

Unterrichtshinweise und Lösungshinweise zur Lernaufgabe:

Schadensbedingte Instandsetzung einer Ritzelwelle

Schwerpunkte:	Handlungsbereich Technik Funktionsfeld Betriebstechnik
Modellversuchsbereich:	BZN Bildungszentrum der Wirtschaft am Niederrhein
Firma:	Wellkisten- und Papierfabriken Fritz Peters & Co. KG, Moers
Bearbeitung:	J. Thissen/S. Fletcher



UNIVERSITÄT
KARLSRUHE (TH)

Berufspädagogik/Technikdidaktik

Bildungszentrum
der Wirtschaft am Niederrhein

Inhaltsangabe:**Die Unterrichtseinheit3**

1.1	Die Unterrichtseinheit im Überblick:	3
1.2	Synopse zur situationsbezogenen Lernaufgabe: Instandsetzung einer Ritzelwelle.	4
1.2.1	Aufgabenstellung 2.1	4
1.2.2	Aufgabenstellung 2.2	5
1.2.3	Aufgabenstellung 2.3	6
1.2.4	Aufgabenstellung 2.4	7

2 Mögliche Lösungen8

2.1	Aufgabenstellung 2.1	8
2.2	Aufgabenteil 2.2	11
2.3	Aufgabenteil 2.3	13
2.4	Aufgabenteil 2.4	18

3 Literaturhinweise:.....20

Die Unterrichtseinheit

1.1 Die Unterrichtseinheit im Überblick:

Thema Inhalt Ergebnisse	Zeitrahen Rahmenstoff plan	Lösungs- methoden, Vorgehens- strategien
2.1 Instandhaltung Entwicklung eines Reparaturplans zur Instandsetzung der Ritzelwelle unter Zeitdruck Ergebnisse: • Fertigungsplan, • Handskizze mit Maßangaben, • benötigte Normteile, • Zeitabschätzung der Reparatur.	6 Ust.	Instandsetzungs- plan
	1.1.4 1.2.2	
2.2 Instandhaltung/Verbesserung Entwicklung eines konstruktiven Verbesserungsvorschlages, mit dem die Instandhaltungskosten zukünftig für das Bauteil gesenkt werden könnten. Ergebnisse: • Fertigungsplan, • Handskizze mit Maßangaben, • überschlägige Berechnung, • benötigte Normteile, • Kostenabschätzung der Reparatur.	8Ust	Instandsetzungs- plan
	1.3.1	
2.3 Instandhaltung/Organisation Instandhaltungsstrategien für die Hubvorrichtung erarbeiten. Ergebnisse: • Erarbeitung grundsätzlicher Strategien (Vorteile/Nachteile), • begründete Auswahl für die Anwendung.	4Ust	Auswahlplan Instandhaltungs- strategien Instandhaltungs- strategien
	1.2.2 1.2.3	
	5.1.3/5.1.4	
2.4 Personal Gestaltungsvorschlag für ein betriebliches Vorschlagswesen erarbeiten. Ergebnisse: • Aufstellung von unterschiedlichen Modellen Vorteile/Nachteile, • begründete Auswahl eines Modells für den Anwendungsfall.	4Ust	
	7.7.1 7.7.2	

1.2 Synopse zur situationsbezogenen Lernaufgabe: Instandsetzung einer Ritzelwelle.

1.2.1 Aufgabenstellung 2.1

Instandsetzungsauftrag: Reparatur einer Ritzelwelle unter Zeitdruck

Phase	Inhalt/Verlauf/didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Rahmenstoff- plan
Information über den Betrieb	Den Lernenden wird der Betrieb, die Produkte und die Organisation der Instandhaltungsabteilung vorgestellt.	Situations- beschreibung	Präsentation	1.1.4
Konfrontation mit der Problemstellung	Die Lernenden werden mit dem Arbeitsauftrag 2.1 konfrontiert.	Bild Technische Zeichnung	Dozent- Teilnehmer- gespräch	1.1.4
Intuitive Lösungsideen sammeln, ordnen und bewerten	Fragen zur Funktion der Anlage und zum Bauteil werden geklärt. Die Teilnehmer sollen intuitiv Möglichkeiten zur schnellen Reparatur äußern (Rahmenbedingungen beachten). Ideen werden gesammelt und nach Oberbegriffen geordnet. Auswahl des am besten geeigneten Vorschlags.	Metaplanwand	Brainstorming, Dozent- Teilnehmer- gespräch	1.2.2
Informationsbeschaffung	Informationen über mögliche Normteile/Fachwissen Fachlichen Hintergrund des angewandten Fügeverfahrens klären (z. B. Schweißen, Schrumpfen)	Technische Zeichnung Internet Fachbücher Herstellerkataloge	Gruppenarbeit	1.2.2
Erarbeitung	Erstellen eines Arbeitsplanes mit Skizze zur Fertigung der Ersatzteile.		Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	1.2.2
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse	Ergebnisse der Teilnehmer werden vorgestellt und bewertet. Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder Teilnehmer (TN)).	OHP Metaplanwand	Teilnehmer- Präsentation, Diskussion	1.2.2

1.2.2 Aufgabenstellung 2.2

Konstruktive Verbesserung der Ritzelwelle zur langfristigen Senkung der Instandsetzungskosten

