

Neue Qualifikation zum Industriemeister Metall



Dozentenhandreichung **Verbindung von Lehrgang und Praxis durch** **Innovationstransfer**



UNIVERSITÄT
KARLSRUHE (TH)

Berufspädagogik/Technikdidaktik

Bildungszentrum
der Wirtschaft am Niederrhein

Inhaltsangabe

1	Verbindung von Lehrgang und Praxis durch Innovationstransfer.....	2
2	Zielsetzung.....	3
3	Ausgangsüberlegungen	4
4	Phasenverlauf im Lehrgang	8
5	Mögliche Einbindung in den Lehrgangsverlauf	13
6	Hilfsmittel: Innovationsziel-Erfassungsbogen.....	15
7	Umsetzungsbeispiel.....	15
8	Anlage 1 Erfassungsbogen.....	30
9	Anlage 2: Beispiele für ein Innovationsziel.....	31
10	Anlage 3 Feinplanung der Unterrichtseinheit	32
11	Anlage 4 Darstellung der Aufgabenbeschreibung.....	34

1 Verbindung von Lehrgang und Praxis durch Innovationstransfer

Ein wesentlicher Anspruch der neuen Konzeption der Industriemeisterqualifikation besteht darin, eine möglichst hohe Verbindung zwischen Ausbildung und Berufspraxis zu ermöglichen. Dementsprechend ist im Modellversuch ein Schwerpunktbereich, der im besonderen Maße im Modellversuchsbereich Mitte bearbeitet werden soll, die Förderung der Verbindung zwischen Lehrgang und Betriebspraxis. Die Verbindung von Lehrgang und Praxis wird schon zu einem bedeutenden Teil durch das didaktische Konzept der Ausbildung und Prüfung mit situationsbezogenen Lernaufgaben geleistet. Darüber hinaus sollen weitere Konzepte und Ideen entwickelt und deren Umsetzung im Lehrgang erprobt werden. Eine Möglichkeit der Umsetzung dieses Schwerpunkts soll durch das nachstehende Konzept aufgezeigt werden.

2 Zielsetzung

Zielsetzung des Konzepts Innovationstransfer ist es, einen weiteren Baustein zur praxisnahen Qualifizierung von Industriemeistern zu leisten, der insbesondere geeignet ist, die Verbindung zwischen der Qualifikation im Lehrgang und der Betriebspraxis zu verstärken.

Dabei werden die folgenden Teilzielsetzungen angestrebt:

- **erhebliche Steigerung der Attraktivität des Lehrgangs durch eine hohe Praxisorientierung,**
- **Gewinn für Lehrgang und Betriebspraxis,**
- **hohe Motivation der Teilnehmer,**
- **einfache organisatorische Integrationsmöglichkeiten in laufende Lehrgänge.**

Die dabei angestrebten Qualifikationsziele sollten idealerweise so gewählt werden, dass sowohl fachlich direkt verwertbare Qualifikationen vermittelt als auch übergreifende Kompetenzen aufgebaut werden. Eine Mischung dieser beiden Kompetenzbereiche erscheint sinnvoll, da diese in besonderem Maße den Arbeitsbereich von mittleren Industriemeistern kennzeichnen (Schnittstelle zwischen Planung und Produktion). Hierzu zählen:

- **Fachliche Kompetenzen**
Diese können sich auf alle drei Handlungsbereiche der Industriemeisterausbildung (Technik, Organisation und Führung/Personal) beziehen.
- **Übergreifende Kompetenzen:**
Innovationspotentiale in Produktionsprozessen erkennen und ausschöpfen, Förderung von strategischem und vernetztem Denken in komplexen Situationen, Förderung von ganzheitlichem Planen und Denken, Präsentationstechniken.

3 Ausgangsüberlegungen

Mit dem Schlagwort „Innovationstransfer“ soll die grundsätzliche Idee des Konzepts zur Verbindung von Lehrgang und Praxis näher charakterisiert werden. Auf Grund des immer stärker werdenden Konkurrenzdrucks als Folge einer Globalisierung des Wettbewerbs sind Innovationen für die Unternehmen von immer größerer Bedeutung zur Stärkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit. Die Gruppe der Industriemeister sind davon im besonderen Maße betroffen. Durch steigenden Konkurrenzdruck muss die Produktion weiter rationalisiert und optimiert werden. Gleichzeitig steigen die Anforderungen hinsichtlich Umweltschutz und Arbeitssicherheit. Durch die damit verbundenen Veränderungen betrieblicher Strukturen und Prozesse sind die Kompetenzanforderungen an diese Berufsgruppe stark gestiegen. In dieser Hinsicht wird von der Gruppe der mittleren Führungskräfte verlangt, im Kontext konkreter technischer und betriebswirtschaftlicher Betriebsbedingungen Verbesserungspotentiale (Innovationen) zu erkennen und umzusetzen. Einerseits sind Innovationen für die angehenden Industriemeister zur beruflichen Profilierung von großem Interesse, andererseits haben die Betriebe ein ständiges Interesse, bestehende Betriebsprozesse zu optimieren. Dieses beiderseitige Interesse an Innovationen stellt den Grundgedanken für die weiteren Überlegungen dar. Bevor auf die Details des Konzepts näher eingegangen wird, zunächst einige allgemeine Vorüberlegungen.

Eine systemtheoretisch orientierte Betrachtung der Umsetzung dieser Zielsetzung lässt auf übergeordneter Ebene zwei grundsätzliche Möglichkeiten erkennen, um eine Verbindung zwischen Lehrgang und Betriebspraxis zu verwirklichen:

- 1) den Transfer von Produkten aus der Praxis in den Lehrgang
- 2) und den Transfer von Produkten des Lehrgangs in die Praxis.

Die hier angesprochenen Transferprodukte können von höchst unterschiedlicher Natur sein. Hierzu können Problemstellungen, Aufgabenstellungen, Ideen, neue Konzepte sowie Wissen unterschiedlichster Form zählen. Idealerweise ist ein Austausch in beide Richtungen mit gegenseitigem Gewinn anzustreben. Für den Lehrgang sind typische Problemstellungen aus dem Bereich des späteren Arbeitsfelds der Industriemeister von Interesse, um daraus zu Lernzwecken Nutzen

zu ziehen. Dies hat den Vorteil, in einem didaktisch geschützten Umfeld (ohne Zeitdruck und entsprechende Verantwortung) das zukünftige Handeln erproben zu können. Ein weiteres Interesse seitens des Lehrgangs besteht darin, aktuelles Fachwissen und „Know-how“ aus der Praxis, das (noch) nicht in Lehrbüchern zur Verfügung steht, nutzen zu können. Umgekehrt ist für die betriebliche Seite von Interesse, Lösungsansätze für bestehende betriebliche Probleme zu finden und umzusetzen, für die im Rahmen des Betriebsalltags nicht die entsprechenden zeitlichen und humanen Ressourcen zur Verfügung stehen. Dieses wird bisher schon durch das neue Konzept der situationsbezogenen Lernaufgaben erzielt.

Darüber hinaus sollen mit dem Konzept „Innovationstransfer“ zwei wesentliche Erweiterungen in Hinblick auf eine bessere Verbindung von Lehrgang und Praxis erzielt werden:

Rückkopplung von Lernergebnissen in die Praxis

Es ist angestrebt, nicht wie bisher mit dem Lernaufgabenkonzept nur Produkte aus der Praxis in den Lehrgang zu transferieren, sondern es soll auch eine Rückkopplung der Lernergebnisse aus dem Lehrgang in die Betriebspraxis erfolgen. Warum dies von großer Wichtigkeit ist, verdeutlichen die folgenden Überlegungen.

Nach dem aktuellen Konzept der neu gestalteten Industriemeisterqualifikation erfolgt im Weiterbildungslehrgang die Lösung von praxisnahen Aufgabenstellungen in Orientierung an den Phaseverlauf des handlungsorientierten Unterrichts. Die wichtigste Phase für den Lernerfolg ist die Phase der Reflexion und Bewertung der gefundenen Lösung. Handlungsschemata, die zu einer erfolgreichen Lösung beigetragen haben, werden in die Wissensstrukturen der Lernenden aufgenommen und bieten die Basis zukünftigen Handelns. ***Ob die in den Lernprozessen gewonnen Handlungsergebnisse und die damit verbundenen Handlungsschemata auch den Ansprüchen der Betriebspraxis gerecht werden, bleibt allerdings aufgrund einer fehlenden Rückkopplung der Handlungsergebnisse in den realen Betrieb unklar.*** Die Beurteilung gewonnener Handlungsergebnisse hinsichtlich der wichtigen Fragestellung:

Wie wirken sich die in den Lernprozessen gefundenen Lösungen direkt, indirekt und zukünftig in unterschiedlichen Dimensionen (technisch, ökologisch, ökonomisch, sozial) auf einen realen Produktionsprozess aus?

kann auf theoretischer Ebene nur schwer geleistet werden. Im Bewusstsein dieser Erkenntnisse ist ein wesentlicher Baustein des Konzepts „Innovationstransfer“, die Verbindung von Lehrgang und Praxis durch einen Transfer von Handlungsergebnissen in die Betriebspraxis zu stärken. Die Prüfung und Beurteilung der von den Teilnehmern erarbeiteten Handlungsergebnisse durch betriebliche Experten macht die Praxistauglichkeit deutlich. Es werden dementsprechend in besonderem Maße nur solche Handlungsschemata aufgebaut, die auch in der Betriebspraxis Bestand haben.

Innovationsziele als Ausgangspunkt der Lernhandlungen

Dieser Gedanke stellt den zweiten wesentlichen Baustein des Konzepts „Innovationstransfer“ dar. Ausgangspunkt sind nicht die **Aufgaben und Problemstellungen des betrieblichen Alltags, sondern bisher noch nicht erkannte Innovationspotentiale der Betriebe. Diese aufzuspüren und in praktische Lösungsansätze umzusetzen, ist der Grundgedanke der Konzeption.** Die Aufgabe der Lernenden ist es, in einem ersten Schritt in ihren Betrieben an irgendeiner Stelle eine Verbesserungsmöglichkeit (Innovationsziel) aufzuspüren, die zu einem nachhaltigen Gewinn für den Betrieb führen könnte. Im Lehrgang sollen dann möglichst zukunftsfähige, wirtschaftliche und umweltschonende Lösungsvorschläge für die Umsetzung von Innovationszielen gefunden werden. Dabei besteht der besondere Anspruch der Lösungsfindung darin, die unterschiedliche Abhängigkeit der betrieblichen Einflussgrößen zu erkennen und ihre Fernwirkung zu antizipieren. Dies trägt speziell zum Aufbau fächerübergreifender Kompetenzen bei.

Die beiden genannten Strategien lassen sich, die Zusammenarbeit von Lehrgangsseite und Betriebspraxis vorausgesetzt, gut vereinbaren und können zu einem für beide Seiten fruchtbaren Austausch führen. Insgesamt werden damit die folgenden Zielsetzungen verbunden:

- die **Lernhandlungen verlieren die Unverbindlichkeit** der ausschließlich theoretischen Ebene,
- es wird **ein direkter Zusammenhang zwischen planerischem Handeln und dessen Auswirkung** auf Betriebsprozesse deutlich,

- **Erzeugung einer hohen intrinsischen Motivation** durch eine hohe Authentizität der Aufgaben und die Verantwortung für Lösungen,
- den Lernenden wird ermöglicht, realitätsnahe Erfahrungen zu gewinnen.

