



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

HW

FAKULTÄT FÜR  
HUMANWISSENSCHAFTEN

# Situiertes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissen- schaften

## Eine Handreichung für Curriculument- wicklung und Unterrichtspraxis

---

Klaus Jenewein, Jürgen Domjahn, Alexander Unger

BBP-Arbeitsbericht Nr. 91

April 2017

ISSN 1437-8493



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

Ministerium für  
Schule und Weiterbildung  
des Landes Nordrhein-Westfalen





# **Situiertes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissen- schaften**

## **Eine Handreichung für Curriculument- wicklung und Unterrichtspraxis**

---

Klaus Jenewein, Jürgen Domjahn, Alexander Unger

BBP-Arbeitsbericht Nr. 91

April 2017

ISSN 1437-8493

## **Arbeitsberichte „Berufs- und Betriebspädagogik“**

### *Herausgeber:*

Prof.'en Dr. Robert Jahn, Dr. Klaus Jenewein  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Humanwissenschaften  
Institut I – Berufs- und Betriebspädagogik  
Zschokkestr. 32  
D-39104 Magdeburg

### *Anschrift:*

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Humanwissenschaften  
Institut I – Berufs- und Betriebspädagogik  
Zschokkestr. 32  
D-39104 Magdeburg

Tel.: +49 391 6756623

Fax: +49 391 6746550

Email: [robert.jahn@ovgu.de](mailto:robert.jahn@ovgu.de); [jenewein@ovgu.de](mailto:jenewein@ovgu.de)

ISSN 1437-8493

### Der BBP-Arbeitsbericht 91

„Situierendes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften – Eine Handreichung für Curriculumentwicklung und Unterrichtspraxis“

wurde entwickelt im länderübergreifenden Innovationsprojekt „Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften“ der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt

## Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Handreichung</b>	<b>5</b>
	1. Das Situationsprinzip in der pädagogischen Diskussion	5
	2. Entwicklungsaufgaben als Grundlage situierter Aufgabenkonzepte im wissenschaftspropädeutischen Bildungsgang	6
	3. „Situating Learning“ in der internationalen Diskussion	7
	4. Das Konzept „Lernsituationen“ im deutschen Berufsbildungssystem	9
	5. Zum Kompetenzbegriff im Beruflichen Gymnasium	11
	6. Lernaufgabensystem im Profulfach Ingenieurwissenschaften	12
	7. Gestaltung situierter Lernaufgaben im Beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften	13
	8. Literatur	15
<b>II</b>	<b>Beispiel einer situierter Lernaufgabe: „Umbau und Erweiterung eines Gartenhauses“ (Schuljahrgang bzw. Jahrgangsstufe 11)</b>	<b>17</b>
	1. Aufgabenstellung	17
	2. Lösungsraum	25
	<b>Anhang</b>	
	Die Reihe Arbeitsberichte „Berufs- und Betriebspädagogik“	36



## I Handreichung

### 1. Das Situationsprinzip in der pädagogischen Diskussion

In der Berufspädagogik existiert eine entwickelte Diskussion um curriculare Gestaltungsprinzipien beruflicher Bildungsgänge. Lipsmeier (2000) unterscheidet in Anlehnung an Reetz (...) die drei Grundprinzipien

- *Wissenschaftsprinzip* (die Auswahl der Lerngegenstände orientiert sich an der Inhaltsstruktur der jeweiligen Fachwissenschaft, bspw. bildet ein Curriculum für einen beruflichen Bildungsgang Metalltechnik die Inhaltsgebiete der Ingenieurwissenschaft Maschinenbau ab);
- *Situationsprinzip* (die curriculare Struktur orientiert sich an der gegenwärtigen und zukünftigen Lebenswelt und folgt der Überlegung, aufgabenbezogenen Kompetenzen zu entwickeln und zu fördern, die sich aus Handlungssituationen heraus ableiten und die für die Bewältigung dieser Situationen erforderlichen Fähigkeiten adressieren);
- *Persönlichkeitsprinzip* (folgend der Überlegung, dass die persönliche Entwicklung der Lernenden in Verbindung mit gesellschaftlichen Zielsetzungen wie Mündigkeit, Kritik- und Entscheidungsfähigkeit im Vordergrund zu stehen habe).

Diese in den letzten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts geführte Diskussion geht auf die Arbeiten Robinsohns zur Curriculumreform und die in den 1970er Jahren durch den Deutschen Bildungsrat aufgezeigten Prämissen zur Wissenschaftsorientierung des allgemeinen und beruflichen Lernens zurück. Während Lipsmeier eher die unterschiedliche Grundorientierung der drei Prinzipien in den Vordergrund stellt, geht Reetz von ihrer Interdependenz aus; die curriculare Orientierung etwa am Situationsprinzip schließt das Wissenschaftsprinzip nicht aus. Traditionell wird bis in die 1990er Jahre das Wissenschaftsprinzip für die wissenschaftspropädeutischen Bildungsgänge der gymnasialen Oberstufe herangezogen, was allerdings eine starke Fokussierung auf Bezugswissenschaften der eingeführten Unterrichtsfächer nach sich zieht und Disziplinen, die nicht im gymnasialen Fächerkanon eingeführt sind (dazu gehören auch die Ingenieurwissenschaften), vernachlässigt. Demgegenüber dominiert das lebensweltlich orientierte Situationsprinzip eher die Bildungsgänge der Sekundarstufe I.

### Curriculare Grundsätze

Drei Grundkonzeptionen:

- Wissenschaftsprinzip
- Situationsprinzip
- Persönlichkeitsprinzip

## 2. Entwicklungsaufgaben als Grundlage situierter Aufgabenkonzepte im wissenschaftspropädeutischen Bildungsgang

Besonders im nordrhein-westfälischen Kollegs Schulversuch wird der Zusammenhang zwischen einem wissenschaftspropädeutischen Bildungsanspruch und einer entwicklungsbezogenen Sichtweise herausgestellt, die berufliche und gymnasiale Bildung umfassen soll. Blankertz führt aus, dass die Wissenschaftspropädeutik als das didaktische Leitziel der Kollegstufe anzusehen sei, dabei ein gesicherter Bestand materialer Bildungsinhalte jedoch nicht gegeben sei, so dass die Entwicklung von pädagogisch begründeten „Haltungen, Einstellungen und Fähigkeiten“ an unterschiedlichen Inhalten erfolgen könne (1977, 183). Verfolgt wird diese Zielsetzung in einer subjektbezogenen Sichtweise mit so genannten Entwicklungsaufgaben, worunter Blankertz Aufgaben versteht, „denen sich der Schüler im Prozeß seines Bildungsgangs gegenüber sieht und die er als Aufgaben seiner eigenen Entwicklung zu strukturieren versucht“ (1986, 657).

Weiter ausgestaltet wird das Konstrukt „Entwicklungsaufgabe“ in den 1980er Jahren durch Gruschka.<sup>1</sup> Gruschka sieht in der Entwicklungsaufgabe ein Instrument zur Vorbereitung von Lernenden im Übergang vom Jugend- zum Erwachsenenalter auf die berufliche Laufbahn und zur Auseinandersetzung mit kulturellen und sozialen Wechselbeziehungen. Das Konzept der Entwicklungsaufgabe steht in engem Zusammenhang mit der Zielsetzung der Kompetenzentwicklung und wird von Gruschka in einem bildungstheoretischen Zusammenhang diskutiert (1985, 46 f.). Inhaltlich bearbeitet hat Gruschka die Umsetzung in die Erzieherausbildung, hier definiert er vier unterschiedliche Formen von Entwicklungsaufgaben mit jeweils spezifischer Ausprägung.

Dabei betont Gruschka den Prozesscharakter der Kompetenzentwicklung im Bildungsgang. Die aufgeführten Formen der Entwicklungsaufgaben zeigen hierbei auf, welche Anforderungen im Verlauf einer Ausbildung vollzogen werden müssen, um die Kompetenzen des Erzieherberufs zu erwerben. Darüber hinaus umfassen Entwicklungsaufgaben auch Strategien des Lernens; durch die Bewältigung von beruflichen Problemen und Anforderungen wird eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung gewährleistet. Zusätzlich kommt ihnen die Funktion der Kompetenzevaluation zu, da mit entwicklungsbezogenen Aufgabenstellungen sowohl die berufliche Leistungsfähigkeit des Lernenden als auch sein jeweiliger Entwicklungsstand und die bei der Problemlösung verfolgten Lösungsstrategien erfasst werden können (ebd., 81 ff.).

### Entwicklungsaufgaben

Vier Aspekte beruflichen und wissenschaftspropädeutischen Lernens, betreffend

1. das Konzept der *zukünftigen Berufsrolle*,
2. das Konzept der *pädagogischen Fremdwahrnehmung*,
3. das Konzept *pädagogisch-praktischen Handelns* und
4. den Entwurf eines *eigenen Modells der Professionalisierung*

(Gruschka unter Bezugnahme auf Erzieherausbildung, 1985, 122 ff.).

<sup>1</sup> Gruschka greift auf frühe Arbeiten von Havighurst (1948) mit dem Konzept der „Developmental Tasks“ zurück, das seit den 1950er Jahren die Ausrichtung der psychologischen und pädagogischen Diskussion nachhaltig geprägt hat.

Für die vorliegende Fragestellung sind insbesondere der erste und der vierte Aspekt (vgl. Kasten „Entwicklungsaufgaben“) beachtenswert: Aufgaben müssen demnach eine Antizipation der zukünftigen Berufsrolle ermöglichen und die Vorstellung eines eigenen Professionalisierungswegs entwickeln.

### 3. „Situating Learning“ in der internationalen Diskussion

In der internationalen Diskussion sind im amerikanischen Raum unterschiedliche Ansätze bekannt geworden, die unter der Bezeichnung „Situating Learning“ pädagogische Vorstellungen verfolgen, die der deutschen Diskussion zum Situationsprinzip ähnlich sind. Häufig werden in diesem Kontext drei Ansätze – im Folgenden nach Mandl/Reinmann 2006, 630 ff. – rezipiert:

1. Die „*Cognitive Flexibility*“-Theorie geht davon aus, dass multiple Perspektiven und Kontexte in den Lernprozess einfließen und überzogene Vereinfachungen vermieden werden sollen, um die Komplexität realer Lebenswelten erfahrbar zu machen.
2. Der „*Cognitive Apprenticeship*“-Ansatz wird in der Literatur häufig als eine Orientierung am Prinzip der Handwerkslehre beschrieben. Die Lernenden durchlaufen sechs Phasen, deren Ausgangspunkt authentische Situationen bilden und in denen sie durch einen Experten begleitet werden. Grundlegend orientiert sich der Lernprozess an einem Expertenideal; kognitive Strategien, Vorgehensweisen und Entscheidungsprozesse des Experten, die explizit transparent gemacht werden, bilden den Ausgangspunkt für den eigenen Lernprozess.
3. Der „*Anchored Instruction*“-Ansatz wiederum bildet als Ausgangspunkt des Lernprozesses authentische Situationen über so genannte narrative Anker ab. Die amerikanische Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) hat für die allgemeine Schulbildung vielfache Beispiele entwickelt, in denen der Ausgangspunkt für die Problemlösung stets eine Erzählung bildet, in denen eine Person authentische und problembehaftete Situationen beschreibt. Die CTGV verwendet hierfür charakteristische Filmsequenzen, in denen ein realer Handlungsablauf und eine authentische Problemsituation durch eine Kunstfigur als erlebtes Abenteuer erzählend dargestellt werden. Im Unterricht folgt häufig eine instruktionale Phase, in der den Lernenden ergänzende Informationen für ihren Problemlösungsprozess bereitgestellt werden. Im naturwissenschaftlichen Bereich wurde die Arbeit der CTGV fortgesetzt durch die Serie „*Scientist in Action*“.