Phase	Inhalt/Verlauf/didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Rahmenstoff- plan Zeit
Aufgabenstellung	Die Lernenden werden mit dem Arbeitsauftrag 2.2 konfrontiert.	Bild Technische Zeichnung	Dozent- Teilnehmer- gespräch	1.3.1
Lösungsideen sammeln	Fragen zum Arbeitsauftrag werden geklärt. Die Teilnehmer sollen möglichst viele unterschiedliche Möglichkeiten zur konstruktiven Verbesserung der Ritzelwelle äußern. Ideen werden gesammelt und nach Oberbegriffen geordnet (z. B. Fügeverfahren). Der am besten geeignete Vorschlag wird ausgewählt.	Metaplanwand	Brainstorming, Dozent- Teilnehmer- gespräch	1.3.1
Informations- beschaffung	Informationen über Fügeverfahren/Fügeelemente „Welle-Nabe“ müssen eingeholt werden.	Internet Fachbücher Herstellerkataloge	Gruppenarbeit	1.3.1
systematische Auswahl	Überblick über Fügeverfahren/Elemente aufstellen, Anforderungskriterien festlegen, begründete Auswahl treffen (z. B. Konusspannelement).	Metaplanwand		1.3.1
Erarbeitung	Fachlicher Hintergrund des angewandten Fügeverfahrens muss geklärt werden. Berechnung, ob die Fügeverbindung ausreichend dimensioniert ist. Arbeitsplan und Skizze anfertigen, Normteile festlegen.		Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	1.3.1
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse	Ergebnisse der Teilnehmer werden vorgestellt und bewertet. Lösung wird schriftlich zusammenfasst (entweder durch Dozent oder TN).	OHP Metaplanwand	Teilnehmer- Präsentation, Diskussion	1.3.1

1.2.3 Aufgabenstellung 2.3

Entwicklung einer grundsätzlichen Instandhaltungsstrategie für die Hubvorrichtung

Phase	Inhalt/Verlauf/didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Rahmenstoff- plan Zeit
Aufgabenstellung	Die Lernenden werden mit dem Arbeitsauftrag 2.3 konfrontiert. Fragen zum Arbeitsauftrag werden geklärt.	Bild Technische Zeichnung	Dozent- Teilnehmer- gespräch	1.2.2./1.2.3
Information	Grundbegriffe der Instandhaltung werden vorgestellt DIN 31051. Wartung/Inspektion, Instandsetzung /Abnutzungsvorrat.	OHP	Vortrag	1.2.2./1.2.3
Erarbeitung	Die Teilnehmer sollen arbeitsteilig in Gruppen anhand von Fachbüchern die drei typischen Instandhaltungsstrategien erarbeiten: ➤ Inspektionsstrategie, ➤ Ausfallstrategie (Feuerwehrstrategie,) ➤ Starr periodische (vorbeugende) Instandhaltung (z. B. durch eine Diagrammdarstellung von Abnutzungsvorrat = f (Zeit)) Vorteile/Nachteile erläutern.	Internet Fachbücher	Gruppenarbeit arbeitsteilig	1.2.2./1.2.3
Vorstellung Diskussion	Jede Gruppe stellt eine Strategie vor. Fachbegriffe werden geklärt.	OHP Metaplan	Präsentation	1.2.2./1.2.3
Anwendung	Für die betreffende Hubvorrichtung soll eine Instandhaltungsstrategie entwickelt werden (mit Begründungen).	Folien Plakat	Gruppenarbeit	5.1.3/5.1.4
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse	Teilnehmer stellen (gruppenweise) ihre Strategie vor. Abschließende Diskussion und Bewertung der Vorschläge und schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN).	OHP Metaplanwand	Teilnehmer- Präsentation, Diskussion	5.1.3/5.1.4

1.2.4 Aufgabenstellung 2.4 Gestaltung eines betrieblichen Vorschlagswesens

Phase	Inhalt/Verlauf/didaktischer Kommentar	Medien	Aktion/ Sozialform	Rahmenstoff- plan Zeit
Aufgabenstellung	Die Lernenden werden mit dem Arbeitsauftrag 2.4 konfrontiert. Fragen zum Arbeitsauftrag werden geklärt.	Bild Technische Zeichnung	Dozent- Teilnehmer- gespräch	7.7
Erarbeitung	Die Teilnehmer erarbeiten in Gruppen ein BVW-Modell für die Firma Peters.	Internet Fachbücher	Gruppenarbeit arbeitsteilig	7.7
Vorstellung/ Diskussion	Jede Gruppe stellt ihren Vorschlag vor, Abgleich der Ergebnisse, Festlegung auf ein Modell.	OHP Metaplan	Präsentation	7.7
Vertiefung	Berechnung des Jahresnutzens.	Folien	Einzelarbeit	7.7
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse	Die Vorschläge von einzelnen Teilnehmern werden vorgestellt und diskutiert. Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN).	Folien	Teilnehmer- Präsentation, Diskussion	7.7
Vertiefung	Festlegung der Bewertungsprämie.	Folien	Einzelarbeit	7.7
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse	Die Vorschläge von einzelnen Teilnehmern werden vorgestellt und diskutiert. Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN).	Folien	Teilnehmer- Präsentation, Diskussion	7.7

2 Mögliche Lösungen

Die im Folgenden vorgestellten Lösungsvorschläge sind in Abstimmung der Autoren mit dem Betrieb entstanden und teilweise so auch in der Betriebspraxis realisiert worden.

Aufgrund der bewußt offen gehaltenen Aufgabenstellungen sind mit Sicherheit aber auch andere alternative Lösungen möglich und sinnvoll.

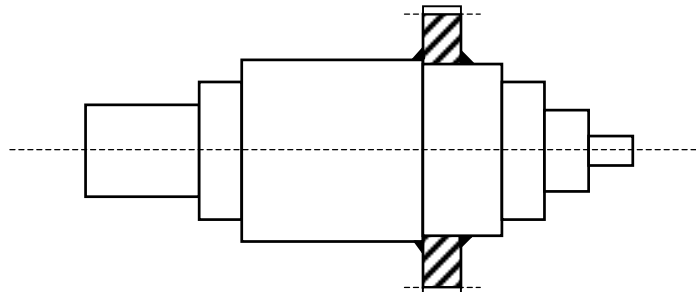
Aus diesem Grund werden die gemachten Lösungsvorschläge nur im Ansatz dargestellt und sind nicht detailliert ausgearbeitet.