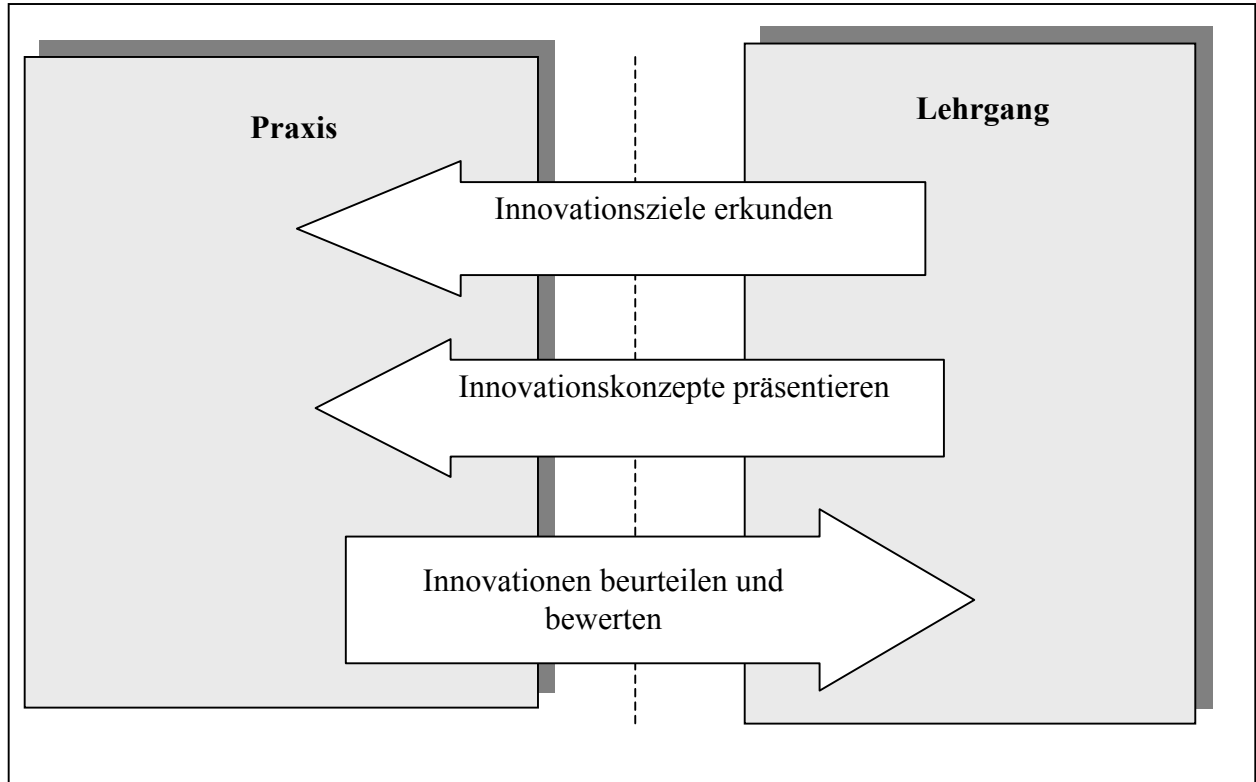


Abbildung 1: Konzept Innovationstransfer

Zu berücksichtigende Rahmenbedingungen

Das Konzept zielt auf Teilzeitlehrgänge ab, bei denen die meisten der Teilnehmer eine betriebliche Anbindung haben. Bei der Planung solcher Konzepte sind immer die konzeptionellen Rahmenbedingungen des Lehrgangs und der beteiligten Betriebe zu berücksichtigen, um eine gute Erfolgswahrscheinlichkeit für Umsetzung zu erreichen. Zum Beispiel muss seitens des Lehrgangs Folgendes berücksichtigt werden:

- die Dozenten sind zumeist auf bestimmte Fachbereiche spezialisiert,
- es bestehen klare organisatorische Vorgaben für den Ablauf der Unterrichtseinheiten,
- Inhalte des Rahmenstoffplans müssen von den Betrieben berücksichtigt werden,

- geringe Zeitkapazitäten durch starke Einbindung des Personals in die laufende Produktion,
- Geheimhaltung von betriebsinternen Informationen.

Durch diese Rahmenbedingungen ist der mögliche Handlungsspielraum im Lehrgang stark eingeschränkt, so dass nur solche Konzepte Erfolg haben können, die langfristig vorbereitet werden und auf die Struktur und Zeitplan des Lehrgangs und die betrieblichen Randbedingungen abgestimmt sind. Das hier vorgestellte Konzept „Innovationstransfer“ versucht, diesen genannten Rahmenbedingungen möglichst gerecht zu werden.

4 Phasenverlauf im Lehrgang

Die Umsetzung des Konzepts in den Lehrgang verläuft anhand eines idealtypischen Phasenverlaufs. Jede der unterschiedlichen Phasen führt zu einem Teilergebnis, das Voraussetzung für die folgende Phase ist. Insgesamt lässt sich der Gesamtprozess in acht Phasen und eine Vorbereitungsphase gliedern:

Vorbereitungsphase

Ziel der Vorbereitung ist es, die Teilnehmer für das Erkunden von Innovationszielen zu sensibilisieren. Dieses erfolgt am besten anhand erfolgreicher Beispiele für gelungene Innovationen und der Erarbeitung von Strategien (z. B. systemtechnische Betrachtung) zum Herausfinden von möglichen Innovationspotentialen. Hierbei ist insbesondere Wert auf betriebliche Bereiche zu legen, die zukünftig einen immer wichtigeren Stellenwert einnehmen. Hierzu zählen der Umweltschutz und die Arbeitssicherheit, aber auch informationstechnische Infrastrukturen der Betriebe.

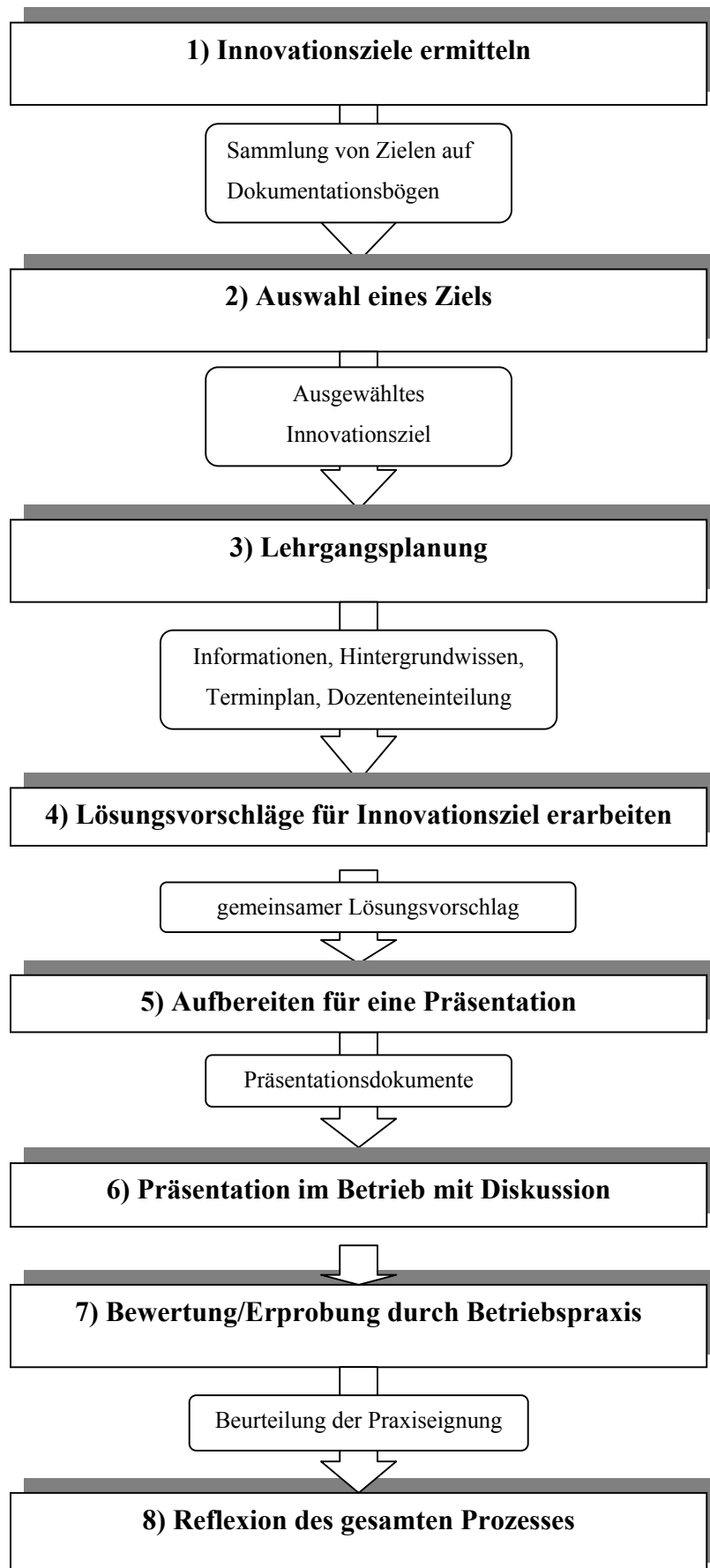


Abbildung 2 Phasenverlauf

1) Phase: Innovationspotentiale erkunden

Die Phase sollte möglichst zu Beginn des Lehrgangs erfolgen. Zielsetzung dieser Phase ist es, in den Betrieben, in denen die Teilnehmer beschäftigt sind, Möglichkeiten für eine partielle Verbesserung der Betriebsabläufe oder Produkte zu finden. Das bedeutet konkret, dass die Teilnehmer irgendeine Stelle im Gesamtbetrieb herauszufinden versuchen sollen, die in irgendeiner Form weiterentwickelt werden kann. Diese Innovationsmöglichkeit kann sich auf alle Bereiche des Betriebs beziehen. Zum Beispiel ist an die Verbesserung eines Produktes durch Überarbeitung eines konstruktiven Details zu denken oder an die Verbesserung von Ablaufprozessen in der Montage und Fertigung. Aber auch im Bereich von Logistik oder Personal lassen sich sehr wahrscheinlich Verbesserungsmöglichkeiten ausfindig machen. Ein Beispiel ist die Veränderung der Arbeitsorganisation oder Ähnliches. Es ist sehr wahrscheinlich, dass jeder Betrieb in irgendeiner Richtung Innovationspotentiale aufweist, so dass fast jeder Teilnehmer in der Lage sein dürfte, ein Innovationsziel zu ermitteln. ***In diesem ersten Schritt soll nur das Innovationsziel benannt werden, aber keineswegs Umsetzungsmöglichkeiten oder Lösungen.*** Zum Beispiel könnte ein Innovationsziel lauten: „Verkürzung der Montagezeit um 10 min. durch Veränderung des Materialflusses.“ Zur Erfassung dieser Ausgangssituation steht ein spezielles Hilfsmittel ein „Innovationsziel-Erfassungsbogen“ zur Verfügung. Dieser Bogen dient zur geordneten und einheitlichen Erfassung und Auswahl geeigneter Innovationszielsetzungen.

2) Phase: Auswahl der am besten geeigneten Innovationsziele

Mit Hilfe der Erfassungsbögen stellt jeder Teilnehmer in einem selbständigen Vortrag die Ausgangssituation und Zielsetzung vor. Dabei sind ausdrücklich nur Zielsetzungen und keine Lösungsvorschläge zu formulieren. Nach der Vorstellung aller Vorschläge erfolgt die Auswahl. Die Auswahl soll unter Berücksichtigung folgender Kriterien erfolgen:

- Aktualität und Innovationspotential,
- Bezug zum Rahmenlehrplan,
- geschätzter Zeitumfang für die Bearbeitung des Lösungsvorschlags,
- Realisierungschancen.

Das Ergebnis der Vorbereitungsphase ist die verbindliche Einigung auf eine Zielsetzung, die im Lehrgang bearbeitet werden soll.

3) Phase: Vorbereitungsphase

Die Vorbereitungsphase dient dazu, Informationen zu sammeln, die zur Lösungsentwicklung wichtig sind. Dies kann sowohl durch Teilnehmer als auch durch Dozenten geleistet werden. Des Weiteren dient die Vorbereitungsphase zur Organisation der Lösungsplanung im Lehrgang. Dies wird am besten durch die Bildung eines Dozententeams geleistet, das fachlich den Themenbereich abdecken kann. Dieses Dozententeam plant dann eine Lehrgangseinheit, die den Zeitrahmen von zwei bis vier Lerneinheiten mit ca. 20 Stunden nicht überschreiten sollte.