## „Situating Learning“

Drei Grundkonzeptionen:

- „Cognitive Flexibility“-Theorie
- „Cognitive Apprenticeship“-Ansatz
- „Anchored Instruction“-Ansatz

## „Narrative Anker“

Als „narrative Anker“ werden zumeist Videos vorgeführt, in denen „spannende“ Geschichten mit realistischen Problemen erzählt werden, die für die Problemlösung erforderlichen Informationen enthalten. Lernende müssen

- Probleme eigenständig identifizieren,
- geeignete Operationen auswählen,
- eigenständig miteinander in Beziehung setzen,
- eine Problemlösung erarbeiten und
- diese präsentieren.

(Borsch et al. 2014, 146)

Aus dieser erziehungswissenschaftlichen Diskussion wird deutlich, dass eine einheitliche Konzeption situierten Lernens nicht existiert. Dennoch lassen sich Gemeinsamkeiten aufzeigen, die für die Gestaltung von Lehr-Lern-Prozessen bedeutsam sind:

- komplexe und authentische Situationen bilden den Ausgangspunkt des Lernprozesses;
- generell wird von einer multiperspektivischen Betrachtung ausgegangen, die bloße Reduktion auf nur eine Perspektive wird grundsätzlich abgelehnt;
- der Lebensweltbezug wird auf unterschiedliche Weise hergestellt, am bekanntesten ist die Verwendung so genannter „narrativer Anker“ im Anchored Instruction-Ansatz, mit denen Beziehungen des Lernenden zum zu bearbeitenden Problemkomplex hergestellt werden;
- einbezogen werden generell soziale Kontexte durch die Vermeidung der Vereinzelung in Lernprozessen und durch die Thematisierung kultureller Hintergründe;
- instruktionale Phasen sind in den Lernprozess ebenso eingebunden wie eine Mitwirkung von Experten etwa in der Ausbilder- und Lehrerrolle, wobei diese Rollenwahrnehmung in den einzelnen Konzepten z. T. sehr unterschiedlich ist.

Zusammengefasst kann in Anlehnung an Mandl et al. 2004, 27 folgendes Grundverständnis für situierte Lernprozesse festgehalten werden: Lernen wird begriffen als Wechselbeziehung in Form eines Ausbalancierens zwischen

- Konstruktion in Form eines aktiven, selbstgesteuerten, konstruktiven, situativen und sozialen Prozesses, in dem der Lernende eine vorrangig aktive Position einnimmt, und
- Instruktion mit einer aktiven oder reaktiven Position des Lehrenden im Sinne von anregen, unterstützen, beraten, anliegen, darbieten und erklären.

Im Sinne der vorliegenden Fragestellung ist weiterhin auf den Aspekt der Authentizität und Situiertheit hinzuweisen, indem das ingenieurwissenschaftliche Denken und Handeln im zentralen Fokus des Bildungsgangkonzepts steht. Im situierten Lernen kann diesem Aspekt etwa dadurch Rechnung getragen werden, dass Situationen aus der späteren Berufsausübung eine Ankerfunktion übernehmen, in Anlehnung an den Anchored Instruction-Ansatz beispielsweise über narrative Anker, die entsprechend der Altersentwicklung der Lernenden und der beruflichen Bildung eigenen Lernkultur nicht notwendigerweise in Videosequenzen bestehen müssen, sondern auch durch sprachliche Beschreibungen repräsentiert sein können. Entsprechende Situationen können in situierten

## Gestaltungsmerkmale situierten Lernens

- Authentizität und Situiertheit
- instruktionale Anleitung und Unterstützung
- multiple Kontexte und Perspektiven
- komplexe Ausgangsprobleme
- Artikulation und Reflexion
- sozialer Kontext

(nach Gerstenmaier und Mandl, siehe Bünning und Faustin 2014, 50 f.)

Lernaufgaben jedoch eine Schlüsselfunktion für die Heranführung an ingenieurwissenschaftliches Handeln übernehmen.

## 4. Das Konzept „Lernsituationen“ im deutschen Berufsbildungssystem

Für die berufliche Bildung kann festgehalten werden, dass im deutschen Sprach- und Kulturraum ein spezifischer Zugang zu situierten Lernkonzeptionen entwickelt und inzwischen über alle Bildungsgänge spezifisch aufgegriffen worden ist. Eine erste Orientierung geben einschlägige Handreichungen und Beschlüsse der Kultusministerkonferenz, beginnend mit der Handreichung über die Rahmenlehrplanarbeit für die Berufsschule im Jahr 1996 (in der aktuellen Fassung KMK 2011). Deren Ausführungen betreffen u. a.

- die Zielsetzung der Bildungsarbeit mit Schlagworten wie Erwerb berufsbezogener und berufsübergreifender Kompetenzen, Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft sowie soziale, ökonomische und ökologische Verantwortung,
- die Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz in fachlicher, personaler und sozialer Ausprägung,
- die Orientierung an einer handlungsorientierten Didaktik und Methodik sowie
- die Organisation von Lehr-Lernprozessen in handlungsorientierten Lernsituationen, die curricular in Lernfelder mit Bezug auf arbeits- und geschäftsprozessorientierte Handlungsfelder des jeweiligen Ausbildungsberufs eingebunden sind.

Zentral sind die Kompetenzorientierung der gesamten Bildungsarbeit und ein Wechsel der inhaltlichen Fokussierung von Strukturen der jeweiligen Fachdisziplinen auf zusammenhängende Aufgaben aus dem Bereich der Berufsausübung. In diesen Aufgaben sollen unterschiedliche disziplinäre Perspektiven einfließen, um einen ganzheitlichen Blick auf die berufliche Realität mit einer Wechselbeziehung bspw. von technischen, ökonomischen, ökologischen, juristischen oder sozialen Aspekten sicher zu stellen. Die KMK-Handreichung von 2011 (S. 31) benennt Lernsituationen als charakteristische Lerneinheiten, in denen die Lernfelder der Rahmenlehrpläne konkretisiert werden, und stellt diese in den Kontext von Handlungskompetenz in verschiedenen Kompetenzdimensionen.

### Lernsituationen...

„... orientieren sich (...) am Erwerb umfassender Handlungskompetenz und unterstützen die Entwicklung möglichst aller Kompetenzdimensionen“  
(KMK 2011, 31)

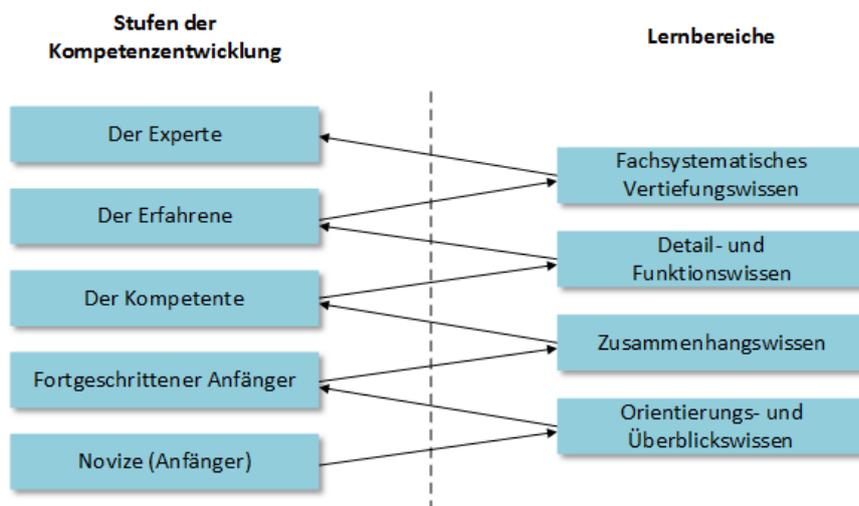


Abb. 2: Stufen der Kompetenzentwicklung, zugehörige Lernbereiche und Wissensarten (vgl. z. B. Rauner 2002)

Damit steht die berufliche Bildungsarbeit in der Tradition der pädagogischen Diskussion beginnend mit Heinrich Roth Anfang der 1970er Jahre und der Arbeit des Deutschen Bildungsrats. Für die Gestaltung von Bildungsprozessen ist die Frage der Kompetenzentwicklung zentral. In der Literatur wird als Erklärungsmodell häufig das Novizen-Experten-Paradigma von Dreyfus & Dreyfus herangezogen, mit dem verschiedene Stufen der Entwicklung von Expertise charakterisiert werden. Der Lehrplangentwurf des Landes Sachsen-Anhalt ordnet unterschiedlichen Stufen der Kompetenzentwicklung dabei Lernbereiche zu, für die verschiedene Wissensarten charakteristisch sind (Abb. 2).

Zentral ist dabei als inhaltliche Ausrichtung der beruflichen Bildung die Adressierung unterschiedlicher Kompetenzdimensionen, wie dieses in der zitierten KMK-Handreichung gefordert wird. Im Bereich der Kompetenzmessung ist diese Grundüberlegung bereits mit dem Konzept der „Multiplen Kompetenz“ (Rauner 2011) und deren Differenzierung in Wissensdimensionen – deklaratives Wissen, prozedurales Wissen und Meta-Wissen – aufgegriffen worden. Rauner (ebd., 10) hat hierauf folgend die Differenzierung von

- handlungsleitendem,
- handlungserklärendem und
- handlungsreflektierendem Wissen

vorgeschlagen. Man kann aus heutiger Sicht feststellen, dass die Orientierung an der Leitidee der Kompetenzentwicklung bis auf wenige Ausnahmen in der beruflichen Bildung anerkannt und insgesamt in diesem Bildungssegment in ganzer Breite umgesetzt ist.