2.1 Aufgabenstellung 2.1

Arbeitsplan

Arbeitsschritt	Maschinen/ Geräte	Werkzeuge	Einstelldaten/ Maße	Zeit	Hinweis
Ritzel abdrehen					
Absatz drehen			Toleranz beachten!		
Normritzel Bohrung aufdrehen			Toleranz beachten !		
Ritzel auf ca. 200 C° erwärmen					
Ritzel und Welle fügen					
zusätzlich mit Kehlnaht verschweißen		welche Schweißelektrode?			
langsam abkühlen lassen					
Montage					neue Kette

Beispiel für eine mögliche Lösung



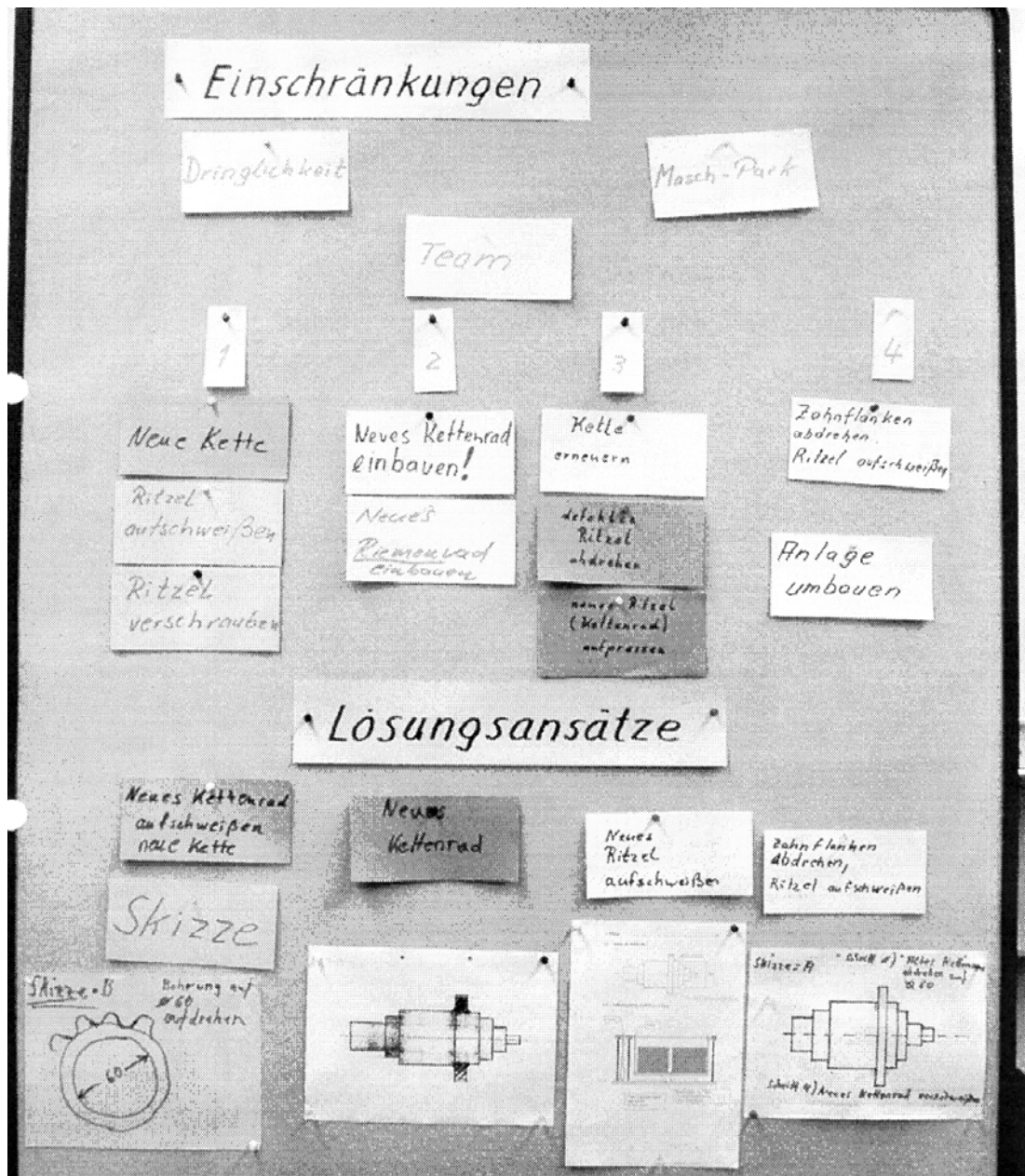
Teilnehmer Lösungen zur Aufgabe 2.1

**Ritzel-
Instandsetzung
durch...**

Möglichkeiten 2.1

Gruppe:

1	2	3	4
Verschrauben	Hand Ritzel auswechseln	Ritzel mit Kompressen kleben ausbessern!	Getriebeänderung Teil nacharbeiten
Bestellung	Anderer Ritzel einsetzen!	Zahnkranz aufpressen!	Reparatur mit Kunstharz
Neu konstruieren	Austragsschweifern Ersatzteil bestellen!	Ritzel Nacharbeiten	Zahnflanken abdrücken, Ritzel aufschrupfen
Ritzel aus Schraubbohrer	Ketten Ritzel Hand sch- stapfen / bear- beiten	Teil aus austauschen mit Düpieren	Gabelstapler einsetzen
Schweißen	Hydraulik motor an Eintriebswelle direkt!	Einzel Anteil herstellen!	Manuelle Bedienung
Kettjemen- scheibe!	Neues Ritzel aufschrauben	Von vorhanden neue Kette auflegen!	Reparatur Aufhängen
	sofortige Einzelteil- herstellung	Ritzel Austauschen	Hubboden mit Hyd. Pumpe unterlegen
			Neuen Zahnkranz schweißen machen
			Hand Ritzel auflegen



2.2 Aufgabenteil 2.2

Lösungsansatz:

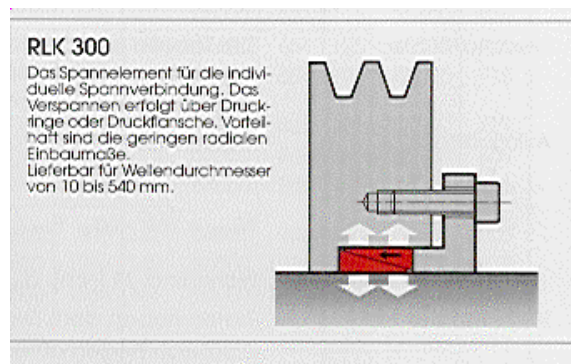
Da die Ritzelwelle aus einem Stück gefertigt ist, kann das Ritzel nicht separat erneuert werden, so dass bei der Instandsetzung immer die Kosten für die komplette Welle anfallen. Eine Verbesserungsmöglichkeit besteht darin, die Welle mit einem genormten Ritzelrad durch ein **lösbares Fügeelement** zu verbinden, so dass nur das Ritzel erneuert werden kann. Unter Berücksichtigung der Einbauverhältnisse, Betriebsbedingungen und Geometrie von Welle und Ritzelrad muß hierzu ein geeignetes Element sorgfältig ausgesucht werden.

Systematische Auswahl eines geeigneten Fügelements

Beispiel für den Aufbau eines „morphologischen Kastens“ zur Auswahl eines geeigneten Fügelements zwischen Welle und Kettenritzel (nicht vollständig)

Kriterien	Baulemente			
	Paßfeder	Spannelement	Längsstift	Sternscheibe
Axiale-Sicherung	zusätzlich erforderlich			
Drehmoment	bis...?			
Bauraum				
Montage-Aufwand	gering			
Fertigungs-Aufwand	Nuten fräsen hoch			
Kerbwirkung	groß			
Kosten	ca. ?			

Beispiel für ein geeignetes Fügeelement (Ringspannelement)



Konstruktive Auslegung des Fügelements

- Fertigungsplan Druckring,
- Anzahl der Schrauben, Anzugsmomente und Spannkkräfte festlegen.

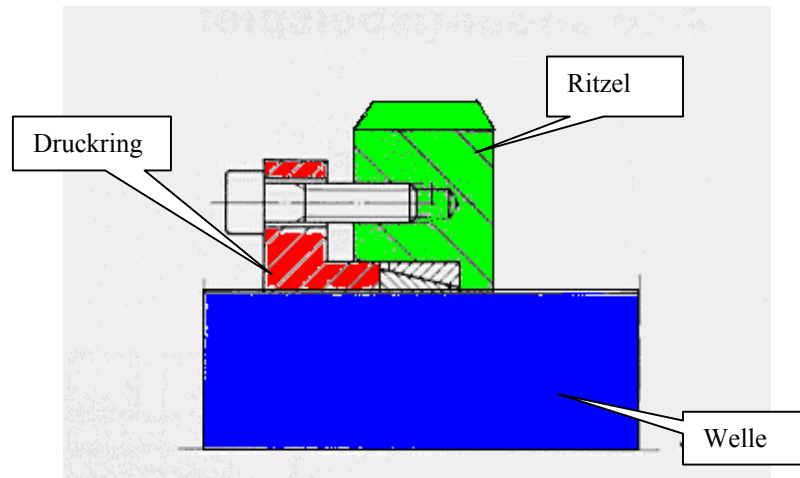
Nachweis, ob das ausgesuchte Element die Drehmomente übertragen kann
(Arbeitsschritte)

- Abschätzung der Gewichtskraft des verfahrbaren Teils der Hubvorrichtung (siehe Skizze „Funktionsprinzip der Hubvorrichtung“),
- Berechnung des Drehmoments am Ritzel,
- Vergleich des vorhandenen Drehmoments mit den Herstellerangaben über das übertragbare Drehmoment der gewählten Ritzel-Nabe Verbindung (oder Berechnung).

Arbeitsplan im Überblick

Arbeitsschritt	Maschinen/ Geräte	Werkzeuge	Einstelldaten/ Maße	Zeit	Hinweis
Ritzel abdrehen			Toleranz beachten		
Bohrung des Normritzels aufdrehen			Toleranz beachten		
Druckring drehen	Arbeitsplan mit Skizze				
Montage Hinweise	z. B. Fügelement ölen , vorgeschriebene Anzugsmomente, Reihenfolge der Schraubenmontage				