4) Phase: Lösungssuche und Erarbeitung eines Lösungsvorschlags

Ziel dieser Phase ist es, konkrete Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Erster Schritt ist eine gründliche Analyse der Aufgabenstellung, die zum Beispiel in Form einer Anforderungsliste erfolgen kann. Hier soll möglichst eine Quantifizierung von Anforderungen erfolgen (z. B. Montagezeit um mindestens 3 min. senken). In der folgenden Phase der Lösungsentwicklung können zum Beispiel in Gruppen unterschiedliche Lösungsansätze erarbeitet werden. Dadurch entsteht ein größeres Lösungsspektrum und somit eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine anspruchsvolle Lösungsfindung. Die Auswahl der präferierten Lösung erfolgt idealerweise anhand der Anforderungsliste und einschlägiger Bewertungsverfahren. Nachdem eine Lösung ausgewählt worden ist, muss diese in der nächsten Phase in geeigneter gut verständlicher Form dargestellt werden.

5) Phase: Vorbereitung der Lösungspräsentation

In der Praxis ist es ein wichtiger Teil des beruflichen Handelns, nicht nur gute Lösungsvorschläge zu entwickeln, sondern diese auch überzeugend zu präsentieren und andere von ihrer Bedeutung zu überzeugen. Diese wichtige Fähigkeit kann im Rahmen dieses Konzepts praxisnah eingeübt werden. Wichtige Voraussetzung für eine gelungene Präsentation ist die sorgfältige Vorbereitung, dies erfolgt am besten mit Hilfe aktueller Anwendungssoftware, wie den Programmen „PowerPoint“ und „Word“.

6) Phase: Präsentation der Ergebnisse

Je nach Organisationsmöglichkeiten erfolgt die Präsentation entweder im Rahmen des Lehrgangs, zu dem ein oder zwei Betriebsvertreter eingeladen werden, oder in den Betrieben selber. Die Präsentation nimmt dabei einen wichtigen Stellenwert im Rahmen des Gesamtprozesses ein. Von seiten des Betriebs sollen möglichst Angehörige der mittleren Führungsebene, die die Vorschläge fachlich beurteilen können, anwesend sein. Da sich durch die Präsentation realistische Innovationspotentiale für den Betrieb eröffnen können, ist davon auszugehen, dass Betriebe dafür Mitarbeiter und evtl. auch Räumlichkeiten freistellen. Bei der Präsentation wird den Mitarbeitern kostenlos ein ausgearbeiteter Vorschlag zur Verbesserung ihrer Betriebspraxis präsentiert und sie können sich gleichzeitig von dem Engagement und der fachlichen Qualifikation der Teilnehmer überzeugen. Dies ist in Hinblick auf Fragen der Personaleinstellung, sowohl für die Betriebe aber auch für die Teilnehmer von Bedeutung. Die Teilnehmer erhalten eine direkte Rückmeldung über die Qualität ihrer Arbeit und können sich im Betrieb mit ihrer Lösungsvorschlag qualifiziert präsentieren.

7) Phase: Bewertung

Die Bewertung ist ein wichtiger Bestandteil des Gesamtprozesses und gibt Auskunft über die praktische Verwertbarkeit der Lösung. Einen Idealfall stellt die wirkliche Realisierung des Lösungsvorschlags mit einer Rückmeldung über dessen Bewährung in der Betriebspraxis dar. Diese Realisierung ist nicht immer zeitnah zu organisieren, so dass zumindest eine Beurteilung der Lösungsvorschläge von betrieblichen Fachleuten mit einer qualifizierten Einschätzung der Realisierungschancen erfolgen sollte. Dies kann zum Beispiel in Form einer vertieften Diskussion mit Betriebsexperten im Anschluss an die Präsentation geschehen.

8) Phase: Reflexion

In dieser letzten Phase sollen Teilnehmer und Dozenten rückblickend den gesamten Verlauf beurteilen. Schwachstellen, aber auch positive Seiten sollen erkannt werden, um daraus Konsequenzen für zukünftiges Handeln zu gewinnen.

5 Mögliche Einbindung in den Lehrgangsverlauf

Das Konzept bezieht sich auf den Bereich der handlungsspezifischen Qualifikation. In diesem Qualifikationsbereich könnte in jedem Lehrgang das Konzept als fester Bestandteil in den Lehrgangsverlauf integriert werden. Hierbei sollte eine Lehrgangseinheit, die bisher zu Bearbeitung einer situationsbezogenen Lernaufgabe genutzt wird, durch die Bearbeitung eines Innovationsziels ersetzt werden. Es bietet sich hinsichtlich des Vorgehens an, gleich zu Beginn des Lehrgangsteils „handlungsspezifische Qualifikationen“ die Teilnehmer mit der Erkundung von Innovationszielen zu beauftragen. Wenn eine ausreichende Anzahl von verwertbaren Innovationszielen vorhanden ist, kann die Auswahlphase in den Lehrgangsverlauf eingeschoben werden. Eine solche Phase nimmt einen ungefähren Zeitrahmen von 1-2 Unterrichtsstunden ein und kann flexibel in den laufenden Lehrgangsbetrieb integriert werden. Sobald feststeht, welches Innovationsziel erarbeitet werden soll, kann im Hintergrund mit einer Festlegung von Terminen und beteiligten Dozenten die Planung der Lehrgangseinheit laufen. Es empfiehlt sich, die daran anschließende Hauptphase mit der Ausarbeitung von Lösungen, der Präsentation und abschließenden Bewertung durch Betriebe in einer zusammenhängenden Einheit durchzuführen zu lassen. Dieser enge zeitliche Zusammenhang der Bearbeitung ist für eine effektive und konzentrierte Bearbeitung der Aufgabenstellung von Bedeutung. Die Abbildung 3 zeigt nur eine mögliche Form der Einbindung in den Teil der handlungsspezifischen Qualifikationen. Die Anzahl der verwendeten situationsbezogenen Lernaufgaben und die zeitliche Platzierung der Lerneinheit „Innovationstransfer“ im Lehrgangsverlauf müssen auf die individuellen Gegebenheiten abgestimmt werden.

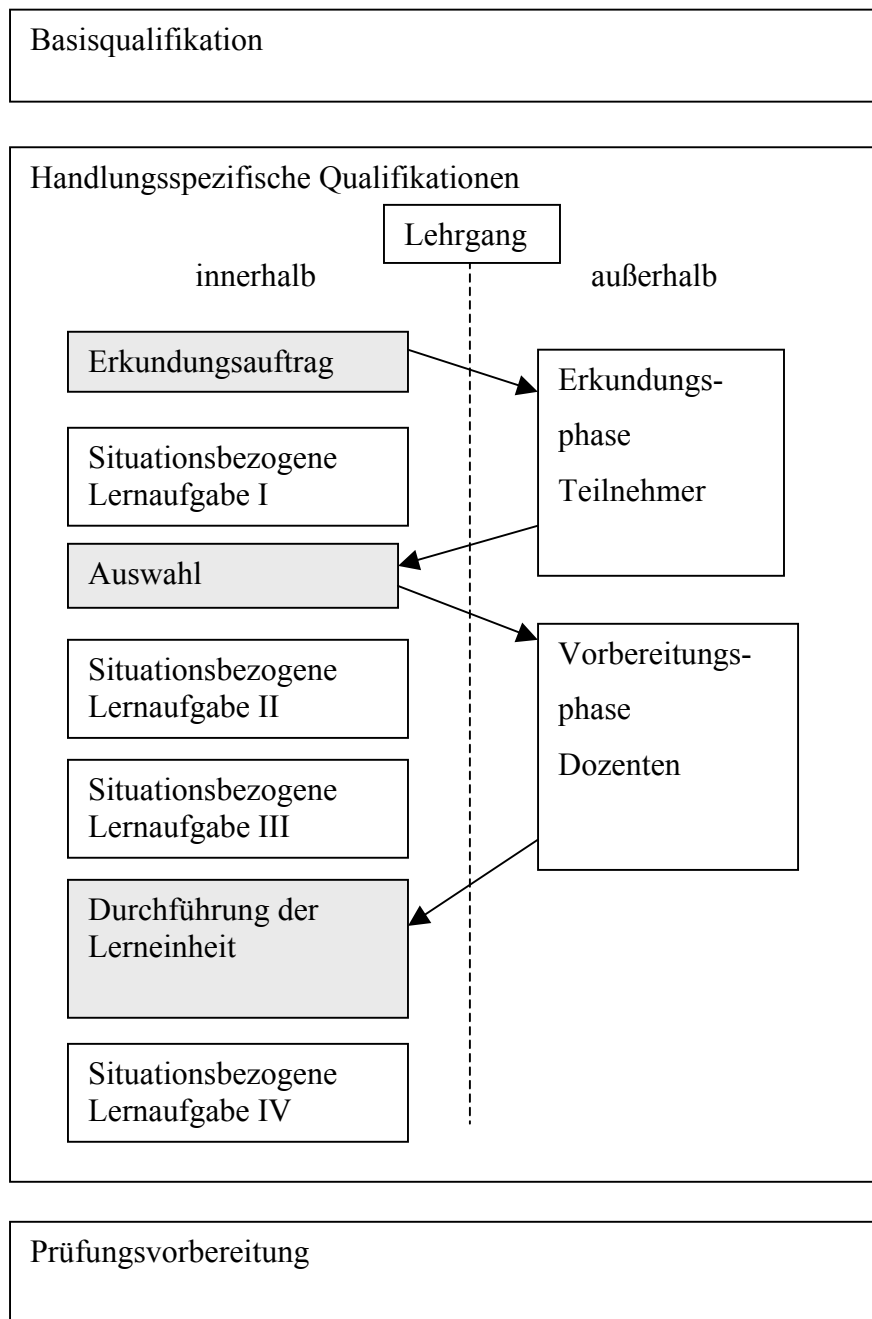


Abbildung 3 Mögliche Einbindung des Konzepts „Innovationstransfer“ in den Lehrgangsverlauf

6 Hilfsmittel: Innovationsziel-Erfassungsbogen

Der Erfassungsbogen erfüllt zwei Aufgaben, einerseits wird dadurch eine systematische und einheitliche Erfassung der betrieblichen Ausgangssituation (Innovationsziel) erleichtert, andererseits dient der Bogen in der Auswahlphase als Präsentationsmedium für die Vorstellung von Innovationszielen durch die Teilnehmer. Der einheitliche Rahmen erlaubt eine zielgerichtete Auswahl, da die wesentlichen Kriterien direkt gegenübergestellt werden können.

(Innovationserfassungsbogen siehe Anlage 1)

7 Umsetzungsbeispiel

Im Folgenden wird zur Verdeutlichung einer möglichen konkreten Umsetzung des hier vorgestellten Konzeptes „Innovationstransfer“ die Durchführung einer Unterrichtsreihe dokumentiert, die auf Basis dieses Konzeptes erstmalig im BZN durchgeführt wurde. Die Teilnehmergruppe der Unterrichtseinheit ist eine Klasse der Industriemeisterausbildung Metall, die im Jahr 2000 die Weiterbildung aufgenommen haben und zum Zeitpunkt der Durchführung der Unterrichtsreihe (Mitte 2002) sich im Bereich der handlungsspezifischen Ausbildung befinden. Es handelt sich um einen Teilzeitlehrgang mit 15 Teilnehmern, die innerhalb von drei Jahren neben ihrem Beruf die Meisterqualifizierung absolvieren. Die Betreuung der Unterrichtsreihe erfolgte durch ein Dozententandem gebildet aus dem pädagogischen Leiter (Dr.-Ing.) und einem Dozenten der selbst hauptberuflich, als Industriemeister tätig ist. Diese Kombination aus „Fachwissenschaftler“ und „Praktiker“ bewährte sich als sehr erfolgreich für die Umsetzung und Durchführung der Unterrichtseinheit. Des Weiteren wurde die Planung, Durchführung und Auswertung der Unterrichtseinheit durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter der Universität Karlsruhe, die mit der Modellversuchsbegleitung beauftragt sind, begleitet. Die nachfolgend dargestellte Dokumentation der Unterrichtseinheit orientiert sich an dem Phasenverlauf des vorgestellten Konzeptes (siehe auch Kapitel 4).