## Wissensdimensionen

Je nach Kompetenzstufe Unterscheidung von

- handlungsleitendem,
- handlungserklärendem und
- handlungsreflektierendem Wissen

(Rauner 2011)

## 5. Zum Kompetenzbegriff im Beruflichen Gymnasium

Generell besitzt der Kompetenzbegriff auch in der gymnasialen Bildung eine große Bedeutung. In den einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Abitur (EPA) ist der Begriff der Kompetenz ebenso aufgeführt wie eine Differenzierung nach Sach-, Sozial- und Selbstkompetenz, wobei hier das Konstrukt der Methodenkompetenz gleichberechtigt hinzu kommt (2006, 5 ff.). Hierbei unterscheiden die EPA (ebd., 10 ff.) die einzelnen Kompetenzen nach den Anforderungsbereichen

- Reproduktion einfacher Sachverhalte und Fachmethoden (Anforderungsbereich I),
- Reorganisation und Übertragen komplexerer Fachmethoden, situationsgerechte Anwendung technischer Kommunikation, die Problemlösung entsprechend allgemeiner Regeln der Technik sowie der Wiedergabe von Bewertungsansätzen (Anforderungsbereich II) sowie
- Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Methoden, Herstellen von Bezügen und Bewerten von Sachverhalten unter situationsgerechter Anwendung technischer Kommunikationsformen in einer problembezogenen Fokussierung (Anforderungsbereich III).

Auch hier werden hinsichtlich der Kompetenzentwicklung unterschiedliche Anforderungsbereiche im Sinne von Niveaustufen unterschieden, die in Lernprozessen angestrebt und in Bewertungsprozessen festgestellt werden.

Es ist daher folgerichtig, wenn sich die Ausgestaltung des Profulfachs „Ingenieurwissenschaften“ im Beruflichen Gymnasium am Kompetenzkonstrukt orientiert. Der Lehrplan zur Erprobung des Landes Sachsen-Anhalt für das Profulfach „Ingenieurwissenschaften“ fordert explizit die Kompetenzentwicklung in den Dimensionen Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz mit besonderer Betonung von kommunikativer Kompetenz sowie Methoden- und Lernkompetenz (2013, 7), wobei eine auf die Domäne Ingenieurwissenschaften bezogene Differenzierung von Fach- und Methodenkompetenz für jeden Schuljahrgang erfolgt ist (ebd., 15 ff.). Dabei wird in einer entwicklungsbezogenen Perspektive davon ausgegangen, dass im Profulfach Ingenieurwissenschaften in aufeinander aufbauenden Kompetenzstufen Wissen unterschiedlicher Komplexität adressiert und gefördert wird, beginnend vom

- Orientierungs- und Überblickswissen (handlungsleitendes Wissen, „know that“) über das
- Gestaltungswissen (handlungserklärendes Wissen, „know how“) bis zum

### Anforderungsbereiche

der „Einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Abitur“ (EPA):

- Reproduktion einfacher Sachverhalte und Methoden
- Reorganisation und Übertragung
- Bewertung, situationsgerechte Anwendung, problembezogene Fokussierung

(KMK 1989/2006, 10 ff.)

- Beurteilungs- und Reflexionswissen (handlungsreflektierendes Wissen, „know why“).

Die curricularen Skizzen des Landes NRW orientieren sich an ingenieurwissenschaftlichen Arbeits- und Handlungsmustern und konkretisieren diese in so genannten Kompetenzfeldern, die in den Kurshalbjahren kompetenzorientiert konkretisiert werden (Abb. 3).

Darüber hinaus ist zu bedenken, dass Aufgabensysteme sich ebenfalls an den Prinzipien der Wissenschaftspropädeutik orientieren müssen. Im Sinne der KMK-Definition sollen Lernaufgaben die Kenntnis und Anwendung wissenschaftlicher Strukturen und Methoden, die Einsicht in das Zusammenwirken und der Grenzen von Wissenschaften sowie das Verstehen wissenschaftstheoretischer Fragestellungen fördern und die Fähigkeit entwickeln, theoretische Erkenntnisse sprachlich zu verdeutlichen und anzuwenden (KMK 1972/1988, 4 f.).

## 6. Lernaufgabensystem im Profulfach Ingenieurwissenschaften

Setzt man diese Vorstellung für die Konzeption von Lernaufgaben ein, die berufliche Situationen repräsentieren, so folgt daraus, dass Lernaufgaben strukturell

- unterschiedliche Stadien der Kompetenzentwicklung durch die Adressierung verschiedener Wissensarten berücksichtigen,
- mehrere Kompetenzdimensionen ansprechen und
- auf Handlungssituationen verweisen, die für das berufliche Handeln „der Ingenieure“ charakteristisch sind und einen Einblick in deren berufliche Handlungsfelder ermöglichen.

Kompetenzfelder	
„...dienen als Gliederungsmerkmal zur Strukturierung der Inhalte dieses neu konzipierten Faches; sie erklären und systematisieren ingenieurwissenschaftliche Arbeitsprozesse ...“	
> Zielsetzung	> Qualitätssicherung
> Planung	> Kommunikation und Dokumentation
> Werkstoffauswahl	> Modellbildung
> Dimensionierung	> Wirtschaftlichkeit
> Herstellung	> Sicherheit und Gesundheitsschutz
> Folgenabschätzung	

Abb. 3: Kompetenzfelder als Strukturierungsmerkmal für die Inhalte des Profulfachs Ingenieurwissenschaften (MSW 2015, 4 sowie 10 ff.)

Inhaltlich konstituieren sich die im Bildungsgang angestrebten Kompetenzen aus ingenieurwissenschaftlichen Handlungsfeldern. Die inhaltliche Ausgestaltung erfolgt im Lehrplanentwurf des Landes Sachsen-

## Kompetenzfelder...

- bilden „Schnittstellen“ ingenieurwissenschaftlichen Planens und Handelns
- erklären und systematisieren ingenieurwissenschaftliche Arbeitsprozesse
- dienen als Gliederungsmerkmal zur Strukturierung der Inhalte

(MSW 2015, 4)

Anhalt mit Aufgaben zur Analyse, Rekonstruktion und Dokumentation technischer Systeme über die Gestaltung der Technik bis zu deren Optimierung und Bewertung unter Einbeziehung sozialer, ökonomischer und ökologischer Wechselwirkungen (vgl. Jenewein 2016, 25).

Weiterhin spezifisch ist die Orientierung an so genannten Kompetenzfeldern, diese spiegeln sowohl die fachspezifischen Anforderungen der Ingenieurwissenschaften als auch charakteristische Situationen ingenieurwissenschaftlichen Handelns. So definieren die curricularen Skizzen NRW 11 Kompetenzfelder, der Lehrplan für Sachsen-Anhalt weist zwei erkenntnisorientierte und sechs handlungsorientierte Kompetenzfelder aus. Bezüge zu beruflichen Handlungssituationen und zu den jeweils angestrebten Kompetenzen werden in den Curricula über Lernaufgaben vermittelt.

## 7. Gestaltung situierter Lernaufgaben im Beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften

Die Herausbildung eines Lernaufgabensystems muss verschiedene Grundsätze beachten. Für das Profilfach Ingenieurwissenschaften folgt aus den vorstehenden Ausführungen, dass die Bildungsarbeit im Rahmen situierter Lernaufgaben

- eine der Entwicklungsstufe im Bildungsgang angemessene Kompetenzstufe fokussiert,
- eine den EPA-Anforderungen adäquate Niveaustufendifferenzierung ermöglicht,
- die Prinzipien wissenschaftspropädeutischen Arbeitens mit besonderem Bezug auf die Ingenieurwissenschaften berücksichtigt,
- Schüler/-innen an eine zukünftige Berufsrolle im Bereich der Ingenieurwissenschaften heranführt und dabei die Entwicklung einer Vorstellung der eigenen Professionalisierung ermöglicht und
- eine Vorstellung des beruflichen Handelns im Bereich der Ingenieurwissenschaften entwickelt, das sich fachspezifischer Methoden bedient und auf eine diesbezügliche Sach- und Methodenkompetenz zurückgreift.<sup>2</sup>

Zudem haben Ansätze des „Situating Learning“ aufgezeigt:

## Entwicklungsmethodisches Vorgehen

### Prinzipien

#### 1. Lebensweltbezug

*Methode:* z. B. Szenarienbeschreibung mit Anbindung an den Erfahrungshintergrund der Lernenden

#### 2. Antizipation zukünftiger Berufsrolle

*Methode:* z. B. Problemexploration und -erklärung aus Sicht eines Ingenieurs („narrativer Anker“)

#### 3. Eigene Professionalisierung

*Methode:* z. B. Selbstständige Informationsgewinnung durch Literatur- und Internetrecherchen sowie durch Arbeit mit ingenieurwissenschaftlichen Texten

<sup>2</sup> Ein wichtiger Aspekt situierter Lernaufgaben betrifft die eigene Kompetenzwahrnehmung. Köller berichtet über eine Studie im Fach Psychologie, nach der „voruniversitäres Wissen bzw. voruniversitäre Kompetenzen (...) eine erhebliche Vorhersagekraft für Studienleistungen haben“, die deutlich ausgeprägter ist als die der Abiturdurchschnittsnote (2016, S. 39). Die Orientierung junger Menschen auf ein ingenieurwissenschaftliches Studium ist erfolgreich möglich, wenn eigene Kompetenz auch positiv wahrgenommen wird. Daher kommt der eigenen Kompetenzwahrnehmung im Rahmen situierter Lernaufgaben eine hohe Bedeutung bei der Berufswahl zu.

- Authentizität und Situiertheit sind durch Lernaufgaben zu sichern, in denen der Bezug zum ingenieurwissenschaftlichen Handeln durch Ankerbeispiele, die in der Vorstellung der Lernenden das berufliche Handeln von Ingenieuren repräsentieren, hergestellt wird. Hierzu könnte der Einsatz so genannter „narrativer Anker“, i. d. R. an konkrete oder fiktive Personen gebundene Erzählungen über beruflich relevante Situationen und Herausforderungen, einen geeigneten Ansatz bieten.
- Die gewählten Aufgabenstellungen repräsentieren grundsätzlich multiple Kontexte und Perspektiven, soziale Kontexte sind in die Aufgabenstellung ebenso eingebunden wie in den Lösungsprozess.
- Anforderungen an die Artikulation fachlicher Sachverhalte und deren Reflexion werden in jeder Aufgabe adressiert.
- Situative Lernaufgaben repräsentieren komplexe Ausgangsprobleme und vermeiden die Reduktion auf fachliche Einzelaspekte, die einen unmittelbaren Bezug zum ingenieurwissenschaftlichen Handeln verstellen.
- Die unterrichtliche Umsetzung von Lernaufgaben sollte monomethodische Zugänge möglichst vermeiden. Aufgabenstellung und Bearbeitungsschritte enthalten den Wechsel aus selbstständiger Problembearbeitung und instruktionalen Phasen, in denen Schüler/-innen bei ihren Problemlösungsprozessen unterstützt werden.

