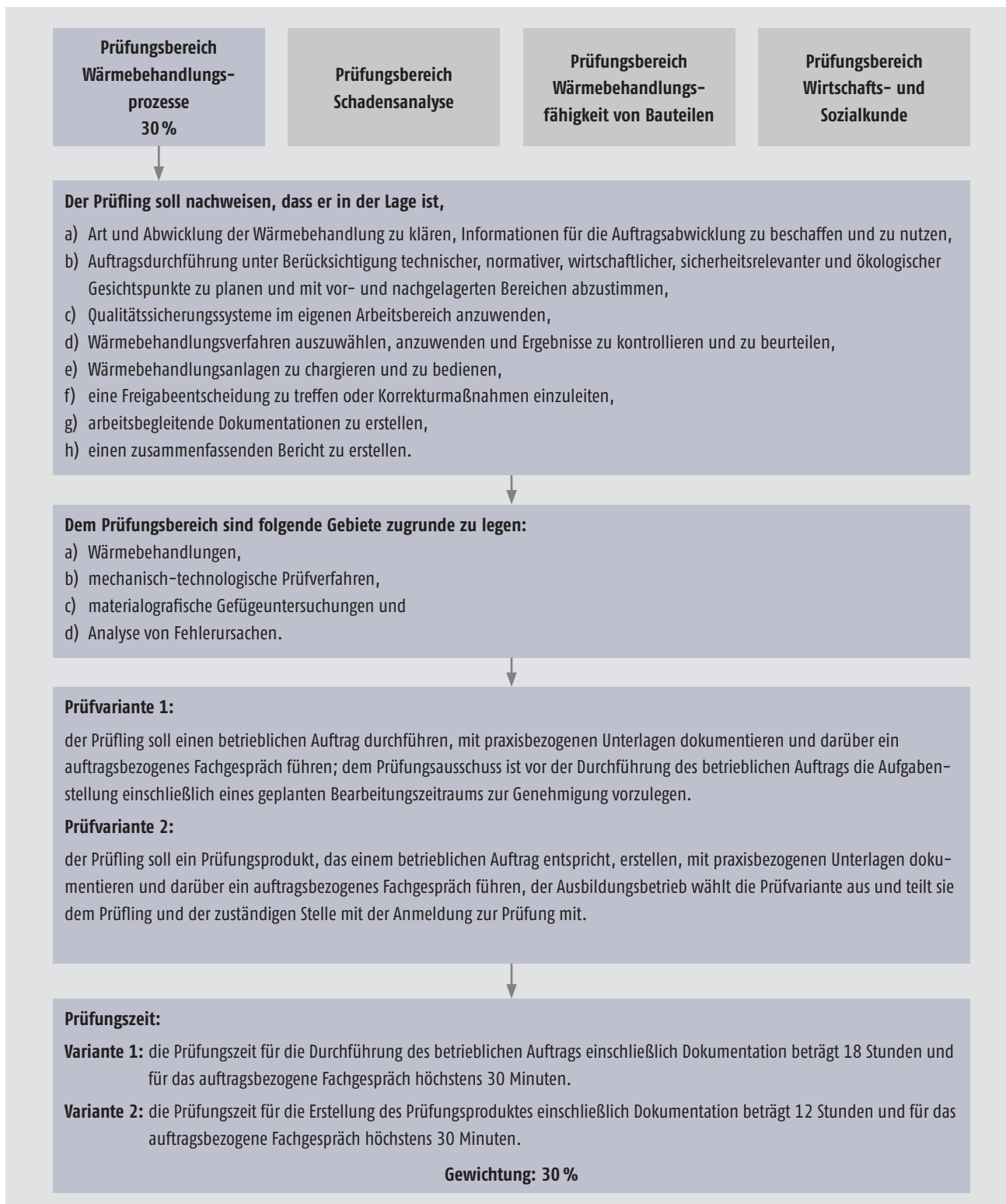
Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung besteht aus vier Prüfungsbereichen, von denen einer durch einen betrieblichen Auftrag oder ein Prüfungsprodukt und drei mit anwendungsbezogenen Aufgaben schriftlich geprüft werden.