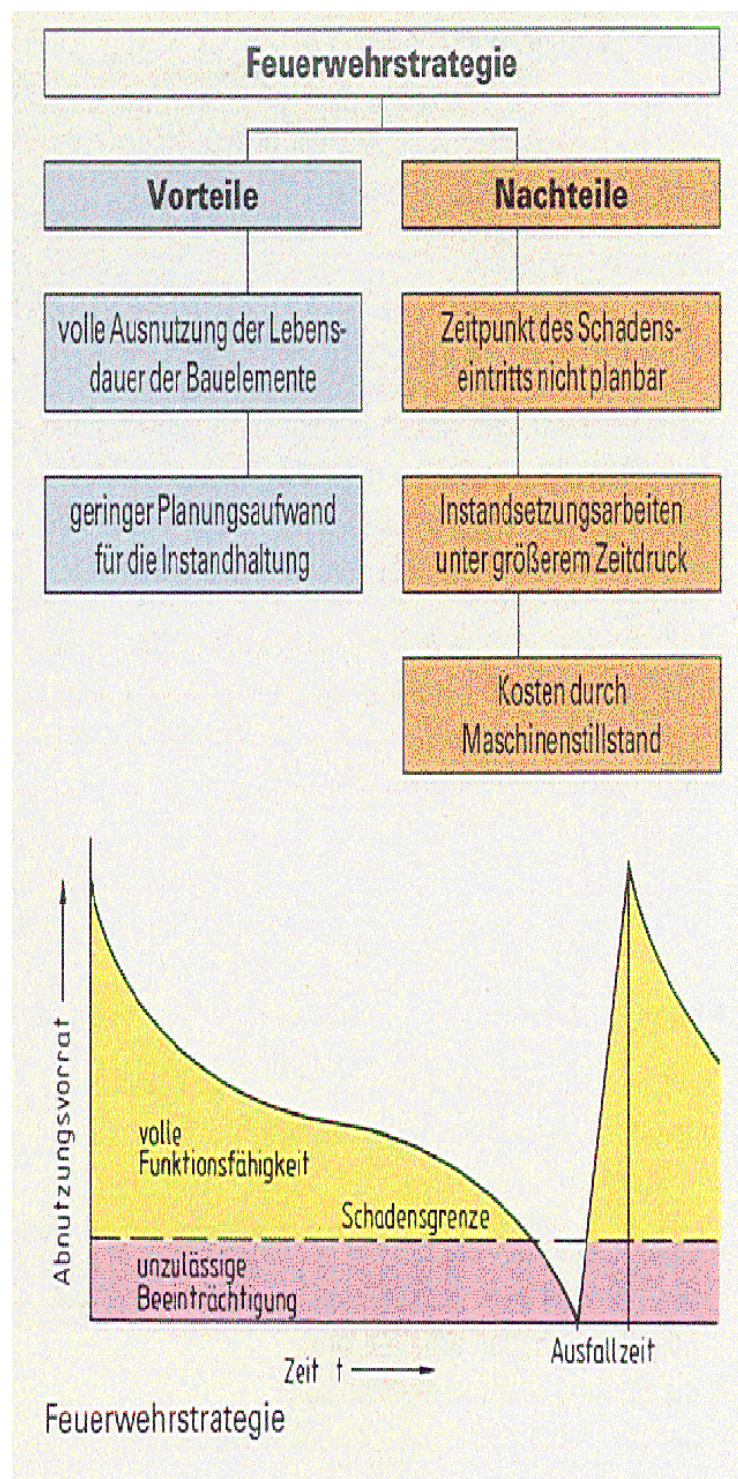
Beispiel für eine mögliche Ausführung

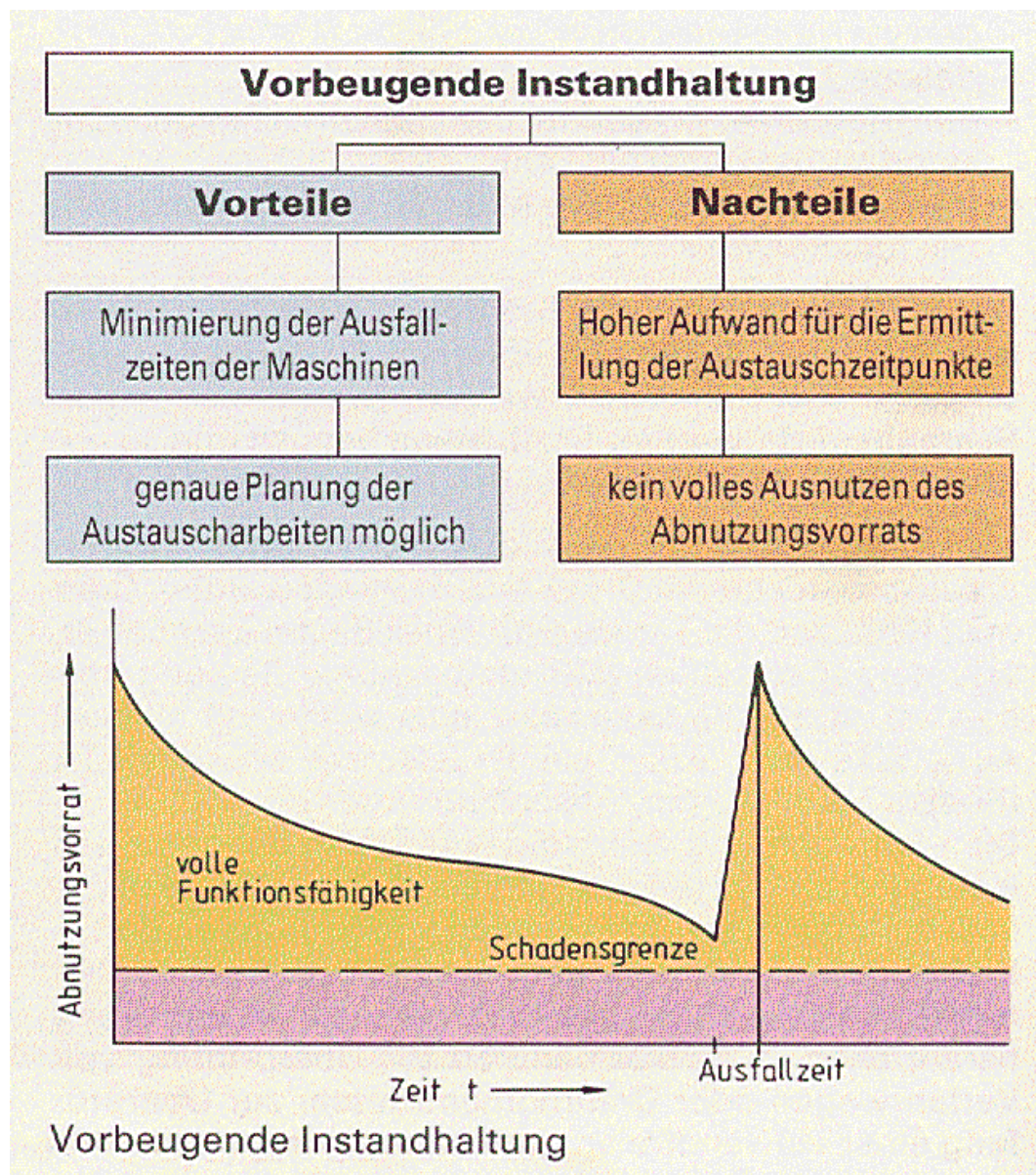