1. Phase: Innovationspotentiale erkunden

In einer einführenden Veranstaltung zur Unterrichtsreihe wurden die Teilnehmer zunächst über den gesamten Verlauf, Ziele und Intentionen der kommenden Unterrichtseinheit informiert. Daraufhin wurde der Innovationszielerfassungsbogen (siehe Anlage 1) ausgegeben mit der Bitte auf Basis dieses Dokuments in ihren

Betrieben nach Möglichkeiten zu forschen, wie ein bisheriger Bereich aus dem bestehenden Arbeitsprozess oder wie ein bisher eingesetztes Arbeitsmittel verbessert werden kann. Zu dieser Erkundung und Dokumentation von Innovationszielen wurden den Teilnehmern 2 Wochen Zeit gegeben in ihren Betrieben Nachforschungen anzustellen. Die nicht alltägliche Aufgabe wurde von den Teilnehmer in der Mehrheit interessiert aufgenommen, das durch vielfältige Nachfragen und eine intensive Diskussion der neuen Lerneinheit deutlich wurde. Im Ergebnis wurde von ca. 2/3 der Teilnehmern Innovationsziele erkundet und mehr oder weniger ausführlich dokumentiert. Hierbei wurde deutlich, dass die bisher im Unterricht engagierten und interessierten Teilnehmer sich bei dieser Aufgabe besonders einbrachten, wo hingegen bisher passive Teilnehmer auch nicht durch die neue Aufgabenstellung zu motivieren waren. So zeigte sich schon in der dieser frühen Phase der Lerneinheit, dass eine hohe intrinsische Motivation der Teilnehmer eine unablässige Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung solcher Unterrichtsprojekte darstellt. Zum Einblick in die ersten Ergebnisse dieser Phase ist in der Anlage 2 ein von den Teilnehmern erstellter Innovationszielerfassungsbogen abgebildet.

2. Phase: Auswahl des am besten geeigneten Innovationsziels

Auf Basis der von den Teilnehmern eingereichten Erfassungsbögen wurde im erweiterten Kreis von Dozenten und Teilnehmern die Auswahl eines Innovationsziels als Ausgangspunkt für eine Aufgabenstellung getroffen. Eine besondere Schwierigkeit bei der Auswahl geeigneter Aufgabenstellungen lag in der Problematik, dass zur Lösung vieler von den Teilnehmern vorgeschlagener Innovationsziele komplexe betriebliche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen. Da der Anspruch verfolgt wurde, dass eine Lösung auch für nicht betriebsangehörige Teilnehmer in begrenzter Zeitraum und ohne über zusätzliche betriebsinterne Kenntnisse zu verfügen, möglich seien muss, konnten nur wenige Aufgaben in die engere Wahl genommen werden. Unter diesem Aspekt fiel die Wahl auf eine Aufgabe aus dem Überarbeitungswerk für Stoßdämpfer der Deutschen Bundesbahn (DBAG Werk Krefeld). Diese bot sich insbesondere an, da die Aufgabenstellung mit einer überschaubaren Anzahl von Rahmenbedingungen und Fakten klar zu umreißen war. Die Aufgabe erschien insbesondere geeignet übergreifende für die Praxis bedeutende Kompetenzen, wie die systematische Planung der Verbesserung

von Arbeitsmitteln zu fördern (angrenzende Themen des Rahmenstoffplans sind Qualitätsmanagement, KVP und Montagetechnik). Innovationsziel, das im Rahmen dieser Aufgabenstellung bearbeitet werden soll, ist die bisher ausschließlich visuell durchgeführte Kontrolle von Kolbenstangen für Stoßdämpfer von Bahnwaggons zu verbessern. Ziel ist es, eine Kontrollvorrichtung für Kolbenstangen zu entwickeln, mit deren Hilfe schnell und zuverlässig die Geradheit von Kolbenstangen vor der Montage überprüft werden können. Eine ausführliche Beschreibung der Aufgabenstellung mit näheren Angaben zu den Randbedingungen und technischen Zeichnungen ist in der Anlage 4 „Darstellung der Aufgabenbeschreibung“ wiedergegeben.

3) Phase: Vorbereitungsphase

Zunächst wurde ein Dozententeam gebildet, welches die Unterrichtseinheit begleitet. Auswahlkriterium waren hier die jeweiligen Fachgebiete der Dozenten und deren Interesse an neuen Unterrichtsgestaltungsmöglichkeiten. Wichtigster Schritt dieser Phase war die sorgfältige Planung der kommenden Unterrichtseinheit. Dazu wurde zunächst eine Grobplanung mit thematischen Schwerpunkten für die einzelnen Unterrichtseinheiten vorgenommen (siehe folgende Abbildungen). Die Planung sieht eine Unterrichtseinheit mit vier Lehrgangseinheiten von ca. jeweils 4 Unterrichtsstunden vor.

1. Lerneinheit	Datum:
Ziel: Analyse der Aufgabenstellung, klären der Rahmenbedingungen	
Erarbeitungsform: Diskussion, Dozent-Teilnehmer-Gespräch	
Hilfsmittel: Anforderungsliste, Checkliste für Anforderungen	
Ergebnis: ausgefüllte Anforderungsliste	

2. Lerneinheit	Datum:
Ziel: Verschiedene Lösungsprinzipien erarbeiten und auswählen	
Erarbeitungsform: Gruppenarbeit, Präsentation, Diskussion	
Hilfsmittel: Morphologisches Schema, Bewertungstabelle, Informationsmaterialien über Messverfahren	
Ergebnis: Prinzipskizze mit funktionaler Darstellung des Lösungsprinzips (nicht maßstäblich)	

3. Lerneinheit	Datum:
Ziel: Ausarbeitung des Lösungsprinzips	
Erarbeitungsform: Gruppenarbeit, Präsentation	
Hilfsmittel: Informationen über Normteile, evtl. Zeichenbrett	
Ergebnis: bemaßte Skizze nach dem die Vorrichtung gefertigt werden kann, Stückliste	

4. Lerneinheit	Datum:
Ziel: Aufbereitung der Lösungsergebnisse zu einer Präsentation	
Erarbeitungsform: Gruppenarbeit, Präsentation	
Hilfsmittel: PC mit Software „Power-Point“, Folien, Plakate	
Ergebnis: Präsentation, mit deren Hilfe die gefundene Lösung dem Betrieb vorgestellt werden kann	

In einem zweiten Schritt wurde eine Feinplanung der einzelnen Lerneinheiten auf Basis von detaillierten Unterrichtssynopsen vorgenommen. Diese Feinplanung der einzelnen Unterrichtseinheiten umfasste hauptsächlich die Strukturierung der Unterrichtseinheiten in sinnvoll abgegrenzte Phasen und die Festlegung von

Sozialformen und den eingesetzten Medien. Die Synopsen zu den einzelnen Unterrichtseinheiten sind in der Anlage 3 festgehalten.

4) Phase: Lösungssuche und Erarbeitung eines Lösungsvorschlags

Diese Phase umfasst die eigentliche Unterrichtseinheit. Ausgangspunkt der Lernhandlungen stellt das Innovationsziel dar, eine Prüf-/Messvorrichtung für die Kontrolle von Kolbenstangen zu finden. Eine ausführliche Darstellung der Aufgabe und die Nennung entsprechender Rahmenbedingungen und technischen Zeichnungen befinden sich in der Anlage 4.

1. Unterrichtseinheit

Zielsetzung dieser Arbeitsphase war es alle Bedingungen der Aufgabenstellung zu erfassen, zu präzisieren sowie systematisch zu ordnen. Dies ist eine zwingende Voraussetzung, um einen möglichst störungsfreien und zielgerichteten weiteren Arbeitsablauf zu gewährleisten. Angestrebtes Ziel dieser ersten Arbeitsphase war die vollständige und systematische Aufgabenbeschreibung in Form einer Anforderungsliste. Hierbei ist darauf zu achten, dass möglichst präzise Angaben, die am durch quantitative Angaben gestützt werden, gemacht werden. Alle Anforderungen wurden als Wunsch oder Festforderung gekennzeichnet. (Ergebnis siehe folgende Seite).

Anforderungs- Liste			
	Anforderungen	Zahlenangabe	Art
1.	Geometrie	$\phi 18 - 43 \text{ mm}$ Länge 95 - 780 mm	(F)
2.	Gewicht der Kolbenstangen	0,8 - 5,0 kg	(F)
3.	Sicherheit	Arbeitsschutz- vorschriften	(F)
4.	Messgenauigkeit	0,01 mm	(F)
5.	Fertigung	Stückzahl : 1 viele Fertigteile / Normteile	(F) (W)
6.	Kosten	max. 5.000 €	(F)
7.	Gebrauch	150 Stück/Tag	(F)

Abbildung 1: Anforderungsliste zur Aufgabenstellung

2. Unterrichtseinheit

Ziel dieser Unterrichtseinheit war die Erfassung des Kerns der Aufgabenstellung und des Erkennens von zu realisierenden Funktionen des zu konstruierenden Objekts. Dazu erfolgt die Darstellung des Zusammenwirkens von Teilfunktionen in Form einer Funktionsstruktur. Die Funktionsstruktur muss logisch sein und es dürfen nur gleiche Flussarten miteinander verbunden werden. Hierdurch wird angestrebt durch die zunächst abstrakte Lösungsentwicklung die weitere Aufgabenentwicklung auf eine breite Basis zu stellen und die Voraussetzungen zu schaffen, um im folgenden Arbeitsschritt Wirkprinzipien gesondert erarbeiten zu können. Arbeitsergebnis war die

Darstellung einer Funktionsstruktur in Form eines Blockschaltbildes. Weiteres Ziel dieser Unterrichtseinheit war es für die gegebenen Teilfunktionen geeignete Lösungsprinzipien zu finden. Das Lösungsprinzip beinhaltet den für die Erfüllung der Funktion erforderlichen physikalischen Effekt sowie geometrische und stoffliche Merkmale. Das angestrebte Arbeitsergebnis dieser Phase ist die prinzipielle Lösung auf der Ebene der Effekte. In einem zweiten Schritt erfolgt dann eine Konkretisierung des Wirkprinzips durch Festlegen der geometrischen Anordnung. Das Entwickeln von Lösungsprinzipien gilt bei Neuentwicklungen als eine der wichtigsten Arbeitsschritte, da hierdurch die grundlegenden Eigenschaften des Produktes festgelegt werden, so dass dieser Phase im Unterricht eine besondere Bedeutung zugemessen wurde.

Das Funktionsprinzip der zu entwickelnden Prüf-/Messvorrichtung lies sich auf die zwei Funktionen „Kolbenstange aufnehmen“ und „Geradheit prüfen“ zurückführen. Für diese beiden Hauptfunktionen wurden in einem zweiten Schritt mehrere unterschiedliche Prinzipiellösungen im Unterricht erarbeitet. Dabei wurde auf eine allzu abstrakte Betrachtung auf der Ebene von physikalischen Effekten verzichtet, wie dies zum Beispiel in Konstruktionsrichtlinien (z. B. VDI 2222) gefordert wird. Trotzdem wurden die Teilnehmer angehalten nur Lösungen auf prinzipieller Ebene zu entwickeln. Dies ist ein wichtiger Aspekt in dieser Lösungsphase, da die Teilnehmer dazu neigten, schnell sehr konkrete Lösungen vorzuschlagen und so die Gefahr bestand, dass der Lösungsraum frühzeitig eingeengt wurde. Durch ein solche frühzeitige Einengung gehen oft alternative Lösungsmöglichkeiten verloren, so dass die Innovationspotentiale nicht optimal ausgeschöpft werden können. Nachdem verschieden Prinzipiellösungen erarbeitet wurden, wurden diese geordnet und in Form eines morphologischen Schemas visualisiert (siehe Abbildung 3).