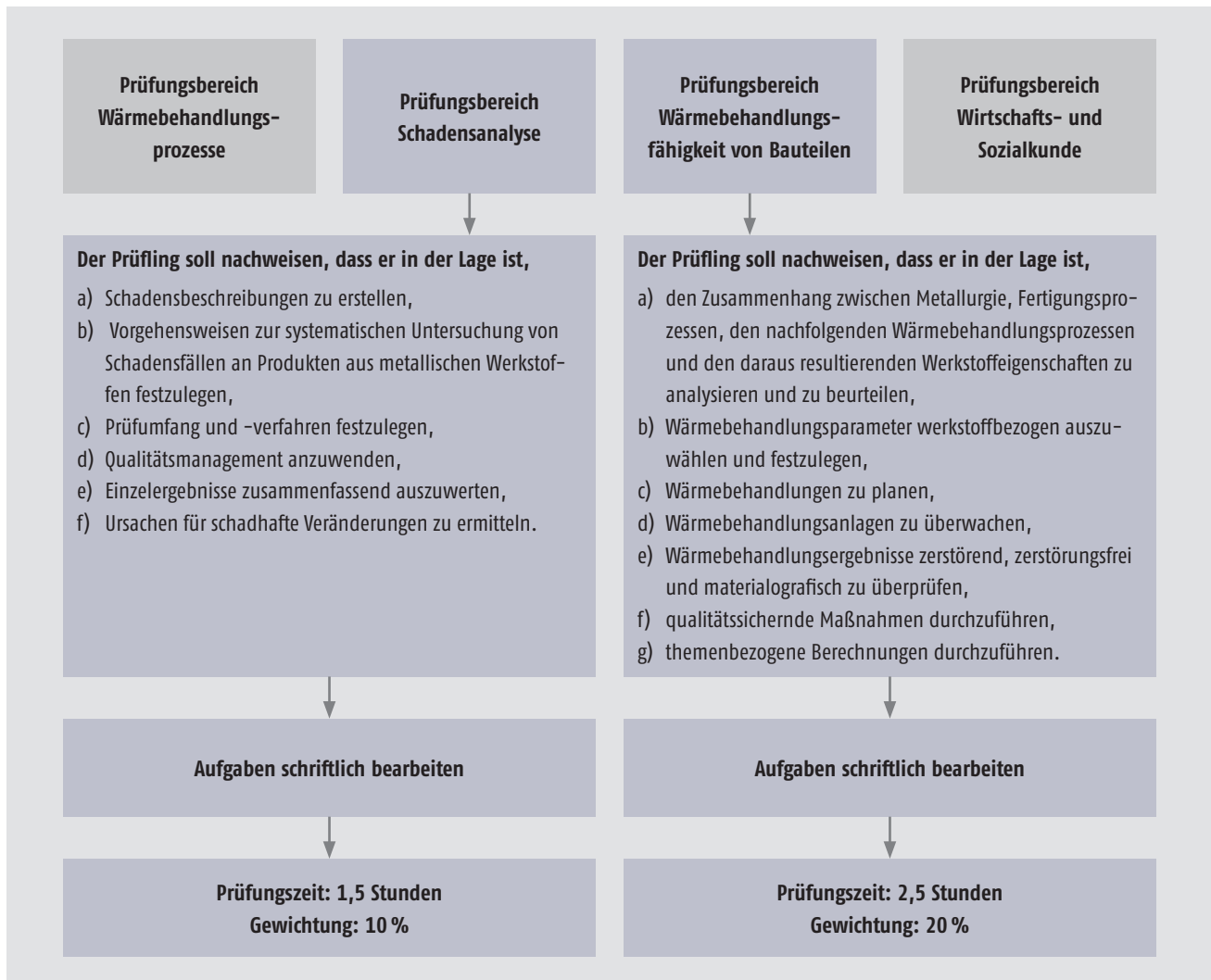
| Teil 1<br>30 %  | Teil 2<br>70 %   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| <b>1. Prüfungsbereich<br/>Prüfverfahren</b>                           | <b>2. Prüfungsbereich<br/>Wärmebehandlungs-<br/>prozess</b><br><br>dem Prüfungsbereich sind folgende Gebiete zugrunde zu legen:<br>a) Wärmebehandlungen,<br>b) mechanisch-technologische Prüfverfahren,<br>c) materialografische Gefügeuntersuchungen und<br>d) Analyse von Fehlerursachen | <b>3. Prüfungsbereich<br/>Schadensanalyse</b> | <b>4. Prüfungsbereich<br/>Wärmebehandlungs-<br/>fähigkeit von Bauteilen</b> | <b>5. Prüfungsbereich<br/>Wirtschafts und<br/>Sozialkunde</b> |
| Arbeitsaufgabe mit situativem Fachgespräch und schriftlichen Aufgaben | <b>Betrieblicher Auftrag</b> oder <b>Prüfungsprodukt</b> jeweils mit Dokumentation mit praxisbezogenen Unterlagen und auftragsbezogenem Fachgespräch   | <b>Schriftliche Aufgaben</b>                  | <b>Schriftliche Aufgaben</b>  | <b>Schriftliche Aufgaben</b>                                  |
| <b>8 Stunden</b>  | <b>18,5 bzw. 12,5 Stunden</b> davon jeweils höchstens 30 Min. für ein auftragsbezogenes Fachgespräch   | <b>1,5 Stunden</b>                            | <b>2,5 Stunden</b>  | <b>1 Stunde</b>   |
| <b>30 %</b>   | <b>30 %</b>  | <b>10 %</b>                                   | <b>20 %</b>   | <b>10 %</b>   |

Die Abschlussprüfung ist bestanden, wenn die Leistungen

1. im Gesamtergebnis von Teil 1 und Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
2. im Prüfungsbereich Wärmebehandlungsfähigkeit von Bauteilen mit mindestens „ausreichend“,
3. im Ergebnis von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
4. in mindestens zwei der übrigen Prüfungsbereiche von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“ und
5. in keinem Prüfungsbereich von Teil 2 der Abschlussprüfung mit „ungenügend“ bewertet worden sind.

## Prüfungsanforderungen in Teil 2 – FR Wärmebehandlungstechnik





## Umsetzung der Prüfungsregelungen in die Praxis

### Beispiele für betrieblichen Auftrag

Musterdokumente für die Beantragung und Bewertung des betrieblichen Auftrags sind im Abschnitt Metalltechnik enthalten. Sie können entsprechend angepasst werden.

### Beispiele für die schriftlich zu bearbeitenden Aufgaben im Prüfungsbereich Schadensanalyse

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in, werden im Prüfungsbereich „Schadensanalyse“ fachrichtungsspezifische Aufgaben gestellt. Im Fall der Musterprüfung handelt es sich um 8 ungebundene Aufgaben, die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen. Die Aufgaben einschließlich der Lösungen werden im Folgenden mit freundlicher Genehmigung der PAL vorgestellt.<sup>20</sup>

20 Musterprüfung PAL, IHK Stuttgart 2015

## Allgemeine Hinweise

Vorgabezeit: 90 min

Hilfsmittel: Tabellenbuch, Formelsammlung, Zeichenwerkzeuge, nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

### Szenario 1 für die Aufgaben U1 bis U3

Die im Getriebe einer Windkraftanlage eingebauten Wälzlageringringe werden aus 102Cr6 gefertigt.

Die geforderte Härte beträgt 62HRC.



## U1

Eine neue Lieferung des Wälzlagerstahls 102Cr6 lässt sich beim Drehen nur mit hohem Werkzeugverschleiß bearbeiten.

Ein Fehler am Werkzeug wurde ausgeschlossen.

1. Welche Fehler können an der Lieferung vorliegen? Nennen Sie zwei.
2. Welche Untersuchungsmethoden eignen sich zur Feststellung dieser Fehler? Nennen Sie drei.
3. Welches Gefüge muss für eine optimale Zerspanbarkeit vorliegen?

### Lösungsvorschlag

1. Z. B.: Werkstoffverwechslung, Carbidausbildung, Wärmebehandlungsfehler
2. Z. B.: Materialanalyse, Härteprüfung, metallografische Untersuchung
3. Weichglühgefüge mit besonderer Beachtung der Carbidausbildung und -größe

## U2

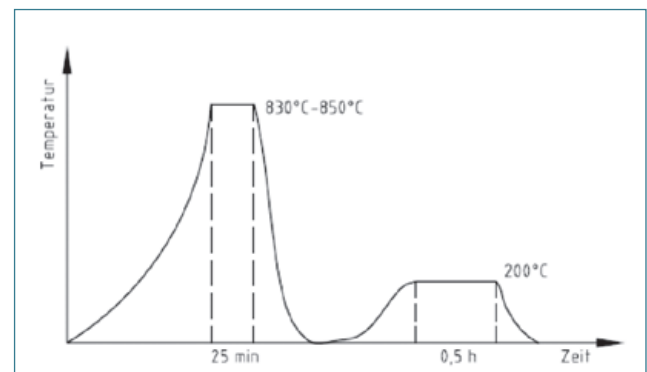
Nach dem Drehen sind die Wälzlageringringe einer Wärmebehandlung zu unterziehen.

1. Planen Sie die notwendigen Wärmebehandlungsschritte, um die erforderliche Härte zu erreichen. Skizzieren und beschriften Sie einen Zeit-Temperatur-Verlauf.
2. Beschreiben Sie die während der Wärmebehandlung ablaufenden Umwandlungsvorgänge.