Situierte Lernaufgaben sollen diesen Kriterien gerecht werden. **Gestaltungsprinzipien** für situierte Lernaufgaben beziehen sich auf

1. die Einordnung der Aufgabe in charakteristische Stufen der Kompetenzentwicklung durch Erarbeitung von handlungsleitendem, handlungserklärendem oder handlungsreflektierendem *Wissen*
2. die Einordnung von Aufgabenstellung und zu erwartendem Lösungsraum in die *Niveaustufen* der EPA
3. die jeweiligen Kursinhalte der adressierten *Kompetenzfelder* des Curriculums Ingenieurwissenschaften
4. die *situative Einordnung* der Aufgabe durch
  - i. Lebensweltbezug: Herausstellung der Gegenwartsbedeutung für die Schülerinnen und Schüler (etwa im Sinne didaktischer Analyse)
  - ii. die Herausbildung eigener Vorstellungen von ingenieurwissenschaftlichem Handeln

- iii. die Entwicklung einer eigenen Professionalisierungsvorstellung bspw. durch die Möglichkeit, eigene Kompetenz in Bezug auf ingenieurwissenschaftliche Aufgaben zu entwickeln und diese auch wahrzunehmen

## 8. Literatur

Borsch, F. & Moskaliuk, J. (2014). Anchored instruction. In: Wirtz, M. A. (Hrsg.): Dorsch – Lexikon der Psychologie, Bern: Huber, 146

Bünning, F. & Faustin, K. (2014): Situiertes Lernen im Technikunterricht – Entwicklung von Lernumgebungen für einen innovativen Technikunterricht. VDI-Landesverband Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Schriftenreihe Technische Bildung 3. Magdeburg: Mitteldeutscher Wissenschaftsverlag

Havighurst, Robert J. (1948): Developmental tasks and education. Chicago, IL, US: University of Chicago Press Developmental tasks and education

Gruschka, A. (1985): Wie Schüler Erzieher werden. Studie zur Kompetenzentwicklung und fachlichen Identitätsbildung in einem doppeltqualifizierenden Bildungsgang des Kollegschulversuchs NW. Wetzlar: Büchse der Pandora

Jenewein, Klaus (2016): Ingenieurwissenschaften. Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und curriculare Umsetzung am Beispiel der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt. Magdeburg: Universität (BBP-Arbeitsbericht Nr. 90)

KMK (1972/1988): Empfehlungen zur Arbeit in der gymnasialen Oberstufe (...). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7.7.1972 i.d.F. vom 11.4.1988

KMK (1989/2006): Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Technik. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 16.11.2006

KMK (2011): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe vom 23.09.2011

KMK (2015): Rahmenvereinbarung über die Berufsschule. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.03.2015

Köller, O. (2016): Alternative Wege zur Hochschulreife. In: Leucht, M., Kampe, N. & Köller, O. (Hrsg.): Fachleistungen beim Abitur. Vergleich allgemeinbildender und beruflicher Gymnasien in Schleswig-Holstein. Münster/New York: Waxmann, 33-52

Lipsmeier, A. (2000): Lernfeldorientierung im Kontext curricularer Besitzstände. In: Bader, R./Sloane, P. F. E. (Hrsg.): Lernen in Lernfeldern. Theoretische Analysen und Gestaltungsansätze zum Lernfeldkonzept. Markt Schwaben, 181-204

Mandl, H., Kopp, B. & Dvorak, S. (2004): Aktuelle theoretische Ansätze und empirische Befunde im Bereich der Lehr-Lern-Forschung – Schwerpunkt Erwachsenenbildung. Bonn: Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, [http://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-2004/mandl04\\_01.pdf](http://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-2004/mandl04_01.pdf) (20.09.2016)

Mandl, H. & Reinmann, G. (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, Weidenmann & Bernd (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz, 613-658

Kultusministerium Sachsen-Anhalt (2013): Fachgymnasium Technik – Profulfach Ingenieurwissenschaften. Lehrplan zur Erprobung in den Schuljahren 2013/14 bis 2015/16. Magdeburg

MSW (2015): Curriculare Skizzen zur Erprobung im Schulversuch Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften für das Profil bildende Leistungskursfach Ingenieurwissenschaften vom 22.06.2015. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen

Rauner, F. (2002): Berufliche Kompetenzentwicklung – vom Novizen zum Experten. In: Dehnbostel, P. et al. (Hrsg., 2002): Vernetzte Kompetenzentwicklung. Alternative Positionen zur Weiterbildung. Berlin: edition sigma, 111-132

Rauner, Felix (2011): Barrieren zwischen akademischer und beruflicher Bildung – und wie sie überwunden werden können. In: Thomas Bahls/Heike Hinrichs (Hg.): bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011: WS 28 Hochschulzugang. URL: [http://www.bwpat.de/ht2011/ws28/rauner\\_ws28-ht2011.pdf](http://www.bwpat.de/ht2011/ws28/rauner_ws28-ht2011.pdf) (30.11.2016)

Reetz, L. (1984): Wirtschaftsdidaktik – Eine Einführung in die Theorie und Praxis wirtschaftsberuflicher Curriculumentwicklung und Unterrichtsgestaltung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt

Trautwein, U. & Lüdtke, O. (2004): Aspekte von Wissenschaftspropädeutik und Studierfähigkeit. In: Köller, O. et al.: Wege zur Hochschulreife in Baden-Württemberg. TOSCA – Eine Untersuchung an allgemein bildenden und beruflichen Gymnasien. Opladen: Leske+Budrich, 327-366

Weinert, F. (2001): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz

## II Beispiel einer situierten Lernaufgabe: „Umbau und Erweiterung eines Gartenhauses“ (Schuljahrgang bzw. Jahrgangsstufe 11)<sup>1</sup>

### 1. Aufgabenstellung

Für die Feier eines 18ten Geburtstages soll der alte Holzschuppen in Ihrem Garten umgebaut werden. Dazu sind Arbeiten an den Außenwänden und am maroden Steildach notwendig, so dass die Terrasse einen Sonnenschutz erhalten kann. Für den Betrieb einer kleinen Partyküche müssen die elektrischen Anschlüsse und Leitungen geplant und verlegt werden.

In Ihrem Stadtteil besitzt Dieter Groß, Vater Ihres Freundes - ein Dipl.-Ing. Architekt mit Schwerpunkt Hochbau - ein Architekturbüro und ist bereit, Sie bei der Planung des Umbaus zu unterstützen.



Abbildung 1: Gartenhaus<sup>2</sup>

### 1 Das neue Dach des Gartenhauses

Da das alte Gartenhaus sehr baufällig ist, macht es für Sie Sinn, es mit einer neuen Dachkonstruktion zu versehen. Zurzeit ist das Gartenhaus mit einem Steildach bebaut.

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung basiert auf einer Vergleichsklausur der Jahrgangsstufe 11/2 – Jahrgang 2015/16, entwickelt durch die Lehrplangruppe NRW

<sup>2</sup> Bildrechte frei gem. Creative Commons CC0 mit freundlicher Genehmigung der Internet-Plattform [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

Die Lernaufgabe beginnt mit dem Aufbau eines **Lebensweltbezugs** für die Schülerinnen und Schüler. Das schafft **Assoziationen** zu eigenen Erfahrungen und führt zu einer **Identifikation** mit der Lernaufgabe.

Die Aufgabenstellungen sind an **Leitpersonen** geknüpft. Es soll eine **Antizipation** zu einer zukünftigen **Berufsrolle** geschaffen werden.

Zudem bilden die einführenden Texte zu den Unterthemen **Ankerbeispiele**, die die berufliche Situation von bestimmten Personen aufzeigen.

Die Aufgabenstellungen sind **handlungsgeleitet** gestellt und führen die Schülerinnen und Schüler durch das erste Thema. Beantwortet werden die Aufgaben **handlungserklärend** und **handlungsreflektierend**.

Herr Groß empfiehlt Ihnen nach einer gemeinsamen Besichtigung, sich erst einmal über die günstigsten Dachformen zu informieren und im Anschluss eine Entscheidung zu treffen, welche Dachform für Ihr Gartenhaus aufgebaut werden soll.

Zudem ergibt die Besichtigung des Innenraums, die Sie zusammen mit Herrn Groß durchgeführt haben, dass statische Ausbesserungen unbedingt erledigt werden müssen, um eine neue Dachkonstruktion tragen zu können. Dazu schrieb Ihnen Herr Groß folgendes auf:

„Für die Dimensionierung der Pfetten auf den Stützen müssen zunächst die Auflagerkräfte der Balken auf den Pfetten bekannt sein. Diese lassen sich wiederum aus den Flächenlasten des Daches berechnen. Die Feldfläche der äußeren Balken ist im Vergleich zu den inneren Balken kleiner, so dass für die Berechnung der Ersatzlasten der Balken die jeweiligen Feldflächen berechnet werden müssen“ (siehe Anhang 1).

Nachdem die neue Dachkonstruktion erfolgreich fertig gestellt werden konnte, widmen Sie sich nun der Wandkonstruktion der Sichtschutzwand, die fachliche Mängel aufweist. Herr Groß hat Ihnen bereits erklärt, dass es zwei Arten des Holzschutzes in der Bautechnik gibt, den chemischen und den konstruktiven Holzschutz. Da Sie ökologisch vorgehen wollen, entscheiden Sie sich, den konstruktiven Holzschutz beizubehalten und auszubessern. Recherchieren Sie die Prinzipien des konstruktiven Holzschutzes und stellen Sie eine Mängelliste mit Verbesserungsvorschlägen für die Sichtschutzwand zusammen.

## 2 Die Befestigung eines Sonnensegels

Sie wünschen sich für die Beschattung Ihrer neuen Terrasse die Anbringung eines Sonnensegels. Ein Freund von Ihnen ist gelernter Metallbauer und arbeitet in der Firma Stahl- und Metallbau West. Er bietet Ihnen an, die Wandbefestigungen für Sie zu fertigen, und führt dazu aus: „Wenn ich die Wandbefestigungen in unserer Firma herstellen soll, benötige ich neben der Fertigungszeichnung zum Einen Vorgaben für die Werkstoffauswahl, zum Anderen einen Bearbeitungsplan, damit ich mir ein Bild von Deinen Vorstellungen machen und nach diesen Vorgaben fertigen kann.“

Nach einiger Rechercharbeit stoßen Sie auf zwei gängige Möglichkeiten, die Sie nun gegeneinander abwägen müssen. Die Wandbefestigungen können entweder aus einem für den Stahlbau üblichen Standard-Stahl (S235JR) oder aus einem nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl (X5CrNi18-10) hergestellt werden. Neben unterschiedlichen Kosten ist jedoch auch zu bedenken, dass beide Werkstoffe unterschiedliche Materialeigenschaften besitzen und möglicherweise für Ihre Anforderungen nicht geeignet sind.

*Die **Aufgabenstellungen** sind so angelegt, dass sie **Platz** für die **eigene Professionalisierung** der Schülerinnen und Schüler lassen. Dies ist möglich bei der Wahl der Dachform sowie bei der Verbesserung der konstruktiven Mängel der Schutzwand.*

*Das zweite Unterthema wechselt im **narrativen Anker**, um den Schülerinnen und Schülern auch den **Bezug zur beruflichen Facharbeit** näher zu bringen.*

Kurzname	Werkstoff-	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Streckgrenze $R_e$ N/mm <sup>2</sup>	$R_{p0,2}$ -Grenze N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung A %
S235JR	1.0038	360	235		26
X5CrNi18-10	1.4301	500		190	45

Abbildung 2: Tabelle der Werkstoffkennwerte

Welche Kräfte treten an den Wandbefestigungen auf? Beschreiben Sie diese und erstellen Sie eine Skizze, aus der die Belastungsart hervorgeht.