Nun erfolgte die Eingrenzung des Lösungsraums durch eine Auswahl der entwickelten Lösungsprinzipien. Die Auswahl des am besten geeigneten Lösungsprinzips wurde durch die Erarbeitung von Bewertungskriterien unterstützt, um ein hohes Maß an Objektivität zu gewährleisten. Insgesamt wurden fünf Bewertungskriterien aufgestellt, denen jeweils unterschiedliche Gewichtungen zugeordnet wurden (siehe Abbildung 4). Durch dieses schrittweise, systematische Vorgehen sollten bei den Teilnehmern übergreifende Handlungsschemata entwickelt werden, die geeignet sind auch ähnliche Problemstellungen zu lösen. Aus diesem Grund war ein intensives „Durchleben“ der systematischen Generierung und

Selektion von Lösungsvorschlägen ein wichtiger Bestandteil dieser Unterrichtsphase, für den ein genügender Zeitraum zur Verfügung gestellt werden musste. In der Durchführung zeigte sich, dass die Dozenten teilweise einen zu starken Gewicht auf das eigentliche Ergebnis legten und dabei schnell den Lösungsprozess aus dem Auge verloren. Letztendlich ist aber das materielle Ergebnis, die konkrete Lösung zweitrangig für den Lernprozess, für diesen ist nur der Aufbau von generalisierenden Handlungsschemata wichtig. Ergebnis dieser Unterrichtsphase war die Auswahl der am besten geeigneten Prinziplösungen für die Teilfunktionen. Bei der Funktion „Kolbenstange aufnehmen“ fiel die Wahl auf das Lösungsprinzip auf das Prinzip: „Kolbenstange auf gelagerten Scheiben aufnehmen“. Bei der Funktion „Geradheit prüfen“ fiel die Entscheidung auf eine Prüfung mittels zwei elektronischer Messtaster, die unterhalb der Kolbenstange positioniert werden (siehe Abbildung 3).

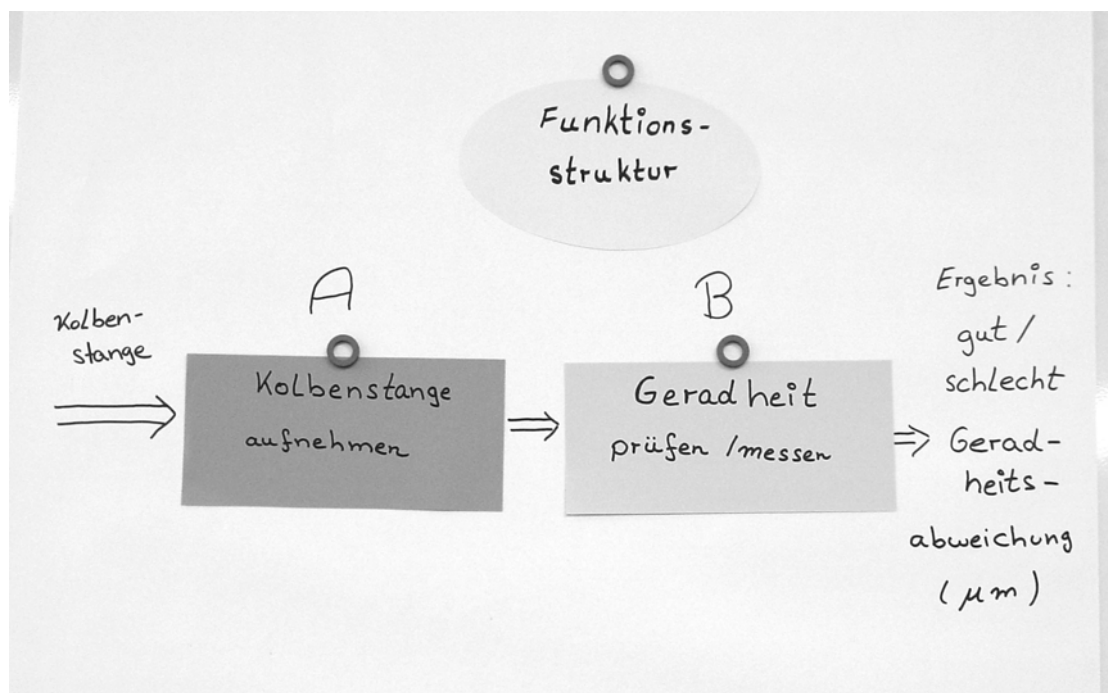


Abbildung 2: Funktionsstruktur der zu entwickelnden Prüf-/Messvorrichtung

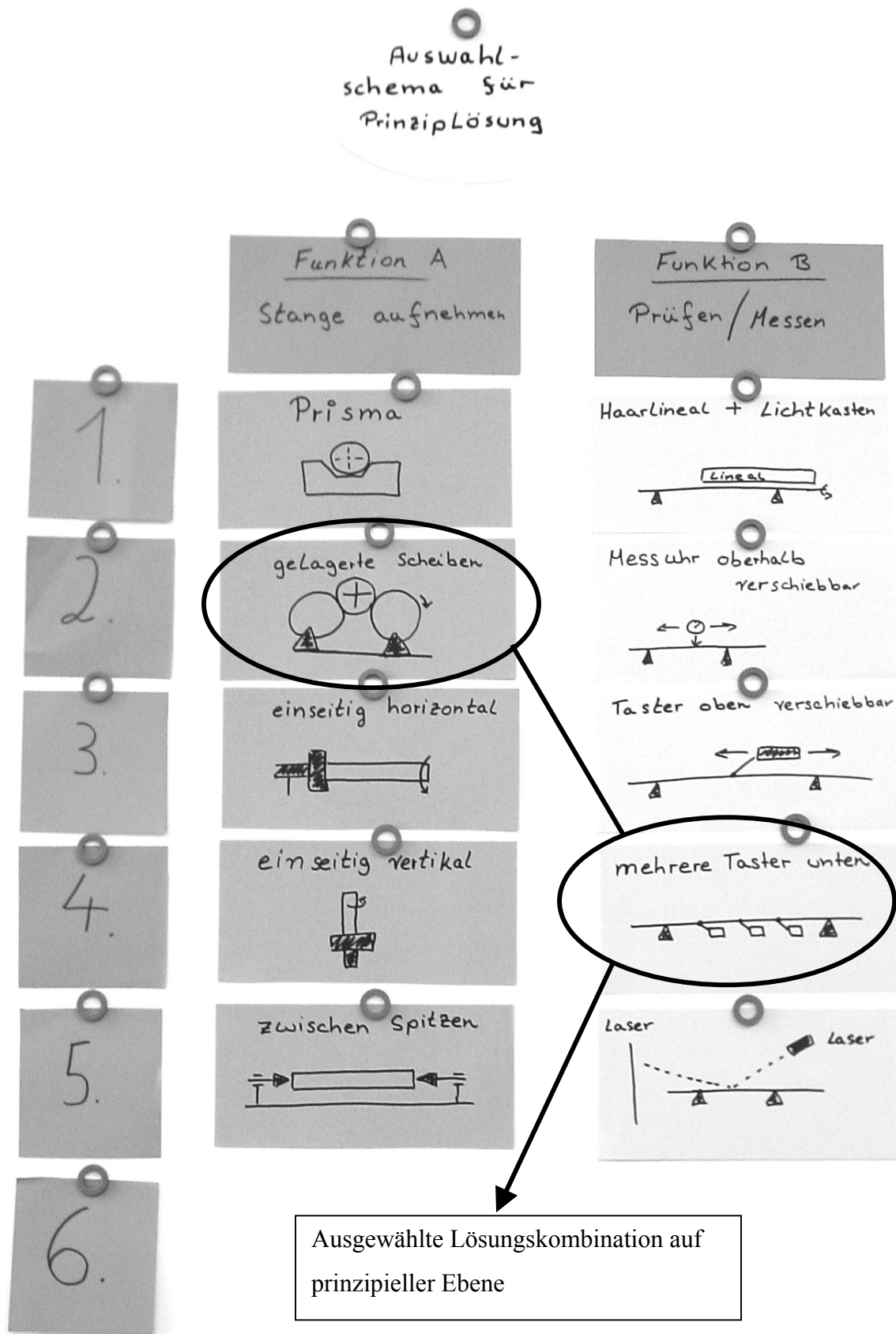


Abbildung 3: Auswahlschema für die Prinziplösungen

Bewertungs-
Kriterien

Kriterien	Gewichtung
1) Kosten	0,2
2) Robustheit	0,1
3) Arbeitssicherheit	zwingend
4) Funktionssicherheit	0,4
5) Bedienungs- freundlichkeit	0,3
	1

Abbildung 4 Bewertungskriterien zur Auswahl der Prinziplösung

3. Unterrichtseinheit

Ziel dieser Unterrichtseinheit war es alle erforderlichen Angaben zum Bau der Vorrichtung zusammenzustellen. Dies erfolgt üblich in Form einer maßstäblichen Skizze sowie durch die Anfertigung einer Stückliste. Aufgrund der Einzelanfertigung wurde beschlossen die Vorrichtung ausschließlich aus Norm- und Fertigteilen zusammenzustellen, um keine unnötigen Fertigungskosten zu erzeugen und eine schnelle und problemlose Realisierung der Vorrichtung zu ermöglichen.

Dementsprechend bestand ein Großteil der Unterrichtsaktivität in der Recherche von Herstellerkatalogen und in der Zusammenstellung von Bauteilen und benötigten Gerätschaften. Für diese Lösungsphase standen den Teilnehmern verschiedene Kataloge bedeutender Werkzeug- und Maschinenhersteller zur Verfügung.

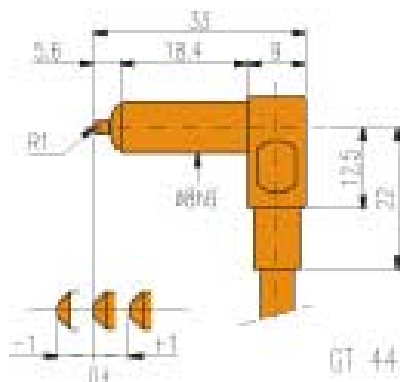
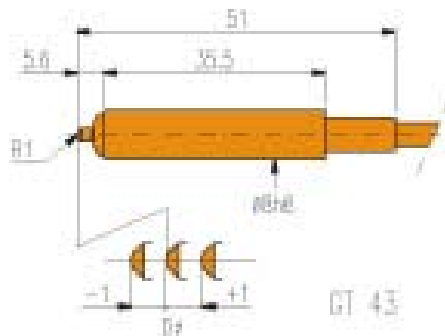
Die Ergebnisse dieser Unterrichtseinheit sind auf den folgenden Seiten dargestellt.