### Lösungsvorschlag

1.
  - ▶ Härtetemperatur: 830–850 °C
  - ▶ Haltedauer: ca. 25 min
  - ▶ Abschreckmedium Öl
  - ▶ Anlasstemperatur: 200 °C (aus Tabellenbuch entnehmbar)

(Hinweis an Prüfungsausschuss: verwendetes Tabellenbuch beachten)



2.
  - ▶ Gitterumwandlung bei Austenitisierung von kubisch raumzentriert in kfz, teilweise Auflösung der Carbide, Abschreckung: Umklappen des kfz-Gitters in tetragonal raumzentriertes verzerrtes Gitter mit eingeklemmten C-Atomen (tetragonaler Martensit)
  - ▶ Anlassen in der ersten Anlassstufe, Entspannung des Gitters mit C-Diffusion auf günstigere Gitterplätze kubischer Martensit

### U3

Nach einer Prozessumstellung zeigten die Wälzlagerringe bereits vor der Montage Risse.

1. Nennen Sie drei Wärmebehandlungsfehler, die zu diesen Rissen geführt haben können, und begründen Sie eine Ihrer Vermutungen genauer.
2. Nennen Sie zwei geeignete Prüfverfahren, mit denen Sie sicherstellen, dass nur rissfreie Lagerringe montiert werden. Beschreiben Sie den Verfahrensablauf eines dieser Prüfverfahren genauer.

#### Lösungsvorschlag

1. Z. B.: Überzeiten, Überhitzen, zu schroffe Abschreckung, ungünstiges Eintauchen und fehlende Badbewegung (fehlendes oder zu geringes Anlassen)

- ▶ Überzeiten, Überhitzen – Grobkornbildung, spröder Martensit mit viel Restaustenit, lokale Spannungen übersteigen

Festigkeit

- ▶ Zu schroffe Abschreckung – hohe Temperaturgradienten, hohe Wärmespannungen, Überlagerung mit Umwandlungsspannungen

Festigkeiten werden überschritten

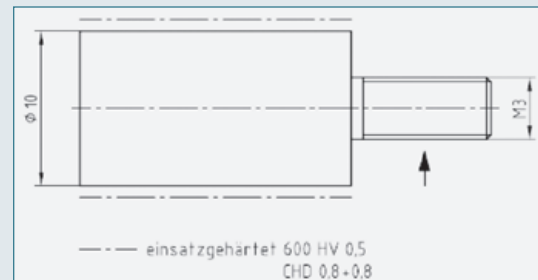
- ▶ Ungünstiges Eintauchen – ungünstige Spannungsverteilung, die bei Überlagerung mit Wärme- und Umwandlungsspannungen dazu führt, dass Festigkeiten lokal überschritten werden

- ▶ Fehlendes Anlassen – hohe Spannungen nach dem Abschrecken verbleiben im Werkstück und führen nachträglich zur Rissbildung

2. PT, MT, ET, ggf. VT mit Beschreibung

#### Szenario 2 für die Aufgaben U4 bis U6

Eine Welle aus 16MnCr5 soll nach der folgenden Zeichnung wärmebehandelt werden.

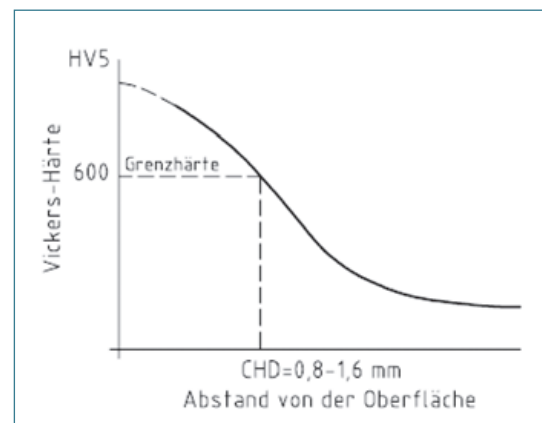


### U4

1. Was bedeutet die Angabe CHD 0,8 + 0,8?
2. Verdeutlichen Sie dies in einem Diagramm und beschreiben Sie die Versuchsdurchführung, welche zu dem Diagramm führt.

#### Lösungsvorschlag

1. Die Grenzhärte von 600 HV 0,5 muss in einem Abstand zwischen 0,8 und 1,6 mm liegen.
2. Beschreibung Versuchsdurchführung





## U5

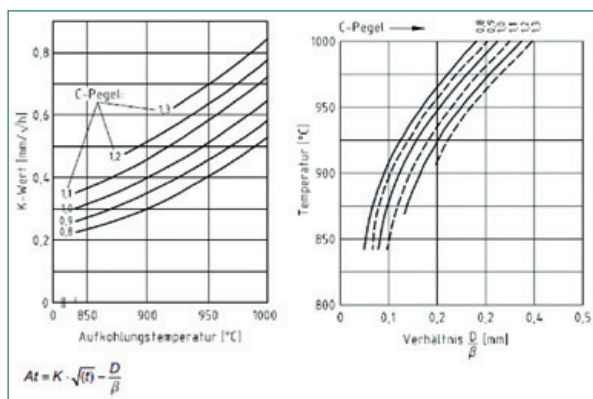
1. Berechnen Sie die Aufkohlungstiefe, die sich bei den folgenden Glühparametern ergibt:

C-Pegel = 1,0 %

Glühtemperatur = 925 °C

Glühdauer = 6 h

2. Beschreiben Sie das notwendige Wärmebehandlungsverfahren.



## Lösungsvorschlag

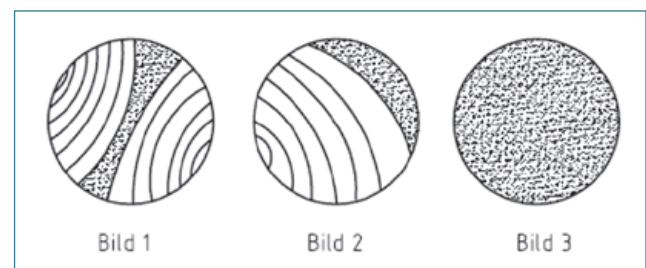
1. Aus Diagramm:
  - $K = 0,45$
  - $D/\beta = 0,17$
  - $At = 0,93 \text{ mm}$
2. Einsatzhärten – Aufkohlung der Randschicht zur Erhöhung des C-Gehalts in der Randschicht und anschließendes Härten und Anlassen

## U6

Bei der Montage bricht, verursacht durch einen Wärmebehandlungsfehler, die Welle häufig im Bereich des Gewindes.

(Szenario: siehe Hinweisfeil in der Skizze)

1. Welcher Wärmebehandlungsfehler liegt vor? Nennen Sie zwei Möglichkeiten, diesen Fehler nachzuweisen.
2. Durch welche Maßnahmen lässt sich ein Ausfall der Bauteile vermeiden?
3. Welches der folgenden Bilder entspricht der zu erwartenden Bruchfläche?