Skizzieren Sie den qualitativen Verlauf der Spannungs-Dehnungs-Diagramme der oben aufgeführten Stähle. Bewerten Sie im Anschluss die beiden Werkstoffe hinsichtlich ihrer Eigenschaften für die Verwendung als Wandbefestigung.

Ihr Freund muss in seiner Firma zur Bearbeitung des Werkstoffes S235JR ein Sägeblatt auswählen. Begründen Sie, für welches er sich entscheiden wird.

Welche Vorschubgeschwindigkeiten müssen für beide Werkstoffe für die Bohrungen  $\varnothing$  13 mm eingestellt werden?

### 3 Die elektrische Versorgung des Gartenhauses

Um zukünftig unabhängig in Ihrer Gartenlaube Feiern ausrichten zu können, planen Sie eine kleine Küchenzeile zur Modernisierung Ihres Gartenhauses.

Ihr Vater, der als Elektriker tätig ist, verspricht Ihnen, sich an den Kosten für Ihre Küche zu beteiligen, da das Gartenhaus von der ganzen Familie genutzt werden kann. Im Gegenzug sollen Sie die Planung der einzubauenden Geräte und Sicherheitsmaßnahmen übernehmen.

Hierzu ist eine Reihe von Entscheidungen zu treffen. Zurzeit befindet sich nur eine Warmwassertherme mit einer Leistung von  $P_W = 2,0 \text{ kW}$  im Gartenhaus, da ein Wasseranschluss vorhanden ist. Sie wissen ebenfalls, dass Ihr Vater bereits eine NYM-Mantelleitung  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  aus Kupfer in der Verlegeart A2 verlegt hat. Die Länge der Zuleitung beträgt 22 m. Bitte prüfen Sie zunächst, ob diese Zuleitung für die Warmwassertherme ausreichend dimensioniert ist.

Sie planen nun eine Küchenzeile mit mehreren Verbrauchern (Einbaukülschrank, kleines Zweiplatten-Kochfeld, kleine Geschirrspülmaschine mit 45 cm Einbaubreite) für Ihr Gartenhaus. Stellen Sie dazu eine Liste mit den jeweiligen Verbrauchern zusammen und ermitteln Sie aus deren Datenblättern deren Nennleistung.

Das dritte Unterthema macht wieder einen **Wechsel im narrativen Anker**, um den **Lebensweltbezug** der Schülerinnen und Schüler aus mehreren Perspektiven zu beleuchten.

Die Aufgabenstellung des letzten Unterthemas ist **handlungsgeleitet** gestellt und bietet den Schülerinnen und Schülern einen **Arbeitsraum**, indem sie sich bewegen können.

Für die Versorgung Ihrer Küchenzeile soll eine Zuleitung als NYM-Mantelleitung  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  aus Kupfer neu verlegt werden; innerhalb des Gartenhauses kommt Verlegeart A2 zur Anwendung.

- Entscheiden Sie zunächst, ob diese Leitung für den Anschluss der jetzt vorgesehenen Verbraucher geeignet ist oder ob eine andere Leitungsdimensionierung erforderlich ist.
- Überprüfen Sie abschließend, ob angesichts der Leitungslänge auch bei Inbetriebnahme aller vorgesehenen Verbraucher der Spannungsfall noch den Anforderungen der DIN 18015 entspricht.
- Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung für den Anschluss aller Verbraucher; berücksichtigen Sie hierbei auch die erforderlichen Sicherheitseinrichtungen.

Weiterhin planen Sie für Ihr Gartenhaus drei Lampen. Sie stellen sich vor, dass die beiden Deckenleuchten über einen Serienschalter und die Wandlampe über einen Ausschalter betätigt werden. Ihr Vater benötigt hierfür von Ihnen einen Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung, da er die Installationen der Leuchtmittel für Sie vornehmen möchte

## Anhang 1: „Aufzeichnungen Herr Groß“

Die Lastannahmen für das Dach berücksichtigen u.a. die Annahmen für Massen der Dachbedeckung  $g_d$  und der Schneelast  $s_k$ . Die Gesamtlastannahme für das Dach beträgt somit  $F_s = 1,3 \text{ KN/m}^2$ . Die Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  kann auch vereinfacht zu  $g = 10 \text{ m/s}^2$  angenommen werden.

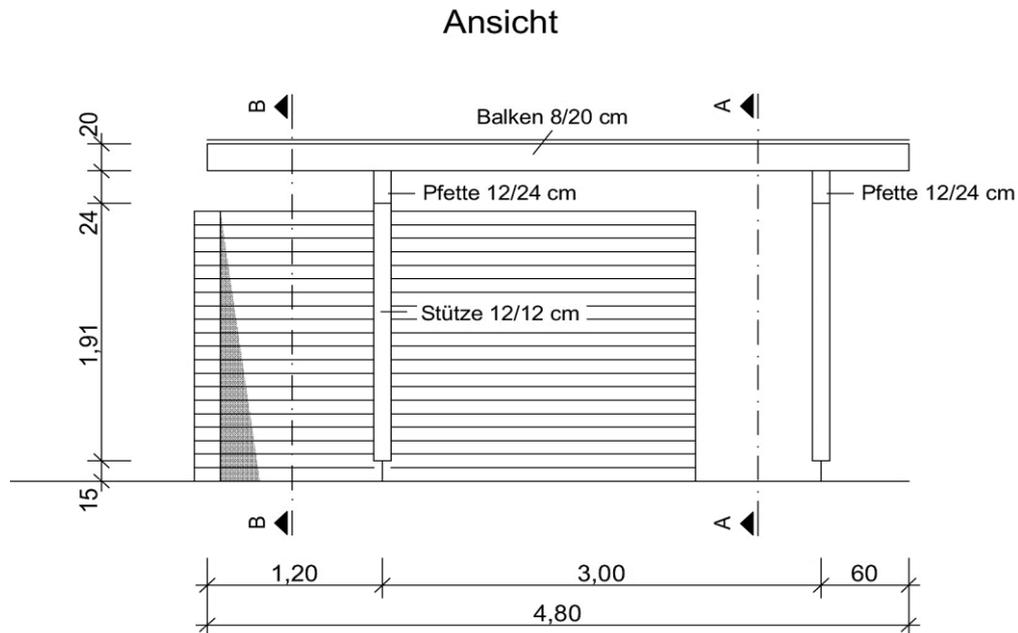


Abbildung 3: Ansicht der geplanten Gartenlaube

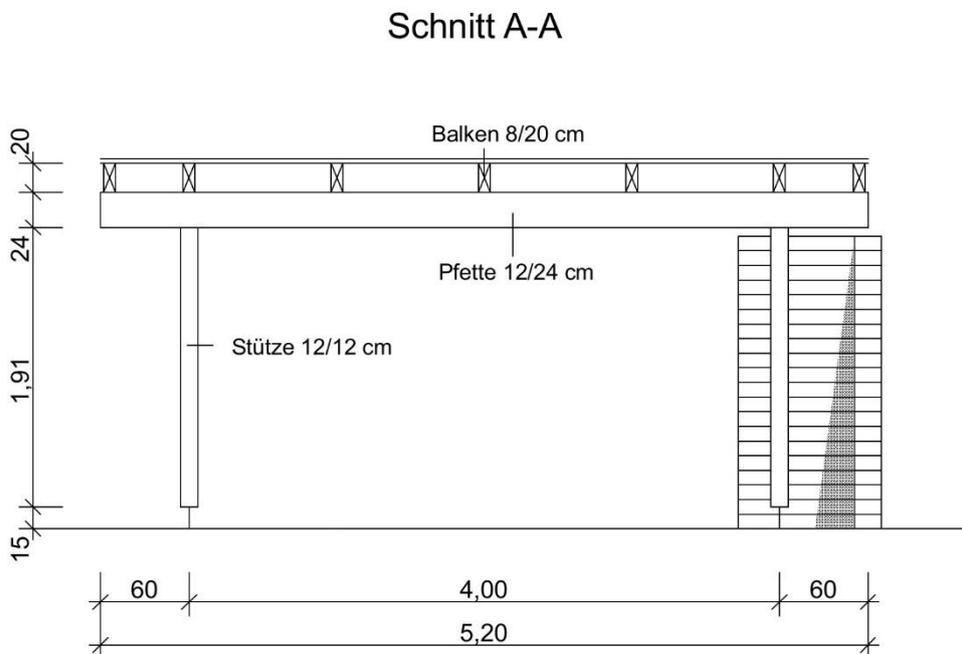


Abbildung 4: Schnitt A – A der geplanten Gartenlaube

In Abbildung 6 ist die Systemskizze der Balken dargestellt. Die Eigenmasse der Balken beträgt  $50 \text{ kg/m}$ .

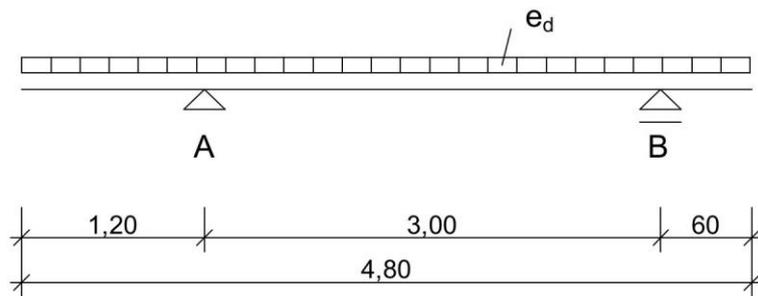


Abbildung 5: Systemskizze der Balken

Berechnen Sie für die jeweiligen Balken in den Positionen außen, teilweise außen und innen die Auflagerkräfte in den Auflagern A und B.

In der Abbildung 3 ist die Systemskizze der Pfetten ohne Ersatzlast aus dem Eigengewicht der Pfette dargestellt. Das Eigengewicht der Pfetten beträgt ebenfalls  $60 \text{ kg/m}$ .

Berechnen Sie die Lasten gemäß unten stehender Skizze.