Zusammenstellung der Baugruppen für die Vorrichtung

- 1) Präzisionsabrollböcke, die ein sehr leichtes Drehen der Kolbenstangen für den Prüfvorgang ermöglichen, Typ ABL 10, Höhe 219 mm, Paarpreis 1225 €



- 2) Universalmesstaster 2 Stück, 355 €



- 3 Messstativ zwei Stück, Säule 16 mm, Messarm 190 mm, 175 €

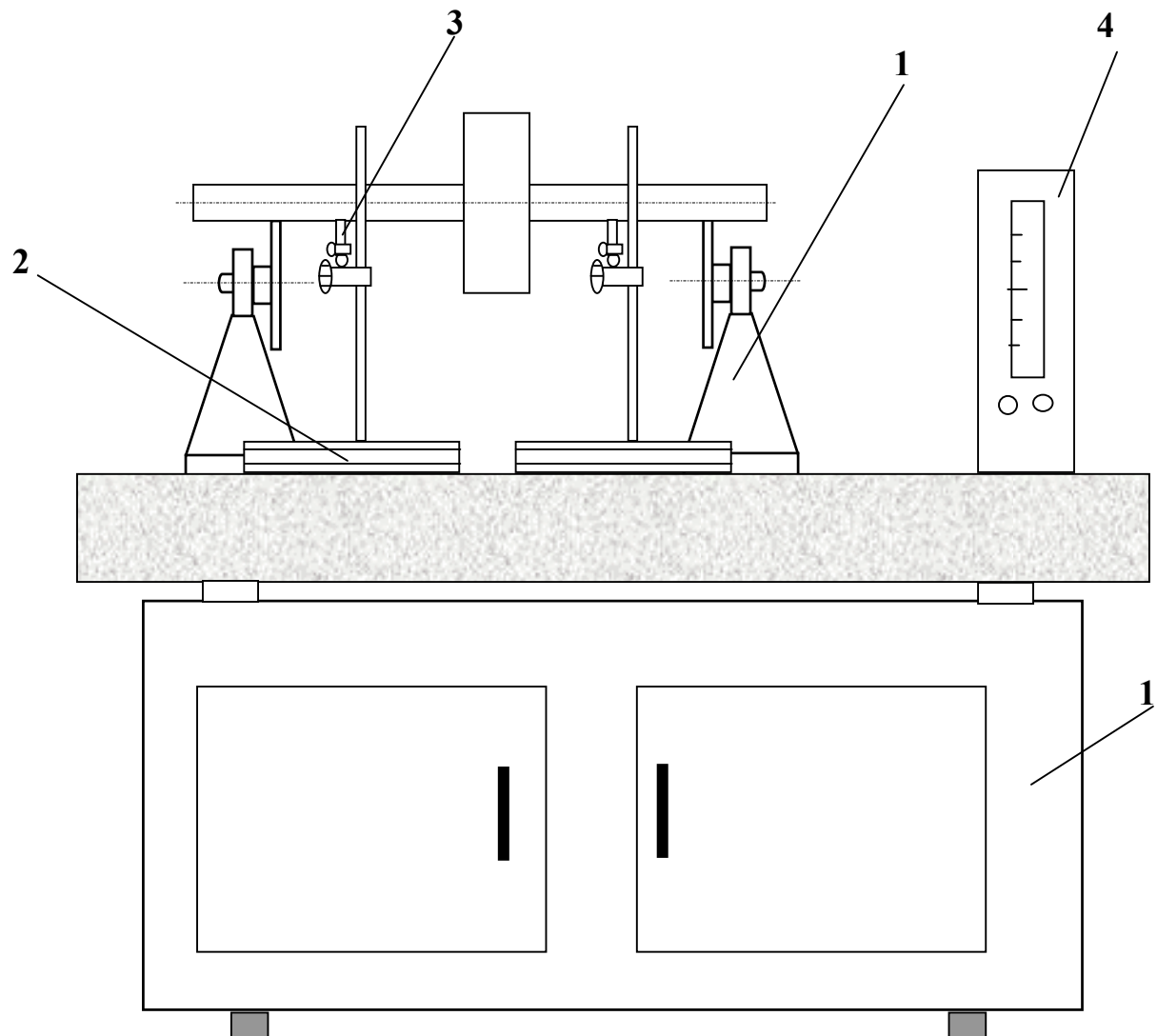


Prüfplatte, Länge 1000 mm, Breite 600 mm, Genauigkeitsgrad 4, 1340 €



5) Ausgabegerät für die Messdaten, Typ 300 für zwei Messtaster, 1545 €



Anordnungsskizze**Stückliste**

Pos. Nr.	Anzahl	Bezeichnung	Anmerkungen
1	1	Prüfplatte 1000 * 400 mit Unterschrank	
2	2	Messstativ	
3	2	elekt. Universalmesstaster Modell	
4	1	Anzeigegerät	
5	2	Abrollständer	

5. Phase: Präsentation erstellen

Die Umsetzung der 5. Phase des Konzeptes erfolgte in der 4. Unterrichtseinheit. Diese Unterrichtseinheit widmete sich einer mediengestützten Aufbereitung der Lösungsergebnisse. Ausgangspunkt stellte das erarbeitete Lösungskonzept und die Zielsetzung dar. Hauptziel der Phase ist es eine ansprechende Aufbereitung, ohne eine weitere Optimierung der Ergebnisse vorzunehmen. Ziel war es eine technisch und sachlich korrekte aber trotzdem ansprechende Präsentation zu entwickeln.

6. Phase: Präsentation

wird noch durchgeführt, Ergänzung der Ergebnisse folgt

7. Phase: Bewertung

wird noch durchgeführt, Ergänzung der Ergebnisse folgt

8. Phase: Reflexion

wird noch durchgeführt, Ergänzung der Ergebnisse folgt

8 Anlage 1 Erfassungsbogen

Teilnehmer:	Vorschlag Nr.
Betrieb:	
Branche/Produkte:	
Kurzbeschreibung des Innovationsziels/der Verbesserungsmöglichkeit in Stichworten (Zielangabe, keine Lösungsansätze):	
Zu beachtende betriebliche Rahmenbedingungen:	
Bezug zum Rahmenlehrplan:	

9 Anlage 2: Beispiele für ein Innovationsziel

Teilnehmer: Arnd Hünting , IM Metall 2000	Vorschlag Nr. 2
Betrieb: DBAG Werke Krefeld	
Branche/Produkte: Stossdämpferaufarbeitung	
Kurzbeschreibung des Innovationsziels/der Verbesserungsmöglichkeit in Stichworten (Zielangabe, keine Lösungsansätze): Montage- und Fertigungsabläufe optimieren. Früher: Grossserien (100-200 Stück pro Sorte; 35 Sorten) Jetzt: - Kleinserien (10-50 Stück pro Sorte; 300 Sorten) - Einzelfertigung	
Zu beachtende betriebliche Rahmenbedingungen: Räumliche Gegebenheiten, teilweise können Betriebsmittel nicht verändert oder räumlich versetzt werden, 2-Schichtbetrieb; je Schicht ca. 15 MA; 5-Tage Woche (38 Std.), Arbeitsanweisungen, Zeichnungen	
Bezug zum Rahmenlehrplan:	

10 Anlage 3 Feinplanung der Unterrichtsseinheit

einheit	Inhalt/ Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Zeit (min)
Problem- analyse	Vorstellung der Problemstellung durch Teilnehmer	Folie mit Problemstellung	Teilnehmer darbietend	30
	Analyse der Problemstellung	Folie mit Problemstellung	Diskussion	60
	Anforderungsliste erarbeiten	Vordruck Anforderungsliste/ Checkliste	Gruppenarbeit	50
	Anforderungsliste vorstellen und abgleichen		Teilnehmer darbietend, Diskussion	40

einheit	Inhalt/ Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Zeit (min)
Funktions- Prinzip erarbeiten	Teilfunktionen definieren	Metaplan mit Schema	Diskussion	30
	Funktionsprinzipien zu den Teilfunktionen erarbeiten	Information Messen/Prüfen	Gruppenarbeit	90
	Vorstellung der gefundenen Lösungsprinzipien	Karten/ Metaplan	Präsentation	30
	Bewerten und Einigung auf das am besten geeignete Lösungsprinzip	Karten/ Metaplan	Diskussion	30

3. Unterrichtseinheit	Inhalt/ Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Zeit (min)
Lösungsentwurf ausarbeiten	Ziel der Lerneinheit festlegen		Diskussion	15
	Ausarbeitung der Lösungsprinzipien zu einem Entwurf	Tabellenbuch, Herstellkataloge Normteilkataloge	Gruppenarbeit	135
	Vorstellung und Abgleich der Entwürfe		Präsentation	30

4. Unterrichtseinheit	Inhalt/ Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Zeit (min)
Aufbereitung der Lösung in einer Präsentation	Einführung mit Hinweisen zu den Merkmalen einer guten Präsentation	Beispiele für Präsentationsformen (traditionell, PC-Technik)	Vortrag	15
	Ausarbeitung einer Präsentation	Folien Power-Point	Gruppenarbeit	135
	Vorstellung und Abgleich der ausgearbeiteten Präsentationen		Präsentation	30

11 Anlage 4 Darstellung der Aufgabenbeschreibung

Ausgangslage

Bei der Endmontage in der Stossdämpferaufarbeitung müssen die Kolbenstangen auf Geradheit kontrolliert werden, da nicht grundsätzlich neue Ersatzteile verwendet werden. Die Kontrolle wurde bisher visuell, durch einen Blick entlang der Längsachse der Kolbenstange durchgeführt. Dies entspricht aber nicht dem heutigen Standard und ist aus Sicht der Qualitätssicherung nicht mehr vertretbar.

Innovationsziel

Entwicklung einer Prüf- und Messvorrichtung, mit der einfach und schnell (geringer Zeitaufwand) die Geradheitsprüfung der Kolbenstangen erfolgen kann. Die Kontrolle sollte in der Regel ohne quantitative Erfassung der Geradheit durchgeführt werden und nur in bestimmten Fällen sollte eine direkte Maßabweichung erfasst werden. Die Kontrollvorrichtung sollte mobil sein, um einfach und problemlos an unterschiedlichen Arbeitsplätzen eingesetzt werden zu können.

Rahmendaten der Aufgabenstellung

Sorten Kolbenstangen:	ca. 250 Stück
Kolbenstangendurchmesser:	18 mm bis 43 mm
Kolbenstangenlänge (Lauffläche):	95 mm bis 780 mm
Kolbenstangelaufläche:	verchromt oder geschliffen (Oberfläche darf nicht beschädigt werden)
Kolbenstangen Gewicht:	0,8 Kg bis 5,0 Kg
Mindestmenge / Tag:	150 Stück
2 Schichtbetrieb:	je 7,6 Stunden
Personalbedarf max.:	1 MA pro Schicht
Qualitätsmanagement:	DIN EN ISO 9001:2000

Die folgende Abbildung zeigt eine Kolbenstange die auf Geradheit geprüft werden muss.

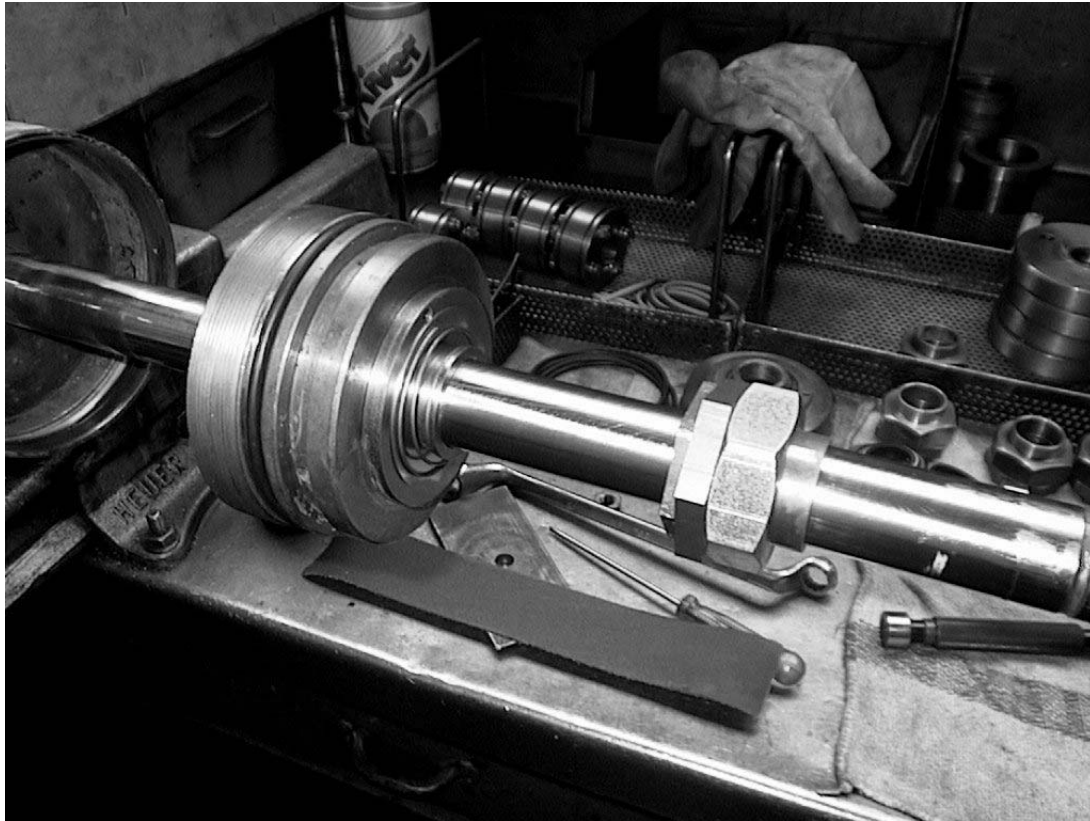


Abbildung 5: Abbildung einer Kolbenstange aus einem Stoßdämpfer mit montierten Kolben

Weitere Informationen zur Aufgabenstellung

Auszug aus der Original „Wartungs- und Überholungsanleitung“ eines Stossdämpferherstellers

Das Arbeitsprinzip eines Stoßdämpfers

Der KONI Eisenbahndämpfer arbeitet hydraulisch; die Dämpfungskraft wird erzeugt durch den Widerstand von strömender Flüssigkeit durch Ventile und Restriktionen. Der Dämpfer arbeitet in doppelter Weise; sowohl bei der Bewegung einwärts (Druckhub) wie auch bei der Bewegung auswärts (Zughub) wird Dämpfungskraft geliefert. Die Konstruktion ist, in fast allen Fällen, derart, dass die Kräfte einwärts und auswärts im Prinzip gleich sind.