## Lösungsvorschlag

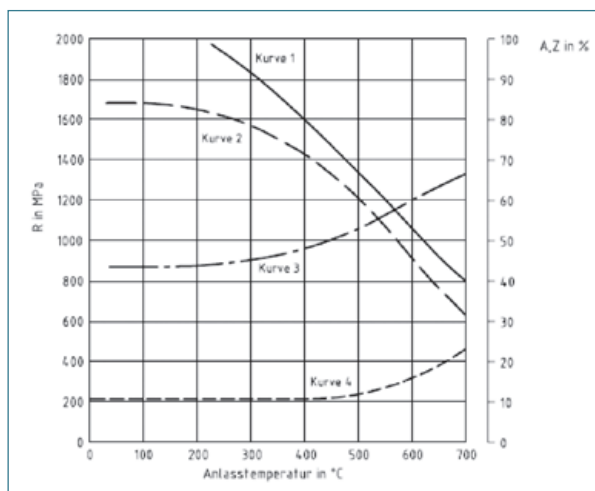
1. Es wurde keine partielle Einsatzhärtung vorgenommen.  
Z. B. metallografischer Schliff, Einsatzhärteverlauf, Analyse der Bruchfläche
2. Partielles Einsatzhärten, Hülse zur Abdeckung, Abdeckpaste
3. Bild 3

## Szenario 3 für die Aufgaben U7 bis U8

Achsschenkel sollen aus normalgeglühtem 42CrMo4 hergestellt werden. Die Achsschenkel sollen mit einer Dehngrenze von 1.200 MPa ausgeliefert werden.

**U7**

1. Wie können Sie gewährleisten, dass sich die chemische Zusammensetzung des Werkstoffs nicht verändert? Gehen Sie auf die Chargierung und die Ofenatmosphäre ein.
2. Benennen Sie die Kurven 1 bis 4.
3. Ermitteln Sie die notwendige Anlasstemperatur, um eine Dehngrenze von 1.200 MPa zu erreichen.



**Lösungsvorschlag**

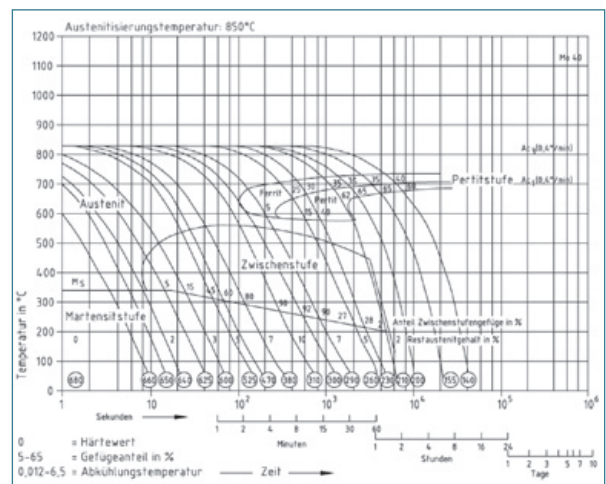
1. Chargierung: Abstand und Anordnung der Teile, Temperaturverteilung im Ofen  
 Temperaturüberwachung: Temperaturmessung in den Ofenzonen  
 Ofenatmosphäre (mit Begründung): Einstellung und Kontrolle der Atmosphäre
2. Kurve 1: Zugfestigkeit  
 Kurve 2: Dehngrenze  
 Kurve 3: Brucheinschnürung  
 Kurve 4: Bruchdehnung
3. Ablesen von etwa 510 °C

**U8**

- Es wird nach dem Härten eine Härte von 600 HV10 gemessen.
1. Aus welchen Gefügebestandteilen besteht der Stahl?
  2. Bei welcher Temperatur beginnt bei der Abkühlung die Martensitbildung?
  3. Welche Härtewerte werden bei der oberen und unteren kritischen Abkühlungsgeschwindigkeit erreicht?

**Lösungsvorschlag**

1. 15 % Zwischenstufe (Bainit) und 3 % Restaustenit und 82 % Martensit
2. Ca. 340 °C
3. Vok = 640 HV10  
 Vuk = 210 HV10



**Aufgabenstellungen im Prüfungsbereich Wärmebehandlungsfähigkeit von Bauteilen**

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in, werden in den Prüfungsbereichen „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“, „Eigenschaften polymerer Werkstoffe“, „Wärmebehandlungsfähigkeit von Bauteilen“ und „Beanspruchungen technischer Systeme dieselben Aufgaben gestellt. Im Fall der Musterprüfung handelt es sich um 15 ungebundene Aufgaben, die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen. Hinzu kommen 40 gebundene Fragen. Die Aufgaben einschließlich der Lösungsvorschläge werden im Abschnitt zur Fachrichtung Metalltechnik mit freundlicher Genehmigung der PAL vorgestellt.<sup>21</sup>

Die ungebundenen Aufgaben erlauben z. T. fachrichtungsspezifische Lösungen, wenngleich gilt: „Generell sind alle Antworten unabhängig von der Fachrichtung zu bewerten. Die hier aufgeführten Beispiele sind nur Lösungsvorschläge.“

<sup>21</sup> Musterprüfung PAL, IHK Stuttgart 2015

### 5.5.5 Fachrichtung Systemtechnik

Teil 2 trägt mit 70 % zum Gesamtergebnis der gestreckten Abschlussprüfung bei und wird zum Ende der Ausbildung geprüft. Prüfungsrelevant in Teil 2 sind grundsätzlich alle Ausbildungsinhalte. Inhalte, die bereits in Teil 1 geprüft wurden, sollen nur dann einbezogen werden, wenn sie für die Berufsbefähigung von besonderer Bedeutung sind. Prüfungsgegenstand sind also insbesondere alle Inhalte des Ausbildungsrah-

menplans, die dem zweiten Ausbildungsabschnitt nach Teil 1 der Abschlussprüfung zugeordnet sind, sowie die fachrichtungsübergreifenden Lernfelder LF 8–15 sowie 16b und 17d (Fachrichtung Systemtechnik) des Rahmenlehrplans.