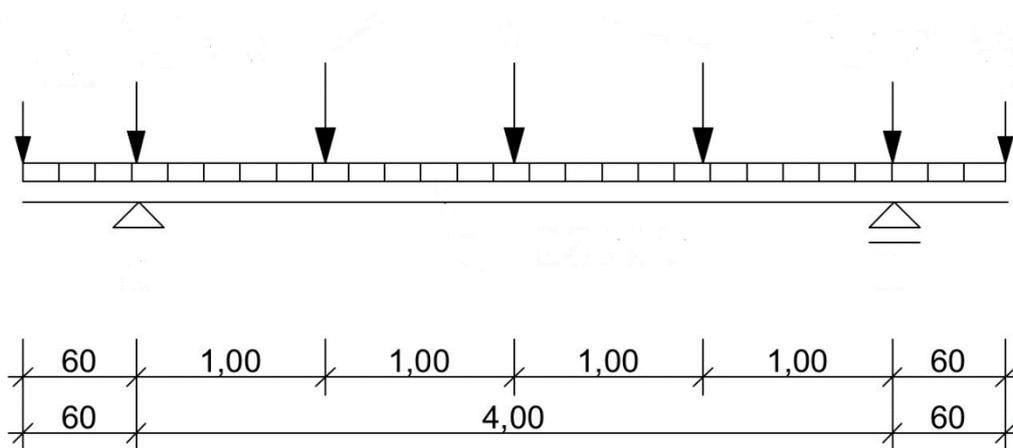


Abbildung 6: Systemskizze der Pfetten

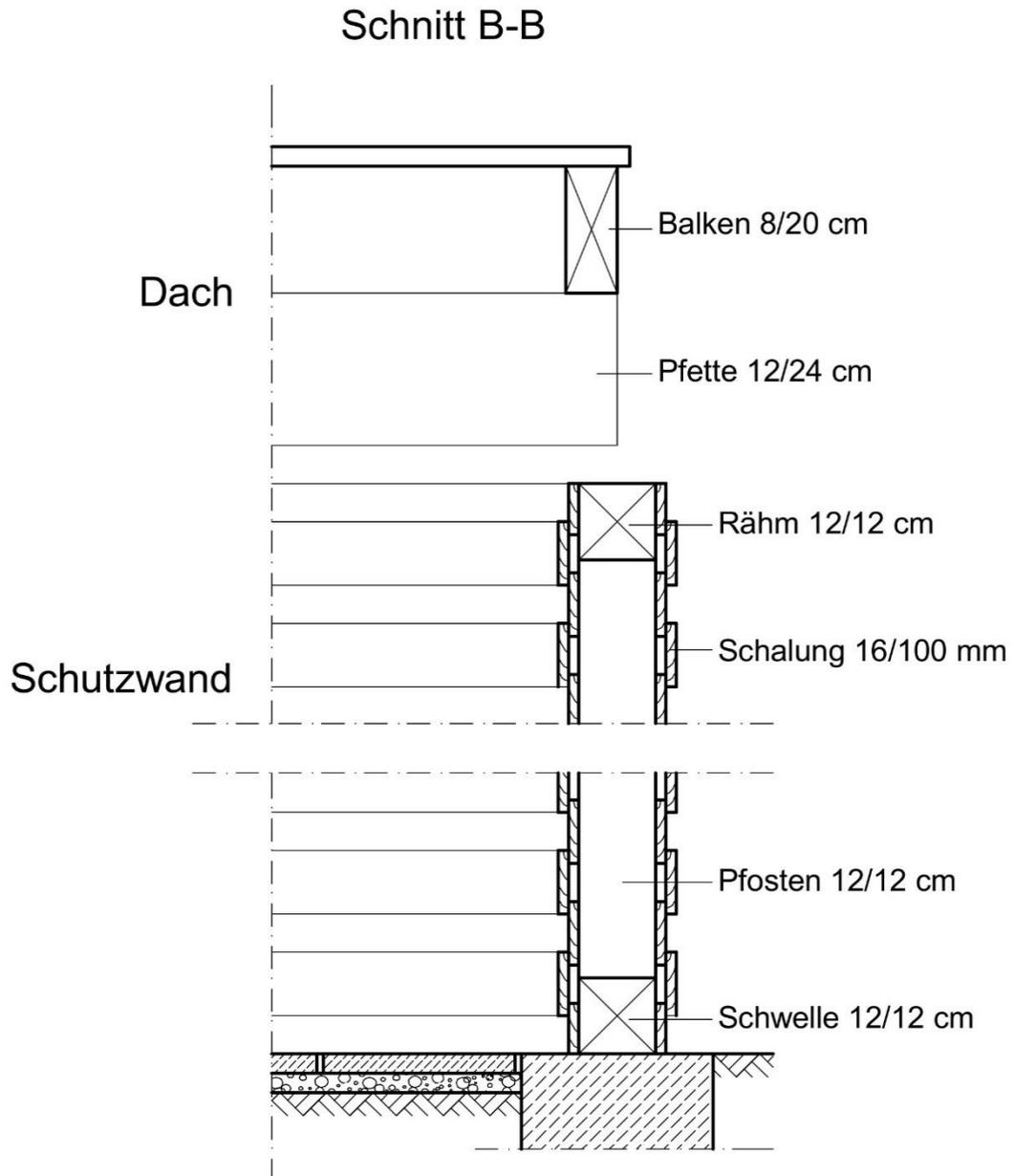
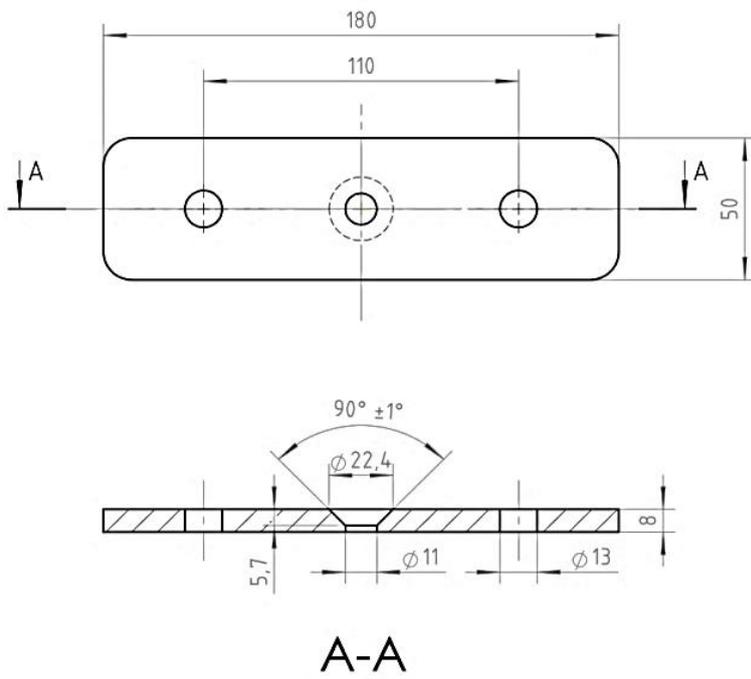
**Anhang 2: Die Windschutzwand**

Abbildung 7: Geplante Schutzwand

### Anhang 3: Das Sonnenschutzsegel



Alle unbemaßten Radien: R10

Abbildung 8: Skizze der Wandbefestigung



### Ermittlung der Auflagerkräfte der Pfetten

Balken Pos. 1:

$$\sum M_B = 0$$

$$-l_3 \cdot (ed_1 + g_B) + l_4 \cdot E_{APf1} = 0$$

$$E_{APos1} = \frac{1,8 \text{ m} \cdot \left( 1872 \text{ N} + 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 9,81 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} \cdot 4,8 \text{ m} \right)}{3 \text{ m}}$$

$$E_{APos1} = 2.535,84 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$l_1 \cdot (ed_1 + g_B) - l_2 \cdot E_{BPf1} = 0$$

$$E_{BPos1} = \frac{1,2 \text{ m} \cdot \left( 1872 \text{ N} + 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 9,81 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} \cdot 4,8 \text{ m} \right)}{3 \text{ m}}$$

$$E_{BPos1} = 1,690 \text{ kN}$$

Eine alternative Methode ist die Anwendung des Kräftegleichgewichtes:

$$\sum F_y = 0$$

Sie führt zu dem gleichen Ergebnis.

Diese Berechnung muss nun für die Balken Pos. 2 und die Balken Pos. 3 durchgeführt werden:

$$E_{APos2} = 4,407 \text{ kN},$$

$$E_{BPos2} = 2,938 \text{ kN}$$

Balken Pos. 2

$$E_{APos3} = 5,156 \text{ kN},$$

$$E_{BPos3} = 3,437 \text{ kN}$$

### *Verbesserung der bestehenden Sichtschutzwand*

#### *Erläuterung des Konstruktionsvorschlags bezüglich des Fußpunkts*

Der Bauherr sieht in seinem Vorschlag vor, dass die Schwelle unmittelbar auf dem gewachsenen Boden liegen soll.

In diesem Fall kann die Bodenfeuchtigkeit ungehindert kapillar in die Schwelle aufsteigen und sie durchfeuchten. Der ständige Wechsel zwischen nass und trocken wird dem Schwellenholz stark zusetzen und die Dauerhaftigkeit um ein hohes Maß herabsetzen.

Abhilfe schaffen Maßnahmen, die geeignet sind, zu verhindern, dass kapillar aufsteigende Feuchtigkeit in die Schwelle aufsteigen kann. Das sind

- eine kapillARBrechende Schicht aus Schotter/Splitt und
- eine Sperrbahn aus Bitumen
- eine erhöhte Anordnung der Schwelle, um eine Belüftung zu gewährleisten.

Der Bodenbereich seitlich der Schwelle ist auf der Terrassenseite mit Gehwegplatten befestigt, auf der anderen Seite befindet sich gewachsener (fester) Boden.

Spritzwasser wird daher außen „ungebremst“ gegen die Schwelle und den unteren Bereich der Schalung spritzen. In Folge wird dieser Bereich nicht nur sehr schnell verschmutzen, sondern auch vermehrt der Feuchtigkeit ausgesetzt sein, was die Dauerhaftigkeit herabsetzen wird.

Wird die Schwelle 30 cm erhöht vom Boden angeordnet, wird die Schwelle nicht nur besser belüftet, sondern auch vor Spritzwasser geschützt.

#### *Erläuterung des Konstruktionsvorschlags bezüglich der Wandbekleidung*

Um ein rasches Abtropfen des Wassers zu gewährleisten, sollte eine Boden-Deckel-Schalung stets vertikal angebracht werden. Auf Tropfkanten, also einem Überstand im unteren Abschluss, muss ebenfalls geachtet werden.

*Erläuterung des Konstruktionsvorschlags bezüglich des oberen Wandabschlusses*

Das Dach ist bezüglich der Sichtschutzwand zurückgesetzt.

Der obere Wandanschluss wäre infolgedessen der Witterung in vollem Umfang ausgesetzt. Die stark saugenden Hirnholzflächen der Pfosten würden nicht nur vermehrt Feuchtigkeit aufnehmen, sondern auch aufgrund der Sonnenstrahlung zu starker Rissbildung neigen, was die Gefährdung durch die Feuchtigkeitssammlung verstärkt.

Ein Dachüberstand, z.B. eine Erweiterung/Verlängerung um ca. 60 cm würde dafür sorgen, dass der obere Wandabschluss weitestgehend vor der Witterung geschützt ist. Zudem sollen diese Maßnahme auch bewirken, dass die Menge des Spritzwassers im Erdbereich verringert wird.