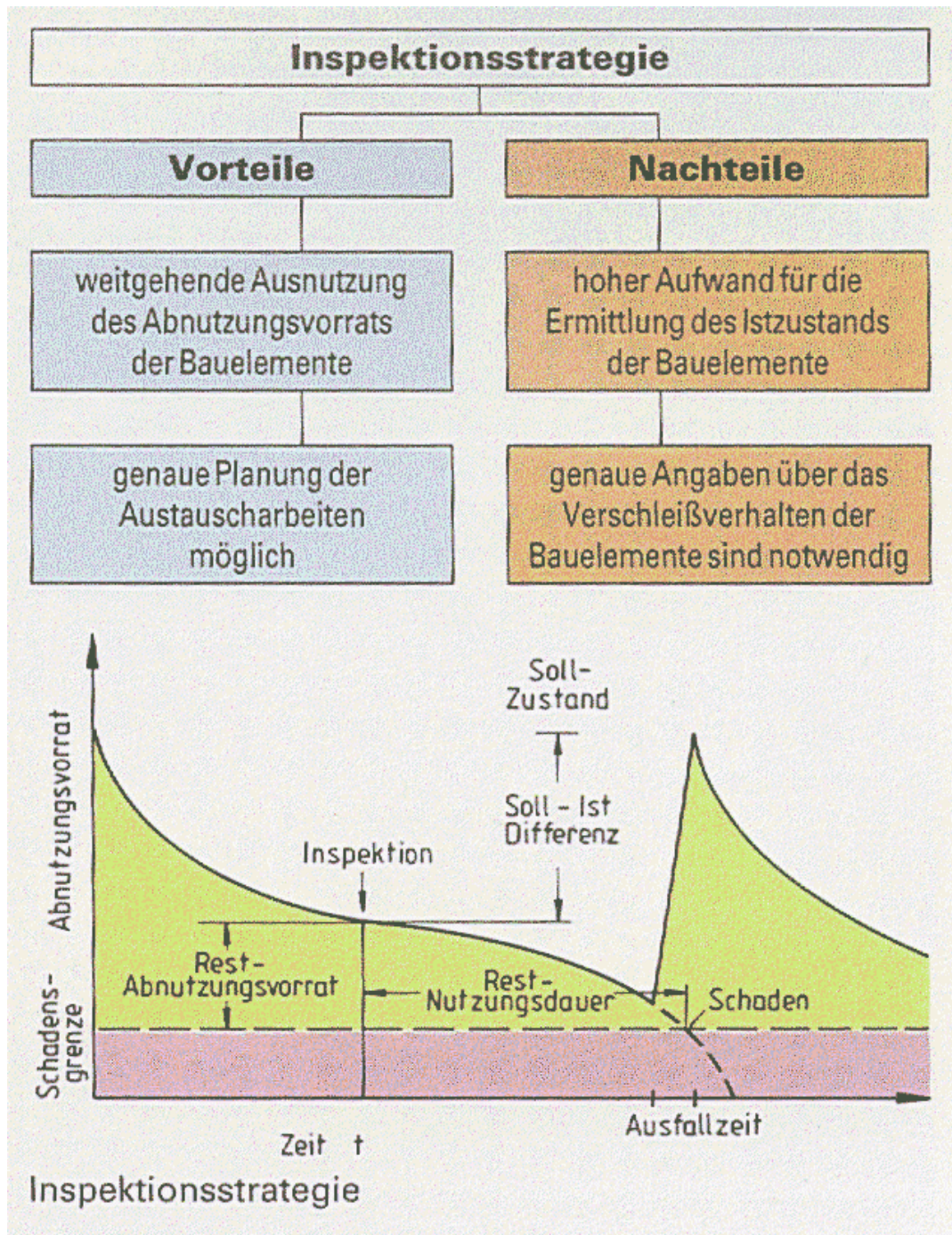
Abschätzung der Kosten für die gewählte Lösung