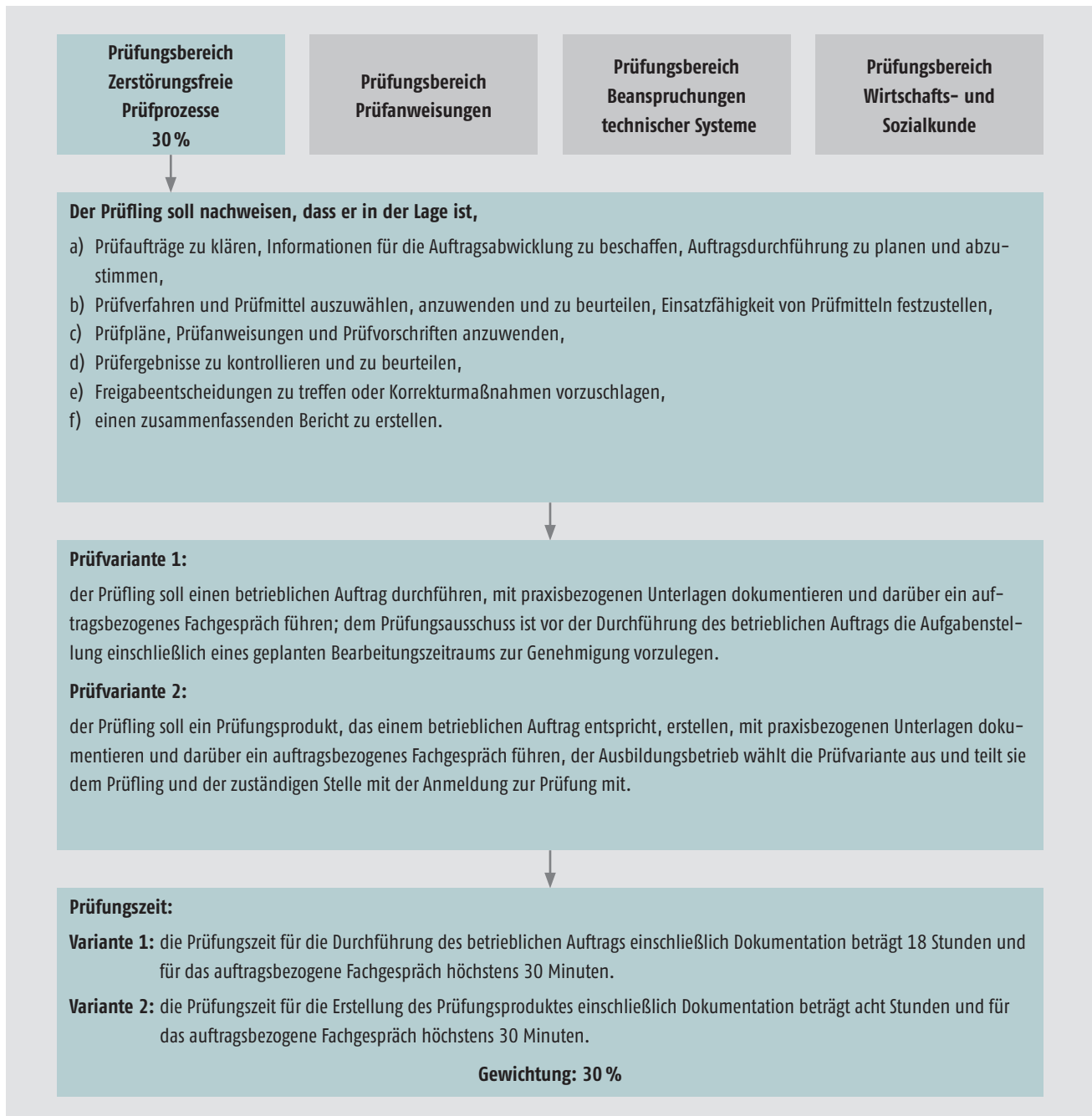
Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung besteht aus 4 Prüfungsbereichen, von denen einer nach dem Variantenmodell und drei mit anwendungsbezogenen Aufgaben schriftlich geprüft werden.

| Teil 1<br>30 %   | Teil 2<br>70 %  |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| <b>1. Prüfungsbereich<br/>Prüfverfahren</b>                                      | <b>2. Prüfungsbereich<br/>Zerstörungsfreie<br/>Prüfprozesse</b>   | <b>3. Prüfungsbereich<br/>Prüfanweisungen</b> | <b>4. Prüfungsbereich<br/>Beanspruchungen<br/>technischer Systeme</b> | <b>5. Prüfungsbereich<br/>Wirtschafts und<br/>Sozialkunde</b> |
| Arbeitsaufgabe<br>mit situativem Fach-<br>gespräch und<br>schriftlichen Aufgaben | <b>Betrieblicher Auftrag<br/>oder Prüfungsprodukt</b><br>jeweils mit Dokumentation<br>mit praxisbezogenen Unterlagen<br>und auftragsbezogenem<br>Fachgespräch | <b>Schriftliche Aufgaben</b>                  | <b>Schriftliche Aufgaben</b>  | <b>Schriftliche Aufgaben</b>                                  |
| <b>8 Stunden</b>   | <b>18,5 bzw. 12,5 Stunden</b><br>davon jeweils höchstens<br>30 Min. für ein auftrags-<br>bezogenes Fachgespräch   | <b>1,5 Stunden</b>                            | <b>2,5 Stunden</b>  | <b>1 Stunde</b>   |
| <b>30 %</b>  | <b>30 %</b>   | <b>15 %</b>                                   | <b>15 %</b>   | <b>10 %</b>   |

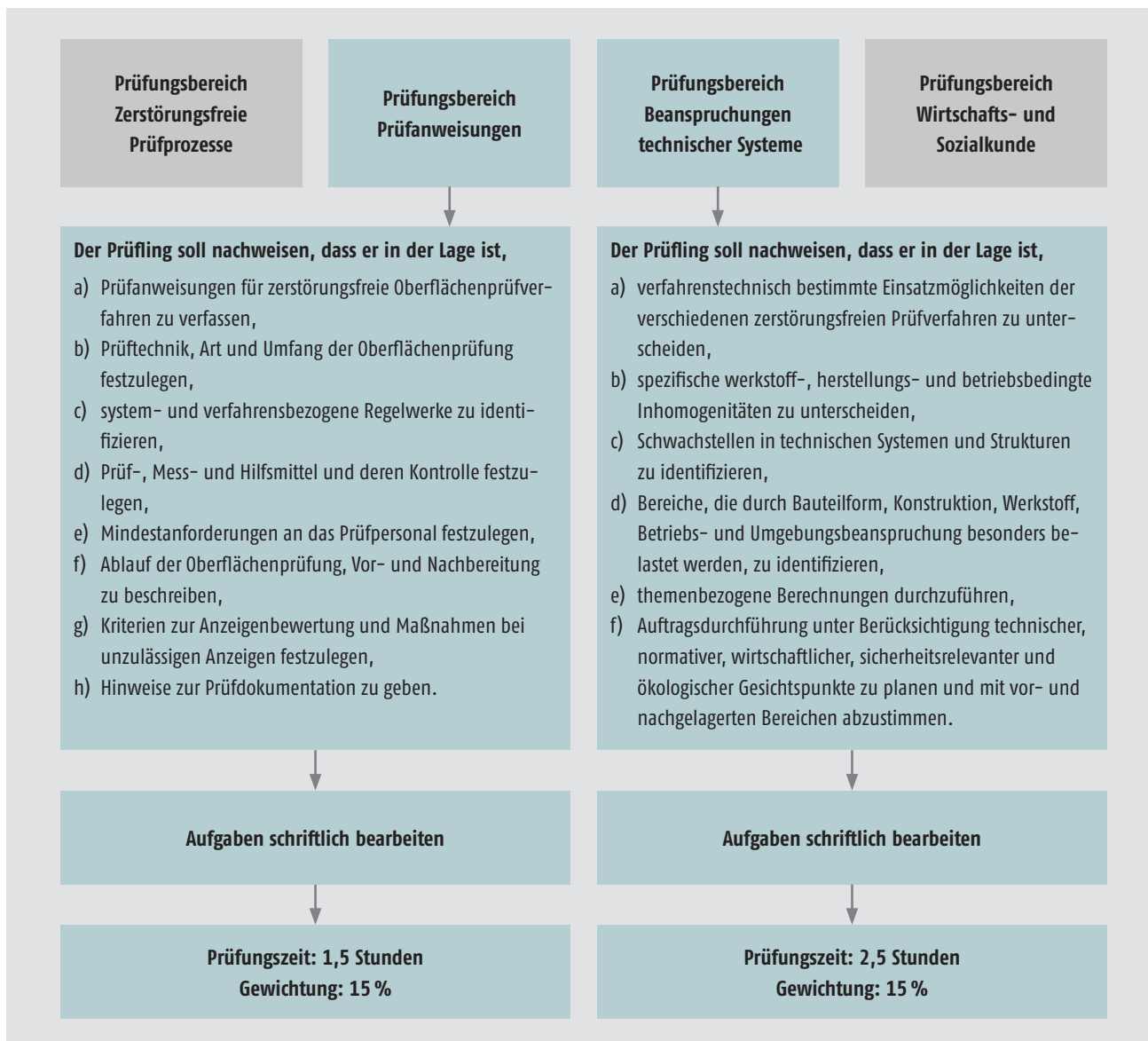
Die Abschlussprüfung ist bestanden, wenn die Leistungen