## Aufgabe 2: Die Befestigung des Sonnensegels

*Ablezen der Kennwerte für die beiden Stahlsorten*

S235JR:

$$R_m = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$R_e = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 36 \%$$

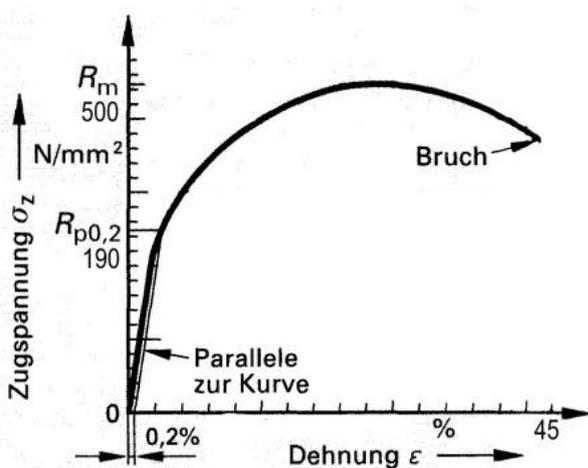
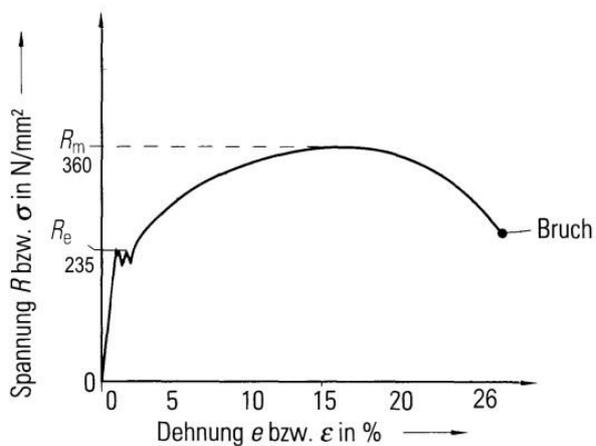
X5CrNi18-10

$$R_m = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{p0.2} = 190 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 45 \%$$

*Zeichnung des Spannungs-Dehnungs-Diagramms mit den aus der Tabelle ermittelten Werten*



### *Auswahl eines Sägeblatts für den Werkstoff S235JR*

Auswahl des Sägeblatts mittel mit 22 Zähnen je Inch.

Die Begründung für die Wahl:

Der Werkstoff S235JR ist weder besonders weich noch besonders hart.

Es wird nicht so viel Material zerspant. Das bedeutet, dass die Zahnzwischenräume groß genug sind, um die anfallenden Späne aufzunehmen.

Es sind genügend Zähne / Keile im Einsatz. Das bedeutet, dass die Belastung für die Zähne und der Verschleiß des Sägeblattes nicht zu hoch sind.

Alternative:

Auswahl des Sägeblatts fein mit 32 Zähnen je Inch.

Die Begründung für die Wahl:

Der Werkstoff S235JR ist weder besonders weich noch besonders hart.

Das Werkstück wird beim Sägen hochkant eingespannt. Die Schnittfuge ist hierdurch sehr kurz (8 mm).

Durch die sehr kurze Schnittfuge sind die Zahnzwischenräume groß genug, um die anfallenden Späne aufzunehmen.

Durch die sehr kurze Schnittfuge sind immer genügend Zähne / Keile im Einsatz. Das bedeutet, dass die Belastung für die Zähne und der Verschleiß des Sägeblattes gering sind.

### Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit für die Bohrungen $\varnothing 13 \text{ mm}$ für beide Werkstoffe

Ermittlung der Kennwerte für die beiden Stahlsorten aus der Tabelle:

$$v_{cS235} = 40 \text{ mm/min} \quad f_{S235} = 0,15 \text{ mm/min}$$

$$v_{cX5CrNi} = 12 \text{ mm/min} \quad f_{X5CrNi} = 0,8 \text{ mm/min}$$

Berechnung der Drehzahlen:

$$n = \frac{vc}{\pi \cdot d}$$

$$n_{S235} = \frac{40 \text{ mm/min} \cdot 1000}{\pi \cdot 13 \text{ mm}} = 979,4 \text{ 1/min}$$

$$n_{X5CrNi} = \frac{12 \text{ mm/min} \cdot 1000}{\pi \cdot 13 \text{ mm}} = 293,8 \text{ 1/min}$$

Berechnung der Vorschubgeschwindigkeiten:

$$v_f = f \cdot n$$

$$v_{S235} = 0,15 \text{ mm/min} \cdot 979,4 \text{ 1/min} = 146,9 \text{ mm/min}$$

$$v_{X5CrNi} = 0,8 \text{ mm/min} \cdot 293,8 \text{ 1/min} = 235 \text{ mm/min}$$

Bestimmen Sie die Drehzahlen des Drehzahldiagramms für eine Bohrmaschine mit Hilfe Ihres Tabellenbuches.

Ablesen der Drehzahlen im Drehzahldiagramm:

$$n_{S235} \approx 950 \text{ 1/min} \quad (\text{Wert liegt zwischen } 900 \text{ 1/min} \text{ und } 1120 \text{ 1/min})$$

$$n_{X5CrNi} \approx 280 \text{ 1/min}$$

Alternativ:

$$n_{S235} \approx 1250 \text{ 1/min} \quad (\text{Wert liegt zwischen } 1120 \text{ 1/min} \text{ und } 1000 \text{ 1/min})$$

$$n_{X5CrNi} \approx 480 \text{ 1/min} \quad (\text{Wert liegt zwischen } 450 \text{ 1/min} \text{ und } 560 \text{ 1/min})$$

*Bewertung der beiden Werkstoffe hinsichtlich ihrer Eignung für die Verwendung als Wandbefestigung unter Berücksichtigung der Aspekte Witterungsbeständigkeit, Material- und Fertigungskosten*

*Werkstoff S235JR*

Witterungsbeständigkeit:

Der Werkstoff kann nicht ohne eine Oberflächenbehandlung eingesetzt werden. Er muss z. B. verzinkt oder lackiert werden.

Dies bedeutet mindestens einen weiteren Arbeitsschritt und somit zusätzliche Kosten für Material und Zeitaufwand.

Materialkosten:

Die Materialkosten für die Herstellung einer Grundplatte sind günstiger.

Fertigungskosten:

Die Kosten für die Fertigung der Grundplatte sind gering in Bezug auf den Verschleiß der Werkzeuge und die Bearbeitungszeit.

*Werkstoff X5CrNi18-10*

Witterungsbeständigkeit:

Der Werkstoff kann ohne eine Oberflächenbehandlung eingesetzt werden. Dies bedeutet keinen weiteren Arbeitsschritt und somit keine zusätzliche Kosten.

Materialkosten:

Die Materialkosten für die Herstellung einer Grundplatte sind hoch.

Fertigungskosten:

Die Kosten für die Fertigung der Grundplatte sind hoch in Bezug auf den Verschleiß der Werkzeuge und die Bearbeitungszeit.

### Aufgabe 3: Die elektrische Versorgung des Gartenhauses

#### Planung der Elektroinstallation

Liste mit den vorgesehenen Verbrauchern und deren Nennleistung lt. Datenblatt

		$P_n$ lt. Datenblatt
<b>Vorhanden:</b>	<b>Warmwasserversorgung</b>	
	Warmwassertherme	2,0 kW
<b>Geplant:</b>	<b>Küchenzeile, alle Geräte min. Energieklasse A+</b>	
	Einbaukühlschrank ca. 120 l	90 W
	Zweiplatten-Glaskeramikkochfeld	3,0 kW
	Geschirrspülmaschine 45 cm	1760 W
	<b>Beleuchtung, Leuchtmittel min. Energieklasse A+</b>	
	2 Deckenleuchten	18 W
	1 Wandlampe	5 W

#### Berechnung der Stromaufnahme

##### 1. Vorhandene Warmwasserversorgung

Nennleistung der Warmwassertherme:

$$P_n = 2,0 \text{ kW}$$

$$I_{ges} = \frac{P_{ges}}{U} = \frac{2,0 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 8,7 \text{ A}$$

##### 2. Neu geplante Küchenzeile

Nennleistung bei Betrieb aller Verbraucher der Küchenzeile:

$$P_n = 4,85 \text{ kW}$$

$$I_{ges} = \frac{P_{ges}}{U} = \frac{4,85 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 21,1 \text{ A}$$

*Beurteilung, ob die verlegte und die geplante Leitung zum Gartenhaus ausreichend dimensioniert sind*

Strombelastbarkeit bei  $2,5 \text{ mm}^2$  und Verlegeart A2 laut Tabellenbuch:  $I_z = 18,5 \text{ A}$

1. Vorhandene Zuleitung für die Warmwassertherme:

$$I_n = 8,7 \text{ A} < 18,5 \text{ A}$$

→ **Zuleitung ist zulässig.**

2. Geplante Zuleitung für die Küchenzeile:

$$I_n = 21,1 \text{ A} > 18,5 \text{ A}$$

→ **Zuleitung ist nicht zulässig. Der Leiterquerschnitt muss auf  $4 \text{ mm}^2$  erhöht werden.**

### Berechnung der Stromaufnahme und des Spannungsfalls

Für die Stromversorgung der neu geplanten Küchenzeile wird also eine  $3 \times 4,0 \text{ mm}^2$ -Kupferleitung vom Wohnhaus zum Gartenhaus verlegt. Die Länge der Zuleitung zum Gartenhaus beträgt  $l = 22 \text{ m}$ . Hieraus ergibt sich der folgende Spannungsfall  $\Delta U$  auf dieser Leitung:

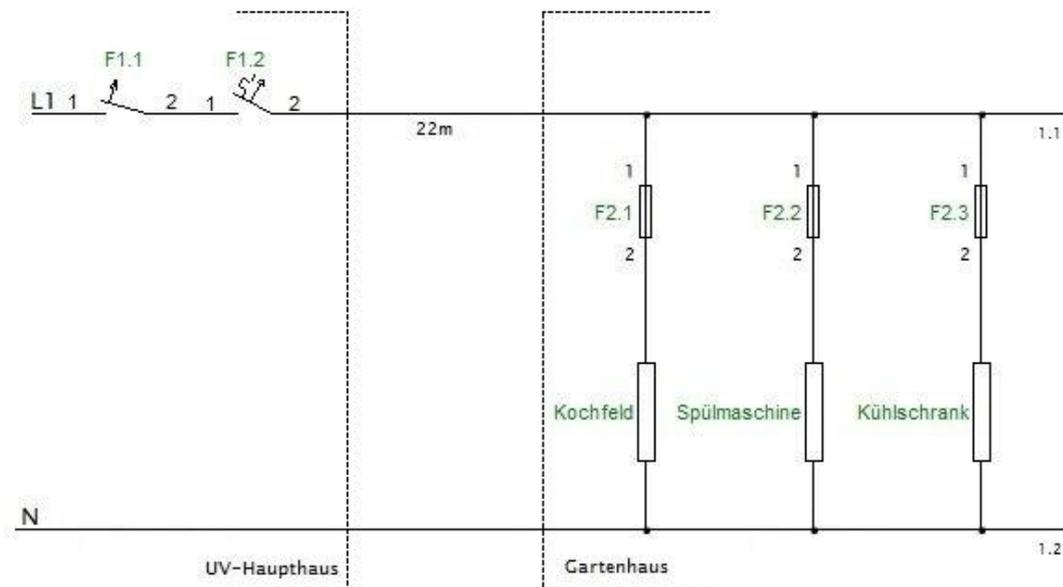
Stromaufnahme:  $I_{ges} = 21,1 \text{ A}$

$$\text{Spannungsfall: } \Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_E}{\kappa \cdot q} = \frac{2 \cdot 22 \text{ m} \cdot 21,1 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\text{mm}^2 \cdot \Omega} \cdot 4 \text{ mm}^2} = 4,14 \text{ V}$$

$$3\% \text{ von } 230\text{V} = 6,9 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \Delta U_{zul} = 4,14 \text{ V} < 6,9 \text{ V}$$

**Spannungsfall i. O.**

### Skizze des Stromlaufplans mit Sicherungseinrichtungen und Verbrauchern in aufgelöster Darstellung \*)



Einteilung der Zeichnung in Strompfade.