Benennung Hauptkomponente

Der Dämpfer ist aufgebaut aus einer Zahl von Hauptkomponenten. In der nebenstehenden Zeichnung ist der Dämpfer vereinfacht wiedergegeben worden.

In Anhang A finden Sie vollständige Schnittzeichnungen.

A Staubkappe:

Schützt die Kolbenstange vor Splitt, Schmutz, usw.

B Faltenbalg (nicht bei allen Dämpfern):

Schützt die Kolbenstange vor Schmutz.

C Führung:

Schließt den Dämpfer an der Oberseite öldicht ab und bietet den Dämpfventilen platz.

D Dämpfventil:

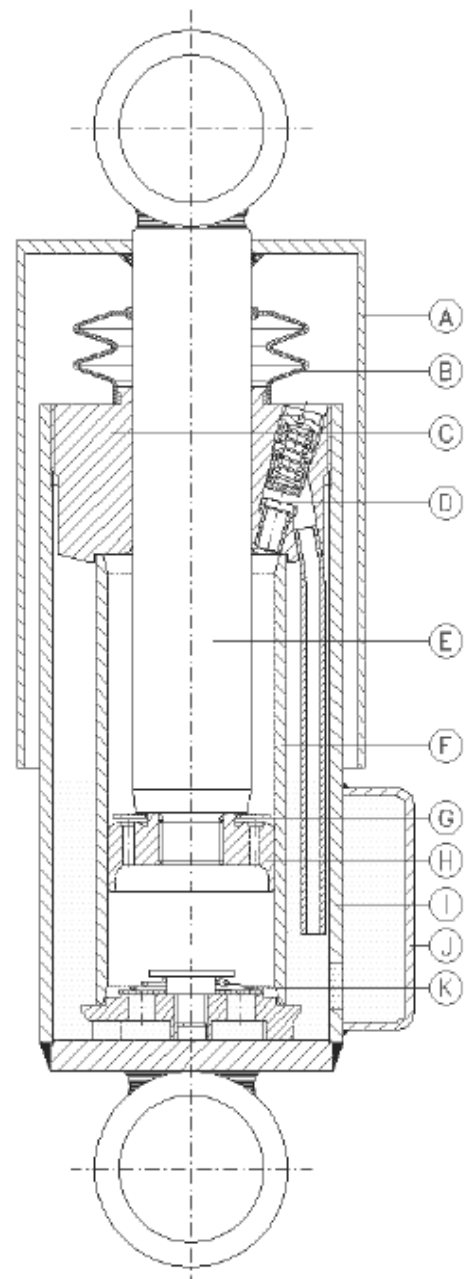
Dieses von außen einstellbare Ventil regelt die Dämpfungskraft, meistens werden zwei oder mehr Ventile angewandt. (Bei den Typen 02 und 04 sind die Ventile erreichbar nachdem die Behälterrohrdichtung weggenommen worden ist).

E Kolbenstange:

Bildet die Verbindung zwischen der Dämpferbefestigung und dem Kolben.

F Zylinder:

In dem Zylinder werden die Dämpfungskräfte erzeugt.



G Kolben-Rückschlagventil:

Einrichtung-Ventil, kann das Öl mit sehr geringem Widerstand von dem Raum unter dem Kolben zu dem Raum über dem Kolben fließen lassen.

H Kolben:

Teilt den Raum in dem Zylinder in zwei Räume auf und funktioniert als Führung der Kolbenstange.

I Ölbehälter:

Ist das Gehäuse des Dämpfers und nimmt Unterschiede vom Ölvolume auf.

J Dom (nicht bei allen Dämpfern):

Bildet einen zusätzlichen Behälterraum, kann in unterschiedlichen Formen montiert worden sein.

K Bodenventil-Rückschlagventil:

Einrichtungs-Ventil, kann das Öl mit sehr geringem Widerstand von dem Behälter zu dem Zylinder fließen lassen.

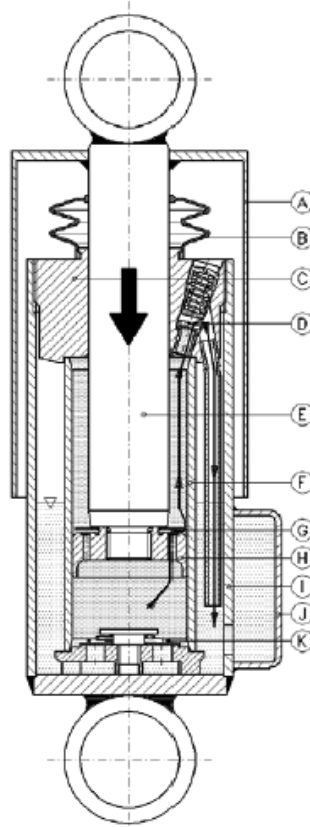
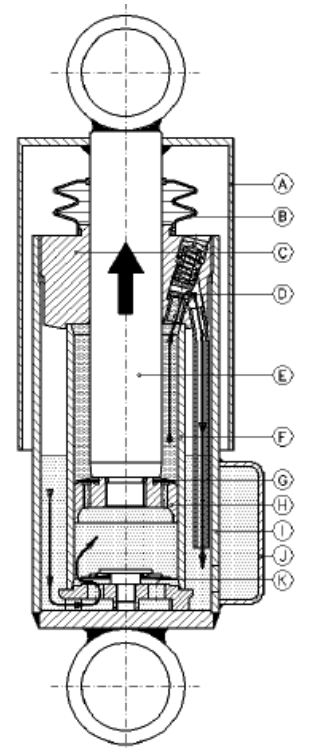
WirkungBewegung auswärts: (Fig. 1.2)

Wenn die Kolbenstange sich auswärts bewegt, wird über dem Kolben H ein Druck aufgebaut, dadurch, dass Dämpfungsventil D und Rückschlagventil G geschlossen sind. Ventil G bleibt geschlossen, weil dieses ein Einrichtungs-Ventil ist. Ventil D öffnet sich in dem Moment, da der eingestellte Druck erreicht ist. Das Ölvolume, das von dem Kolben aus dem Zylinder gepresst wird, strömt durch Ventil D zum Behälter. Hierbei empfindet das Öl einen kontrollierten Widerstand. Unter im Kolben findet eine Volumenvergrößerung statt, das benötigte Öl wird aus dem Behälter durch das Rückschlagventil K angesaugt.

Bewegung einwärts: (Fig. 1.3)

Wenn die Kolbenstange sich einwärts bewegt, wird in dem ganzen Zylinder ein Druck aufgebaut, dadurch, dass Ventil D und Rückschlagventil K geschlossen sind.

Rückschlagventil G öffnet sich, so dass das Öl von unter dem Kolben nach oben strömen kann. Das Dämpfungsventil D öffnet sich in dem Moment, da der eingestellte Druck erreicht ist. Ein Ölvolume, dem eindringenden Stangenvolumen gleich, strömt durch Ventil D zum Behälter. .



Bei allen Standard KONI Eisenbahndämpfern ist das Durchmesser Verhältnis von Kolben und Kolbenstange derart, dass der Dämpfer (bei gleicher Kolbengeschwindigkeit) einwärts und auswärts dieselbe Kraft liefert. Die Oberfläche des Kolbens ist zweimal so groß wie die Durchschnittsoberfläche der Kolbenstange.

Dämpferausführungen und Identifikation

Einteilung nach Maßen

Die KONI Eisenbahndämpfer werden standardmäßig in drei verschiedenen Durchmessern gebaut. Ansteigend von klein nach groß sind diese die Typen 96, 02 und 04. Die Hauptmaße (in mm) stehen in Tabelle 4.1:

	Typ 96	Type 02	Typ 04
Kolbenstangen Durchmesser	30	35	43
Kolben Durchmesser	42	49	60,5
Behälter Durchmesser	70	89	108
Staubkappen Durchmesser	80	102	120

Tabelle 4.1

Dämpfer, die von diesen Standardmaßen abweichen, werden Typ 98 genannt. Dämpfer mit einem elektrischen Ventil bilden Typ 00. Dämpfer mit den Typenbezeichnungen 9000 b/e 9999 sind ältere Dämpfer; sie können aufgebaut sein als 96, 02 oder 04 Dämpfer.

Einteilung nach Funktion

KONI Eisenbahndämpfer werden nicht nur nach Größe, sondern auch nach dem Ziel ihrer Anwendung eingeteilt. Wir unterscheiden auch:

Primäre Dämpfung

Unter der primären Dämpfung wird die Dämpfung der primären Federung verstanden. Diese ist die Federung zwischen der Achse und dem Drehgestell. Dafür besteht eine Dämpferart. Dies ist der Achsführungsdämpfer.

Achsführungsdämpfer (A)

Achsdämpfer werden vertikal (oder in einem beschränkten Winkel mit der Vertikale) mit der Staubkappe nach oben montiert. Der maximale Winkel mit der vertikalen Linie ist 45°.

Sekundäre Dämpfung

Unter der sekundären Dämpfung wird die Dämpfung der sekundären Federung (Federung zwischen Drehgestell und

Wagenkasten), die Dämpfung der horizontalen Bewegungen zwischen Drehgestell/Wagenkasten oder Wagenkasten/Wagenkasten und die Rotationsbewegungen zwischen Drehgestell/Wagenkasten verstanden. Für diese verschiedene Dämpfungsarten bestehen die nachfolgende Dämpferarten.