1. im Gesamtergebnis von Teil 1 und Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
2. im Ergebnis von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“,
3. in mindestens drei Prüfungsbereichen von Teil 2 der Abschlussprüfung mit mindestens „ausreichend“ und
4. in keinem Prüfungsbereich von Teil 2 der Abschlussprüfung mit „ungenügend“ bewertet worden sind.

## Prüfungsanforderungen in Teil 2 – FR Systemtechnik



Musterdokumente zur Planung, Beantragung und Bewertung befinden sich im Abschnitt Metalltechnik.



## Beispiele für die Aufgabenstellung im Prüfungsbereich Prüfanweisungen

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in, werden im Prüfungsbereich „Prüfanweisungen“ fachrichtungsspezifische Aufgaben gestellt. Im Fall der Musterprüfung handelt es sich um 8 ungebundene Aufgaben, die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen. Die Aufgaben einschließlich der Lösungsvorschläge werden im Folgenden mit freundlicher Genehmigung der PAL vorgestellt.<sup>22</sup>

### Allgemeine Hinweise

Vorgabezeit: 90 min

Hilfsmittel: Tabellenbuch, Formelsammlung, Zeichenwerkzeuge, nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

#### Szenario 1 für Aufgaben U1 und U2

Die Schweißaufsicht der Firma A erteilt der ZFP-Dienstleistung (Firma B) folgenden Auftrag.

Die Kehlnaht  $a = 6 \text{ mm}$ , Länge  $5 \text{ m}$ , Restmagnetisierung  $0,2$  bis  $0,4 \text{ kA/m}$ , ist mit folgendem Prüfverfahren zu prüfen:

MT mit Jochmagnet, weißer Untergrundfarbe und schwarzem Nasspulver.



### U1

1. Nennen Sie die notwendigen Schritte zur Vorbereitung der Prüfung, auch unter Berücksichtigung des Prüfgegenstands und der Prüfgeräte.
2. Beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Überprüfung der Prüfmittel.

#### Lösungsvorschlag

1. Z. B.:
  - ▶ Prüfanweisung erstellen
  - ▶ Visuelle Betrachtung
  - ▶ Betrachtungsbedingungen festlegen
  - ▶ Oberflächenvorbereitung
  - ▶ Sicherstellung der Magnetisierung
  - ▶ Prüfbereiche
  - ▶ VK1 mit Vergleichsbild nicht magnetisieren und nicht im Ultraschallbad reinigen
2. Beschreibung der Vorgehensweise nach Prüfmittelverordnung.

### U2

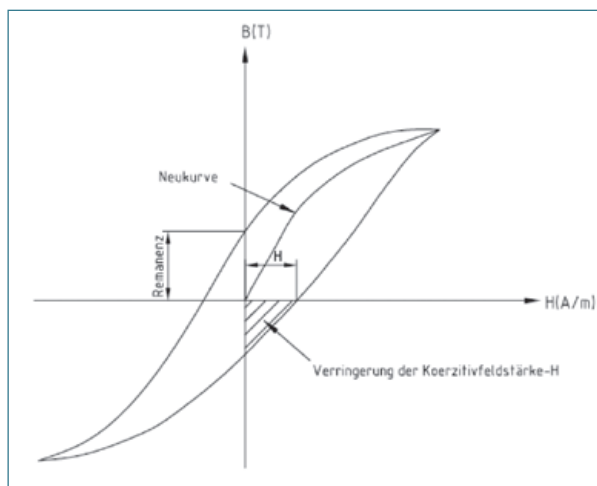
1. Nennen Sie in sinnvoller Reihenfolge die notwendigen Schritte zur Durchführung und zur Nachbereitung der Prüfung.
2. Beschreiben Sie anhand einer zu skizzierenden Hysteresekurve die Entmagnetisierung.

#### Lösungsvorschlag

1. Durchführung:
  - ▶ Aufbringen des Prüfmittels
  - ▶ Magnetisierungszeit und Nachmagnetisierungszeit
  - ▶ Magnetisierungsrichtungen  $45^\circ$  versetzt
  - ▶ Inspektion, Interpretation
 Nachbereitung:
  - ▶ Entmagnetisierung  $H_{Rest} 0,2\text{--}0,4 \text{ kA/m}$
  - ▶ Korrosionsschutz
  - ▶ Protokollierung
  - ▶ Klassifizierung
  - ▶ Beurteilung

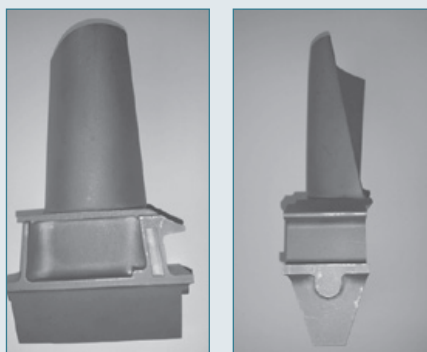
Alternative Lösungen möglich

2.