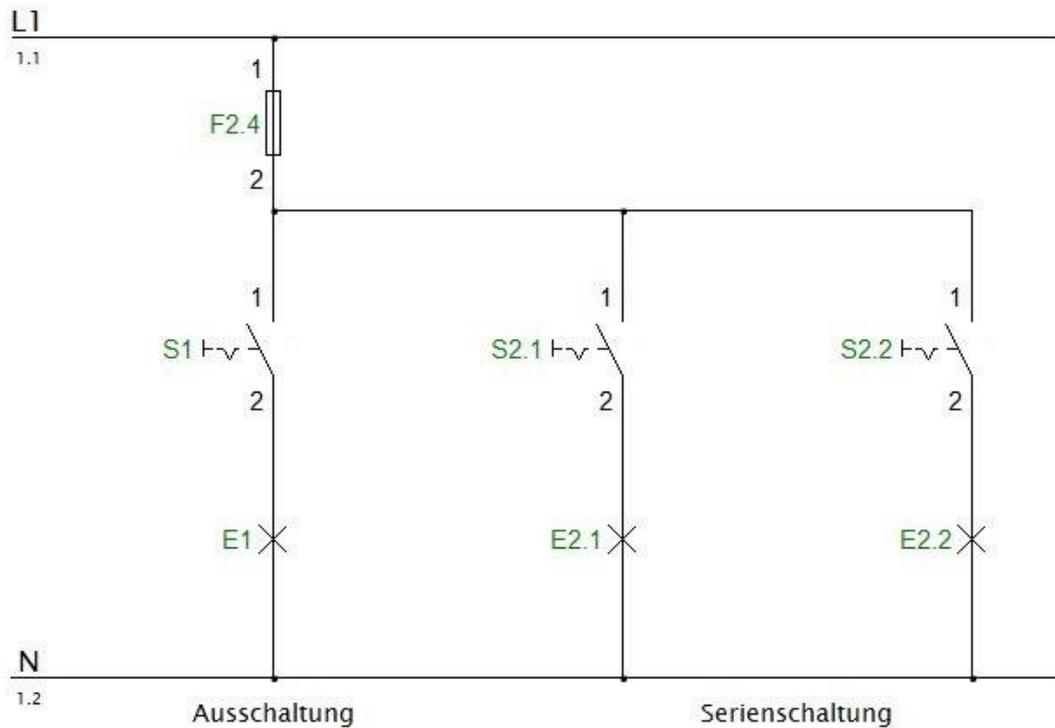
Verwendung normgerechter Schaltzeichen.

Die Funktionalität der Schaltung ist gegeben.

\*) Insgesamt ergeben sich verschiedene Lösungsvarianten bspw. mit Einbeziehung der Beleuchtungsinstallation in den Stromlaufplan und in die berechnete Gesamtstrombelastung. Ebenso würde als Alternative auf der Hand liegen, anstelle der bereits verlegten Leitung durch Austausch eine  $4 \text{ mm}^2$ -Leitung zu verlegen und hieran alle bisherigen und neuen Verbraucher anzuschließen; in diesem Fall würde auch die Warmwassertherme mit in die Leitungsführung einbezogen. Dokumentiert ist eine mögliche Lösung.

In Gartenhaus sollen drei Lampen installiert werden. Die beiden Deckenleuchten sollen über einen Serienschalter und die Wandlampe über einen Ausschalter betätigt werden.

*Zeichnung des Stromlaufplans in aufgelöster Darstellung*



Einteilung der Zeichnung in Strompfade.

Zeichnung der Strompfade für die Serienschaltung.

Zeichnung der Strompfade für die Ausschaltung.

Normgerechte Verwendung der Schaltzeichen.

## Die Reihe Arbeitsberichte „Berufs- und Betriebspädagogik“

(ehemals: Arbeitsberichte des Instituts für Berufs- und Betriebspädagogik)

ISSN 1437-8493

### 2017

- Heft 91**                      Situiertes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften –  
Jenewein, K.                      Eine Handreichung für Curriculumentwicklung und Unterrichtspraxis  
Domjahn, H.-J.  
Unger, A.

### 2016

- Heft 90**                      Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen,  
Jenewein, K.                      inhaltliche Konzeption und curriculare Umsetzung am Beispiel der Bundesländer  
Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt

- Heft 89**                      Lehramtsstudierende mit dem Unterrichtsfach Technik im Fokus - Zentrale Er-  
Bünning, F.                      gebnisse einer Längsschnitt-Untersuchung an der Otto-von-Guericke-Universität  
Pohl, M.                      Magdeburg

- Heft 88**                      „Neue“ Rollen des beruflichen Bildungspersonals und deren Wahrnehmung  
Jahn, R.W.                      durch die pädagogischen Akteure – Eine interpretative Analyse dominanter Rol-  
Brünner, K.                      lenbilder von Berufsschullehrern und Ausbildern  
Schunk, F.

- Heft 87**                      Zweidimensionale Typisierung des Forschungs- und Praxisinteresses von Studie-  
Götzl, M.                      renden – Ein Modell und erste empirische Befunde  
Jahn, R.W.  
Spittel, M.

- Heft 86**                      Einfluss von außerschulischen Lernorten auf die Gestaltung von technisch ge-  
Bünning, F.                     prägten Karrierewegen – Eine empirische Analyse der Effekte des Engagements  
Lehmann, J.                      im Schüler-Institut Technik und angewandte Informatik (SITI) e. V. auf die Be-  
rufswahl

### 2015

- Heft 85**                      Duales Studium Berufsbildung – Erfahrungen mit der Kooperation zwischen der  
Jenewein, K.                      Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Siemens AG

### 2014

- Heft 84**                      Geschlechterdifferenzierung in technischen Berufen unter dem Aspekt wach-  
Nepom' yashcha,                     sender Heterogenität – Eine Untersuchung in der betrieblichen Berufsausbil-  
Y.                      dung

**Heft 83** Handlungansätze zur Prävention und Intervention von Ausbildungsabbrüchen  
Weidemeier, Ch. unter dem Aspekt wachsender Heterogenität

**Heft 82** Kooperatives Lernen in der betrieblichen Berufsausbildung  
König, M.

### 2013

**Heft 81** Green Jobs and Climate Change. The Saxony-Anhalt Region – Renewable Ener-  
Baumann, F.A. gies in the Perspectives of the Economy and Vocational Education and Training  
Jenewein, K.  
Müller, A.

**Heft 80** Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und  
Jenewein, K. Lehrplanentwurf für einen gymnasialen Bildungsgang an berufsbildenden Schu-  
len in Sachsen-Anhalt

### 2011

**Heft 79** Blended Learning - Die neue Rolle des Ausbilders  
Schulz, A.  
Martsch, M.

**Heft 78** TVET Teachers and Trainers - Concepts in Academic Education and Research  
Jenewein, K.  
Stolte, H.

### 2010

**Heft 77** Perzeption in virtueller Realität als Aggregat von Visualisierung und Interaktion  
Martsch, M.  
Wienert, O.  
Liefold, S.  
Jenewein, K.

**Heft 76** Professionalisierung von Projektleitern. Eine qualitative Untersuchung von Pro-  
Wittig, A. jektleitern

**Heft 75** Einsatz neuer Medien in der betrieblichen Ausbildung - Didaktisches & webdi-  
Salzer, S. daktisches Konzept des Forschungsvorhabens "effekt"  
Möhring-Lotsch, N.  
Müller, A.

**Heft 74** Virtuelle Realität in der technischen Aus- und Weiterbildung - Gegenstandsbe-  
Jenewein, K. stimmung und Umsetzungsbeispiele  
Schenk, M.

### 2009

**Heft 73** Demografischer Wandel - Alternde Belegschaften und fehlende Nachwuchskräf-  
Schlasze, V. te in kleinen und mittleren Unternehmen?

- Heft 72**  
Peters, S.  
Werwick, K. Führungskräfte und neue Anforderungen an den Führungsnachwuchs – am Beispiel von Arbeitssicherheit
- Heft 71**  
Teichert, N. Der Bedarf an Personalentwicklung/-führung als wissenschaftliche Qualifizierung durch Unternehmen der Region
- Heft 70**  
Peters, S. Projektorganisation – neue Herausforderungen im Kontext von Projektmanagement und Professionsentwicklungen
- Heft 69**  
Geese, M.  
Möhring-Lotsch, N.  
Salzer, S. Analyse des Forschungsstandes zum Einsatz neuer Medien in der Aus- und Weiterbildung - Projekt „effekt - Verknüpfende Vermittlung von Fach- und Medienkompetenzen“ -
- Heft 68**  
Schmicker, S.  
Genge, F.  
Lüder, K. Arbeitgeber-Attraktivität aus Sicht von Studierenden – Ergebnisse einer Studie zur Ermittlung von Attraktivitätsfaktoren für die Arbeitgeberwahl aus Sicht von Studierenden der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Hochschule Magdeburg-Stendal (FH)
- Heft 67**  
Jenewein, K.  
Hundt, D. Wahrnehmung und Lernen in virtueller Realität – Psychologische Korrelate und exemplarisches Forschungsdesign
- Heft 66**  
Peters, S. Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung in Wirtschaft und Hochschulbildung infolge von Tertiarisierung und demografischem Wandel
- Heft 65**  
Möhring, J.  
Gleisner, E.  
Peters, S. Nachwuchs auf Nachwuchsstellen? Befragung von Diplomanden, Praktikanten und wissenschaftlichen Hilfskräften als potentieller Nachwuchs eines regionalen Forschungs- und Entwicklungsdienstleisters
- 2008
- Heft 64**  
Peters, S. Professionalisierung und Projektmanagement
- Heft 63**  
Rauner, F. Bildungsforschung in der Wissensgesellschaft: Grundlagen, Widersprüche und Perspektiven. Zur Berufsform der Arbeit als Dreh- und Angelpunkt beruflicher Bildung und der Berufsbildungsforschung.
- Heft 62**  
Steckel, M.  
Peters, S. Perspektiven auf das Moratorium Studium - Teilstudie 3: Studiengang-/Studienfachwechsel und Studienabbruch

Arbeitsberichte aus früheren Jahrgängen sind bereits vergriffen. Anfragen zu einzelnen Arbeitsberichten richten Sie bitte an die im Impressum angegebene Anschrift bzw. E-Mail.