2.3 Aufgabenteil 2.3

Die drei typischen Instandhaltungsstrategien





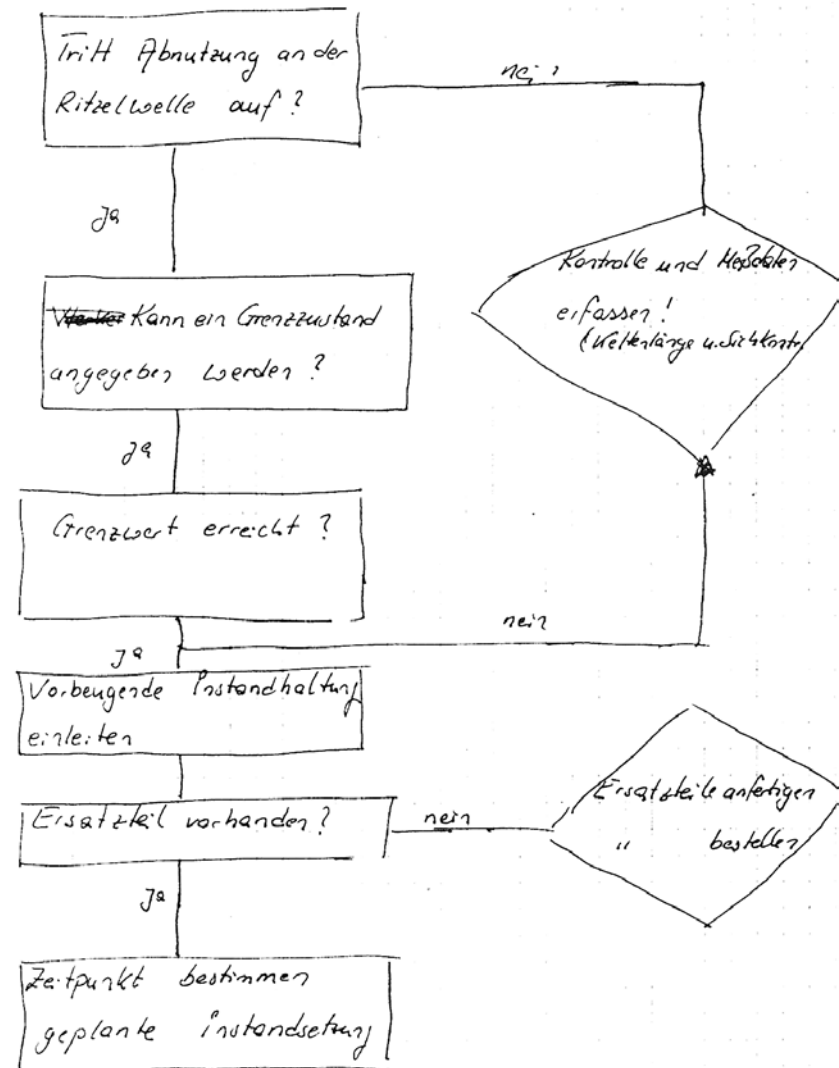


(entnommen aus: Technologie Metall Fachstufe, S.186 ff)

Teilnehmerlösung zu Aufgabenstellung 2.3

Aufgabe 2.3

Team 4



- Geplante Instandsetzung minimiert die störungsbedingten Ausfallzeiten der Produktionsanlage.
- Der Zeitpunkt der Instandsetzung (Reparatur) kann auf einen Produktionsfreien Tag gelegt werden.