### Szenario 2 für Aufgaben U3 und U4

Eine Turbinenschaufel (gegossen) ist mittels PT zu prüfen.



Die Prüfanweisung enthält unter anderem die folgenden Angaben:

- ▶ Prüfumfang: 100 % der Außenoberfläche, Registriergrenze: 2 mm
- ▶ Für lineare Anzeigen gilt:
  - ▶  $l < 3 b$ ;  $l$  zul.: 4 mm; Anzeigen sind zusammenhängend, wenn der Abstand kleiner als das Doppelte der Länge der kleineren Anzeige ist. Zulässige Länge zusammenhängender Anzeigen = 10 mm
- ▶ Für nicht lineare Anzeigen gilt:
  - ▶  $l < 3 b$ ; zul.: 8 mm, Anzeigen sind zusammenhängend, wenn der Abstand kleiner als der Durchmesser der kleineren Anzeige ist. Zulässige Länge der Anzeigen = 15 mm
- ▶ Für zusammenhängende Anzeigen gilt: Die Gesamtlänge ergibt sich aus der Summe der Einzellängen plus den Abständen zwischen den Anzeigen.

### U3

Vervollständigen Sie die Prüfanweisung im Hinblick auf Prüftechnik und Prüfmittel, begründen Sie die Auswahl und zeigen Sie auf, wie Sie die Funktion der ausgewählten Prüftechnik und Prüfmittel sicherstellen.

#### Lösungsvorschlag

Prüfmittel: Einsatz von Muster und chargengeprüfter Produktfamilie bestehend aus Reiniger, Eindringmittel und Entwickler von einem Hersteller mit entsprechender Empfindlichkeitsklasse, Ablaufdatum überprüfen, Prüfmittelkontrolle durch Kontrollkörper nach Norm oder Spezifikationen, vorgeschriebene Anzeigen müssen gesehen und dokumentiert werden. Zeitintervalle laut QS. Benachrichtigung der Prüfaufsicht, falls Prüfmittel nicht in Ordnung.

Begründung der gewählten Prüfmittel, der Produktfamilie und der Betrachtungsbedingungen.

**U4**

Es ist der folgende Befund anhand der gegebenen Daten aus der Prüfanweisung zu beurteilen.

Befund:

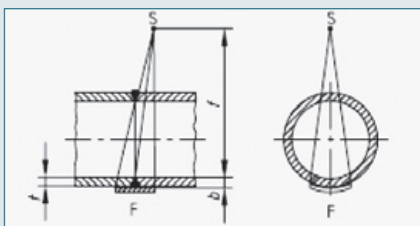
- ▶ 3 lineare Anzeigen: A1 = 1,9 mm, A2 = 3 mm, A3 = 4 mm  
Abstände: (A1–A2) = 3,8 mm, (A2–A3) = 6 mm
- ▶ 2 nicht lineare Anzeigen: A4 = 4 mm, A5 = 6 mm  
Abstand: (A4–A5) = 15 mm

**Lösungsvorschlag**

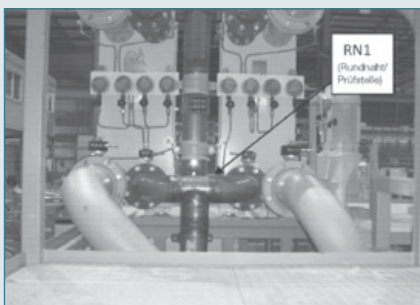
Lineare Anzeige: Zulässig, da A1 = 1,9 mm nicht registrierpflichtig  
 A2 – A3 = 6 mm Einzelanzeigen, l 4 mm  
 Nicht lineare Anzeige: Zulässig, da Abstand A4 – A5 = 15 mm Einzelanzeigen, 8 mm  
 Das Bauteil ist freizugeben, weil alle Anzeigen zulässig sind.

**Szenario 3 für die Aufgaben U5 und U6**

An einem neu gefertigten, geschweißten Pumpensystem ist die Saugseite aus Kupferrohren gefertigt.  
 DN 250, t = 6 mm  
 Die Qualitätsstelle verlangt eine Durchstrahlungsprüfung der Rundnähte.



Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) gekrümmter Prüfgegenstände zur Auswertung der filmnahen Wand bei filmnah angelegtem BPK.



**U5**

Maßnahmen, die zum persönlichen und zum örtlichen Strahlenschutz getroffen werden müssen.

1. Nennen Sie jeweils vier.
2. Wie hoch ist die maximal zulässige Jahresdosis für den Prüfer?

**Lösungsvorschlag**

1. Persönliche Maßnahmen
  - ▶ Jährliche ärztliche Untersuchung
  - ▶ Alle 2 Jahre Lungenröntgenaufnahme
  - ▶ Monatliche amtliche Dosimetrie (Plakette)
  - ▶ Tägliche Strahlendosimetrie (vom Prüfer selbst durchzuführen)

**Örtliche Maßnahmen**

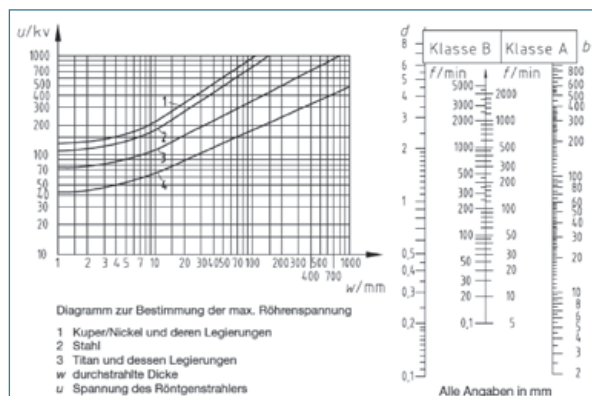
- ▶ Kontrollbereiche absperren (40 µSv)
- ▶ Absperrketten mit Zeichen für radioaktive Strahlen
- ▶ Kollimatoren verwenden
- ▶ Freimessung falls Isotop

2. 20 mSv/a

**U6**

Die Röntgenaufnahme soll mit der Strahlenquellengröße d = 2,5 mm · 3,5 mm aufgenommen werden.

1. Ermitteln Sie aus den beigefügten Diagrammen die maximale Röhrenspannung.
2. Ermitteln Sie aus den beigefügten Diagrammen den Mindestabstand f<sub>min</sub> (Filmfokusabstand) für Prüfklasse A und Prüfklasse B.
3. Geben Sie einen sinnvollen Filmfokusabstand an und begründen Sie Ihre Entscheidung.