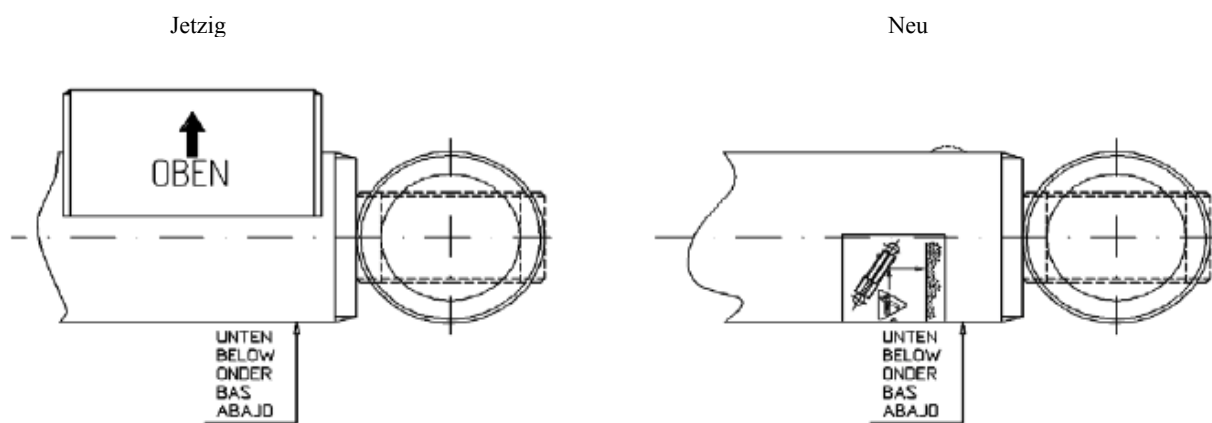
Vertikaldämpfer (V)

Dieser Typ ist bestimmt für die Dämpfung der sekundären Federung. Vertikale Dämpfer werden selbstverständlich vertikal (oder unter einem Winkel von maximal 45° mit der vertikalen Linie) mit der Staubkappe nach oben montiert.

Horizontaldämpfer (H)

Dieser Typ ist bestimmt für die Dämpfung der horizontalen Bewegung zwischen Drehgestell und Wagenkasten (laterale Dämpfer) oder die Rollbewegung zwischen zwei Wagenkästen (Koppeldämpfer). Der Koppeldämpfer wird angewandt wenn zwei Wagenkästen ein gemeinschaftliches Drehgestell haben. Dieses sogenannte Jakobs-Drehgestell wird u.a. bei der "TGV" verwendet. Horizontale Dämpfer haben eine Vorrichtung, die verhindern, dass in der horizontalen Position Luft angesaugt wird. Deshalb sind horizontale Dämpfer immer versehen mit einer Aufschrift „UNTEN“ und „OBEN“.

Die unten aufgeführte Zeichnung zeigt wie ein horizontaler Dämpfer gekennzeichnet ist (Fig. 4.1).



Figur 4.1

In einigen Fällen wird auf das Behälterrohr eine zusätzliche Luftkammer (Dom) gebaut. Der Dämpfer soll dann mit dieser Luftkammer an der Oberseite montiert werden. Horizontale Dämpfer sollen immer so montiert werden, dass die Stangenseite nie niedriger kommt als die Bodenseite.

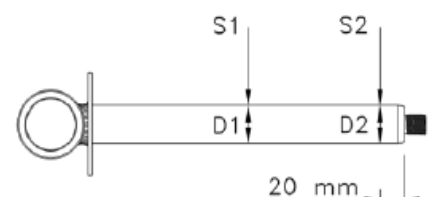
Kolbenstange

Visuelle Kontrolle

Die Lauffläche der Kolbenstange ist gehärtet, verchromt und geschliffen. Kontrollieren Sie die Oberfläche sorgfältig. Beschädigungen können Leckage und Ausfall des Dämpfers verursachen. Ersetzen Sie eine beschädigte Stange.

Der Verschleiß soll verglichen werden mit der zurückgelegten Fahrtstrecke und der nächsten Überholung.

Führen Sie die nächsten Aktionen in beschreibender Reihenfolge aus:



Figur 5.1

1. Kontrollschritt

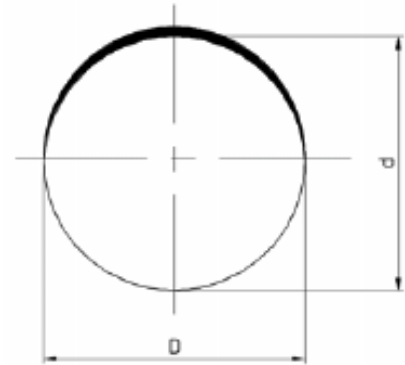
Für eine gute korrekte Funktion des Dämpfers darf die Abnutzung einen bestimmter Wert nicht überschreiten.

Messen Sie den Verschleiß auf zwei Positionen (S1 und S2)

rundherum (!), wie angegeben in Fig. 5.1 mit Hilfe von einem passenden Schraubmikrometer.

Nehmen Sie für den ersten Punkt (S1), die Lauffläche der Führung. Berechnen Sie den Unterschied der Durchmesser ($D_1 - D_2$). Der Unterschied soll nicht größer sein wie angegeben in Tabelle 5.1.

Ausführung	Verschleiß auf Durchmesser Rundherum
Geschliffen	$D_1 - D_2 > 0,01 \text{ mm} \rightarrow$ Stange wechseln
Kunststoff Band	$D_1 - D_2 > 0,04 \text{ mm} \rightarrow$ Stange wechseln



Figur 5.2

Tabelle 5.1

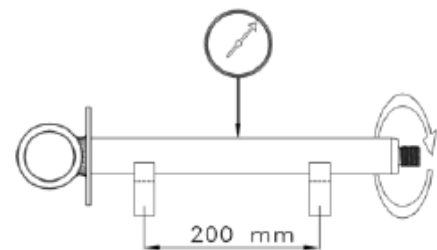
2. Kontrollschritt

Oft zeigt das Verschleißbild, dass der Verschleiß an einer Seite der Stange ist (Fig. 5.2). Messen Sie die Chromschichtdicke auf Position S1 und S2

rundherum. Die Chromschichtdicke bei Position S2 ist die ursprüngliche Schichtdicke und gilt als Referenz.

Bestimmen Sie die Differenz, welche im vergangenen Betriebsintervall entstanden ist. Die restliche Chromschichtdicke bei Position S1 darf nicht weniger sein als die entnommene Chromschichtdicke (erforderlich für den nächsten Revisionsintervall). Hiermit können Sie Erfahrung über den Revisionsintervall aufbauen.

Das erforderliche Messgerät ist auf Bestellung lieferbar. Siehe Anhang E.



Figur 5.3

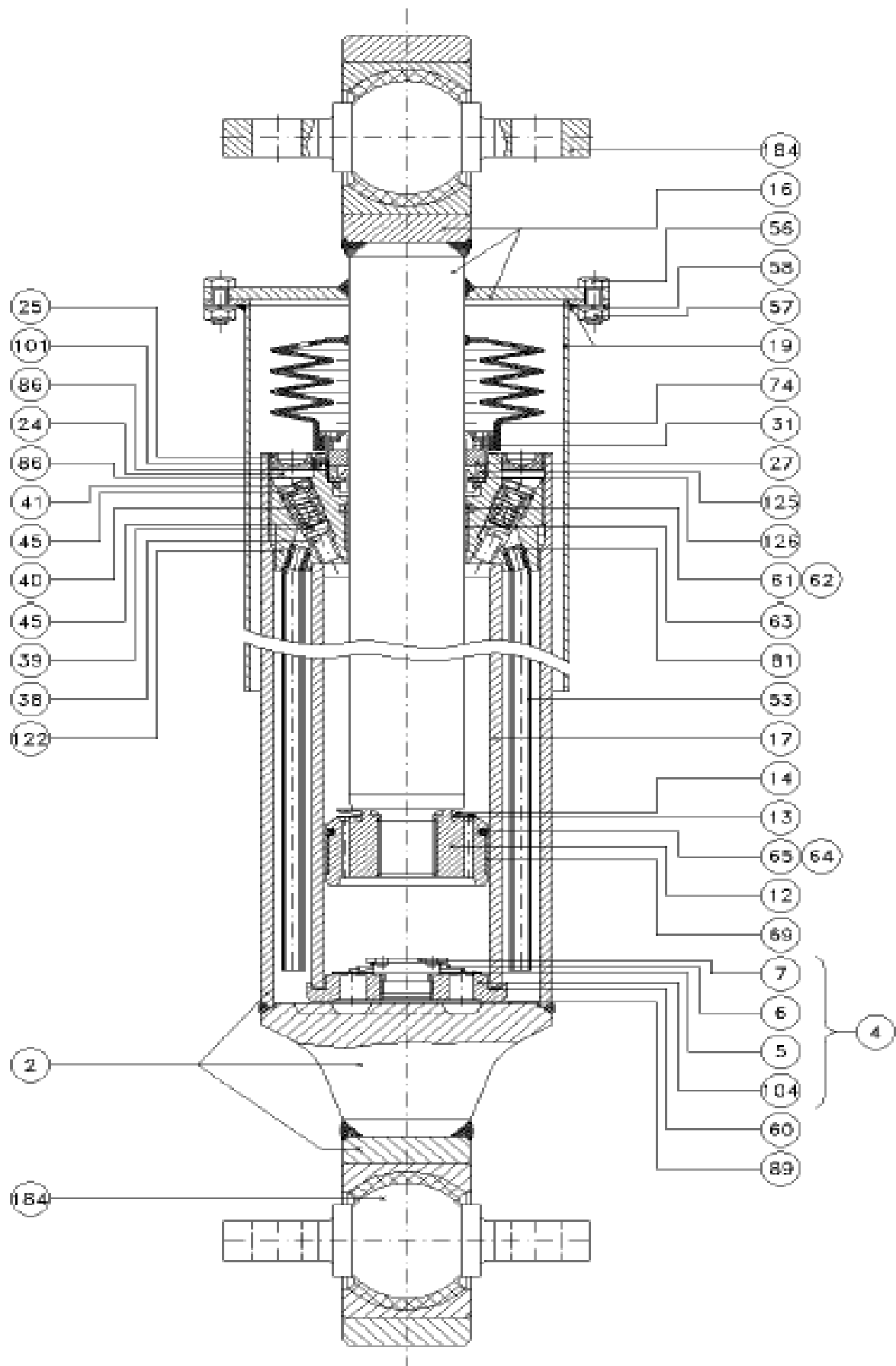
3. Kontrollschritt

Der Oberflächenrauigkeit darf ein Wert $R_a = 0,10 \text{ micron}$ nicht überschreiten. Unrauigkeiten mit größeren Wert sollen sorgfältig nachbearbeitet werden.

Verformung

Kontrollieren Sie die Gradheit der Stange (Fig. 5.3). Stellen Sie die Kolbenstange auf zwei V-Blöcke, wobei die gegenseitige Entfernung 200mm beträgt. Stellen Sie in die Mitte zwischen den V-Blöcken eine Messuhr. Sorgen Sie für eine stabile Aufstellung. Der maximal zugelassene Uhrausschlag ist abhängig von der Führungsart, siehe Tabelle 5.2.

Ausführung	Verformung
Geschliffen	Max Uhrausschlag 0,04 mm
Kunststoffband	Max. Uhrausschlag 0,1 mm



Figur A1 Vollständiger Querschnitt eines Schwingungsdämpfers

Stückliste:

002 Ölbehälter
004 Bodenventil
005 Rückschlagventil
006 Rückschlagventilfeder
007 Ventilanschlag
008 Sicherungsschraube
012 Kolben
013 Rückschlagventil
014 Rückschlagventilfeder / O-Ring
016 Kolbenstange
017 Arbeitszylinder
019 Staubkappe
023 Grundring
024 Rohrdichtung
025 Rohrdichtungsmutter
026 Stangendichtung
027 Stangendichtungsmutter
031 Schmutzabstreifer
034 Fiberring
035 Bodenventilkappe
036 O-Ring (Einstellschraube Führung)
038 Sitz
039 Ventil
040 Feder
041 Einstellschraube
045 Unterlegscheibe
053 Rücklaufrohr
056 Schraube (Staubkappe)
057 Mutter (Staubkappe)
058 Federring (Staubkappe)
060 Kupferdichtungsring
061 Abdichtungsring (Führung)
062 O-Ring (Führung)
063 Laufband (Führung)
064 Abdichtungsring (Kolben)
065 O-Ring (Kolben)
069 Laufband (Kolben)
074 Faltenbalg
077 Unterlegscheibe
081 Nippel
086 Unterlegscheibe
089 Unterlegscheibe

095 Kolbenventilkappe
100 Sicherungsmutter
101 Sicherungsschraube
104 Bodenventilgehäuse
122 Führung mit Sitz(e)
125 Distanzring
126 Stangendichtung
184 Silentblock