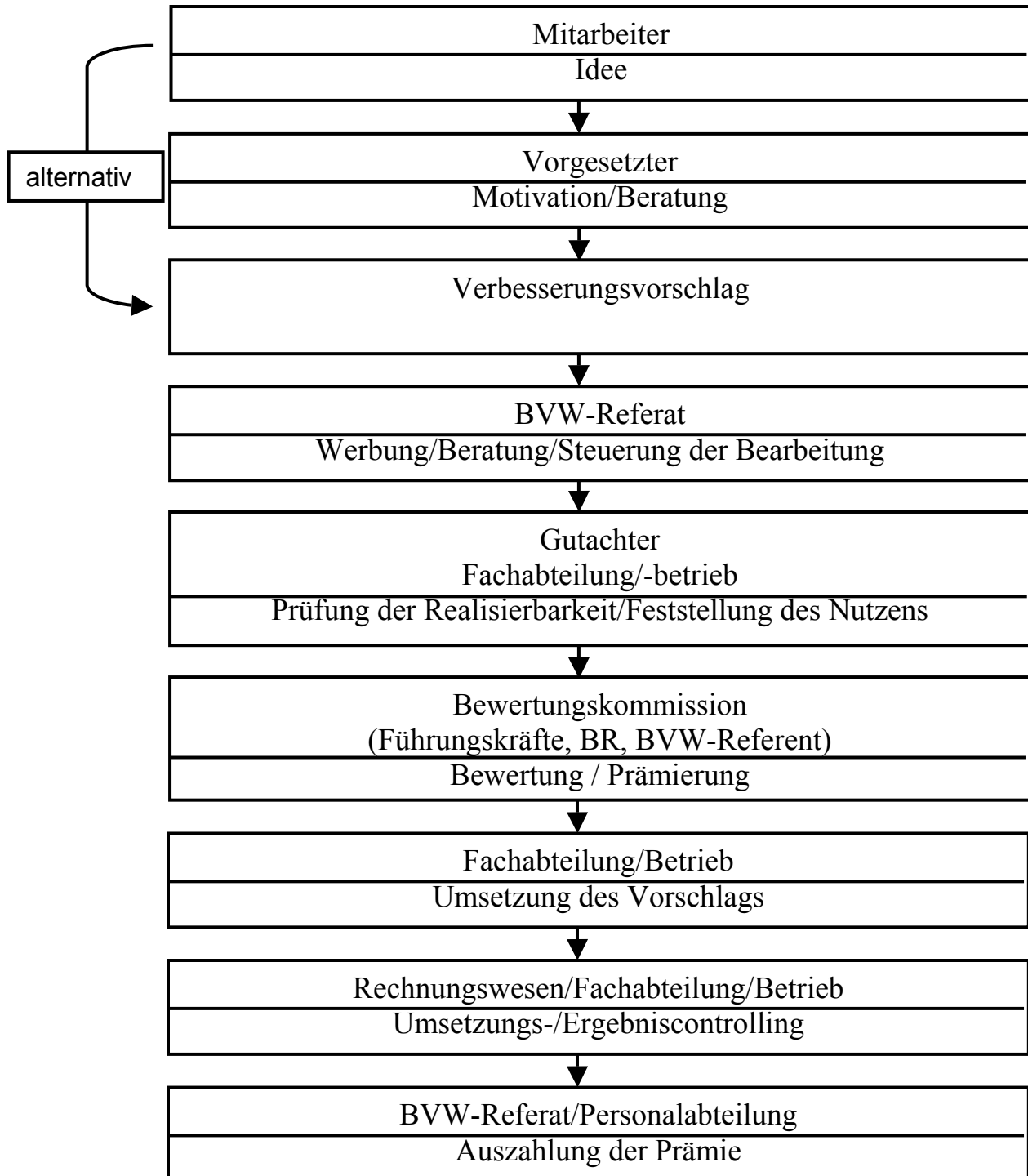
Auswahl einer geeigneten Strategie

Die Auswahl kann idealerweise anhand des Schemas zur Auswahl einer geeigneten Strategie (siehe Methodensammlung) erfolgen. Es besteht natürlich im Rahmen dieser Aufgabe auch die Möglichkeit, ein eigenes Auswahlschema mit den Teilnehmern zu entwickeln. Diese Vorgehensweise ist besonders geeignet zur Entwicklung von analytischen und systematischen Handlungsstrategien.

Mögliche Lösung:***➤ Anwendung der Inspektionsstrategie***

Begründungszusammenhänge:

- Der Abnutzungsgrad des Ritzels läßt sich durch optische Prüfung (bzw. einfache Messungen) relativ genau mit nur geringem Aufwand feststellen (es müssen nur einige Abdeckungen zur Inspektion entfernt werden).
- Ein plötzlicher Ausfall der Hubvorrichtung führt zu einem Stillstand des Produktionsprozesses und so zwangsläufig zu Produktionsverlusten.
- Die Abnutzung des Ritzels hat einen erhöhten Verschleiß der Antriebskette zur Folge. Bei der Instandhaltung müssen sowohl das Ritzel als auch die Kette erneuert werden.
- Durch die Anwendung der Inspektionsstrategie läßt sich das Risiko eines Ausfalls der Anlage fast ausschließen (keine Produktionsausfallkosten).
- Da die Kosten der Inspektion nicht hoch sind, läßt sich ein Kostenvorteil gegenüber der vorbeugenden Instandhaltung durch eine bessere Ausnutzung der Bauteile (Ritzel und Kette) erzielen.

2.4 Aufgabenteil 2.4**Lösungsvorschlag zur Teilaufgabe: Modell eines BVW**

Lösungsvorschlag zur Teilaufgabe: Ermittlung des Jahresnutzens des Verbesserungsvorschlags

(Die Berechnung bezieht sich auf den Lösungsvorschlag „Ringspannelement“, der hier zur Aufgabe 2.2 vorgestellt wurde.)

	Eingesparte Materialkosten	EUR 4000,- (zwei neue Ritzelwellen pro Jahr)
+	Eingesparte Personalkosten (einschl. Personalzusatzkosten)	EUR
+	Eingesparte Investitionen	EUR
+	Eingesparte sonstige Sach- und Dienstleistungskosten	EUR
=	Wirtschaftlicher Bruttonutzen	EUR 4000,-
-	Realisierungskosten (bei mehrjähriger Nutzungsdauer anteilig)	
	Materialkosten	EUR 250,- (Ringspannelement, Normritzel; zwei pro Jahr)
	Personalkosten	EUR 120,- (Aufdrehen des Normritzels; Montage/Demontage des Ritzels auf der Welle)
	Investitionen	EUR (ggf. anteilig, abhängig von der Nutzungsdauer des Vorschlages)
	Sonstige Sach- und Dienstleistungskosten	EUR 2000,- (Produktionsausfall durch den erhöhten Zeitaufwand bei dem Umbau der Ritzel)
	Summe der Realisierungskosten	EUR 2370,-
=	Wirtschaftlicher Netto-Nutzen	EUR 1630,-
+	Ggf. nicht rechenbarer Zusatz-Nutzen (Arbeitssicherheit, Mitarbeiterzufriedenheit, Kundenzufriedenheit, Image, Umweltschutz ...)	EUR
=	Jahresnutzen	EUR 1630,-

Lösungsvorschlag zur Teilaufgabe: Berechnung einer VV-Prämie

Jahresnutzen	EUR	1.630,00
Vorschlag mit hoher Realisierungsreife		
30 % Prämie	EUR	489,00

Der Einreicher ist Facharbeiter in der
Produktion und macht eine VV für die
Instandhaltung, d.h. angrenzender
Bereich lt. Pflichtentabelle, d.h.
70 % Prämienanteil

VV-Prämie	EUR	342,30
-----------	-----	--------

3 Literaturhinweise:

Bader und andere:
Technologie Metall Fachstufe 2,
Industriemechaniker Cornelsen Verlag, 1990.

Beckmann/Marx:
Instandhaltung von Anlagen,
Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1994.

Hahn, Thorsten Gruppenarbeit, KVP und betriebliches Vorschlagswesen,
Rainer Hampp Verlag, München 2000.

Herstellerkataloge von Welle-Nabeverbindungen