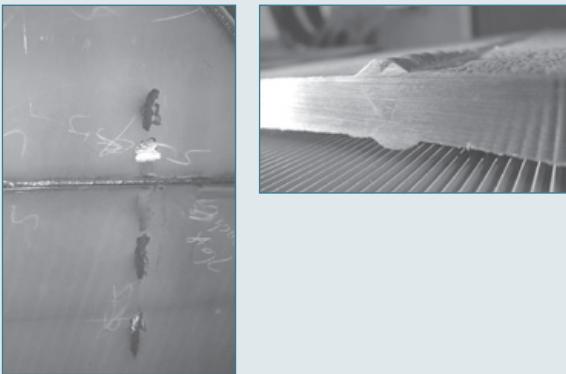


**Lösungsvorschlag**

1. 240 KV
2. Mit  $d = 4,3 \text{ mm}$ ,  $f_{\text{min}}$  (Prüfklasse A) = 120 mm und  $f_{\text{min}}$  (Prüfklasse B) = 250 mm
3. Da die Röhre angewinkelt aufgestellt werden muss und ein Rohr mit DN 250 einen Durchmesser von  $d = 273 \text{ mm}$  hat, wäre ein FFA von 500 mm aus geometrischen Gründen als sinnvoll zu wählen. Weil:  $f_{\text{ungefähr}} f_{\text{min}} + Da$

**Szenario 4 für die Aufgaben U7 und U8**

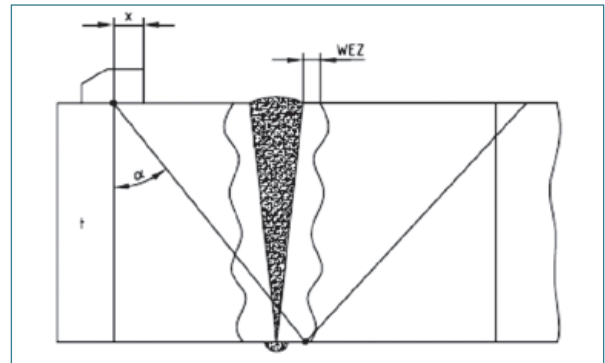
Zwei Bleche von 6 m Länge, 1,5 m Breite und einer Dicke von 18 mm werden durch das Fügeverfahren Schweißen miteinander verbunden. Der Auftraggeber verlangt eine 100 %-UT-Prüfung.

**U7**

1. Skizzieren Sie die Prüfanordnung und erläutern Sie den Zweck der Prüfflächenbreite.
2. Berechnen Sie die Prüfflächenbreite für einen Miniaturwinkelprüfkopf  $70^\circ$ ,  $X = 12 \text{ mm}$  und einen Miniaturwinkelprüfkopf  $45^\circ$ ,  $X = 13 \text{ mm}$  und  $WEZ = 3 \text{ mm}$ .
3. Nennen Sie zwei Verfahren zur Ermittlung der Längenausdehnung der Anzeigen und beschreiben Sie ein Verfahren.

**Lösungsvorschlag**

1. Um die Ankopplung des Prüfkopfs über den Verschiebeweg zu gewährleisten (frei von Welligkeit, Verunreinigungen, Kerben, Schweißspritzer usw.)



2.  $a_p = 2 \cdot t \cdot \tan \alpha + x + WEZ$   
 $a_p$  von  $70^\circ = 114 \text{ mm}$   
 $a_p$  von  $45^\circ = 52 \text{ mm}$
3. Halbwertsauswertung, Auswertung mit fester Amplitudenschwelle  
 Beschreibung eines der Verfahren

**U8**

Beschreiben Sie die Einpunktjustierung am Kalibrierkörper Nr. 2 (DIN EN ISO 7963) und die Empfindlichkeitsjustierung nach Methode DAC.

**Lösungsvorschlag**

Am Gerät Eingabe der Wanddicke  $t$ , Einschallwinkel, Schallgeschwindigkeit  $c = 3250 \text{ m/s}$ ,  $x$ -Maß, Bereichsanfang und Bereichsende. Den Winkelprüfkopf am K2, 50 mm (25 mm) aufsetzen und am US Gerät  $t_v$  ( $\mu\text{s}$ ), Ausgleich der Vorlaufstrecke, so weit verstellen, bis  $s$  (mm) auf 50 (25) erscheint. Die angezeigten Werte beziehen sich immer auf den Spitzenwert im Blendenbereich.

Kontrolle an einer bekannten anderen Strecke und  $s$  ablesen. Wenn das Maß übereinstimmt, ist die Einpunktjustierung abgeschlossen.

Vergleichslinie an verschiedenen Schallwegen an einer oder mehreren 3-mm-Querbohrungen, wobei alle drei Bohrungen anzuschallen sind und das höchste Echo auf 80 % BSH gestellt wird ( $v_j = \text{Grundverstärkung}$ ). Der Vergleichskörper sollte die gleichen Eigenschaften wie das Prüfobjekt haben.


## **Aufgabenstellungen im Prüfungsbereich „Beanspruchungen technischer Systeme“**

Entsprechend dem Gesamtkonzept der PAL für die Gestaltung der gestreckten Abschlussprüfung im Beruf Werkstoffprüfer/-in werden in den Prüfungsbereichen „Eigenschaften metallischer Werkstoffe“, „Eigenschaften polymerer Werkstoffe“, „Wärmebehandlungsfähigkeit von Bauteilen“ und „Beanspruchungen technischer Systeme“ dieselben Aufgaben gestellt. Im Fall der Musterprüfung handelt es sich um 15 ungebundene Aufgaben, die mit eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantwortet werden müssen. Hinzu kommen 40 gebundene Fragen. Die Aufgaben einschließlich der Lösungsvorschläge werden im Abschnitt zur Fachrichtung Metalltechnik mit freundlicher Genehmigung der PAL vorgestellt.<sup>23</sup>

Die ungebundenen Aufgaben erlauben z. T. fachrichtungsspezifische Lösungen, wenngleich gilt: „Generell sind alle Antworten unabhängig von der Fachrichtung zu bewerten. Die hier aufgeführten Beispiele sind nur Lösungsvorschläge.“

---

23 Musterprüfung PAL, IHK Stuttgart 2015



Umsetzungshilfen aus der Reihe „AUSBILDUNG GESTALTEN“ unterstützen Ausbilder und Ausbilderinnen, Berufsschullehrer und Berufsschullehrerinnen, Prüfer und Prüferinnen sowie Auszubildende bei einer effizienten und praxisorientierten Planung und Durchführung der Berufsausbildung und der Prüfungen. Die Reihe wird vom Bundesinstitut für Berufsbildung herausgegeben. Die Inhalte werden gemeinsam mit Experten und Expertinnen aus der Ausbildungspraxis erarbeitet.

Diese Veröffentlichung entstand in Zusammenarbeit mit:



Bundesinstitut für Berufsbildung  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn

Telefon: (0228) 107-0  
Telefax: (0228) 107 29 76/77

Internet: [www.bibb.de](http://www.bibb.de)  
E-Mail: [zentrale@bibb.de](mailto:zentrale@bibb.de)



ISBN 978-3-945981-81-8