

Unterrichtshinweise und Lösungsvorschläge

zur Lernaufgabe

Vorbeugende Instandsetzung der Antriebseinheit eines Seilbaggers

Schwerpunkte:	Handlungsbereich Technik Funktionsfeld: Betriebserhaltung
Modellversuchsbereich:	Qualifizierungszentrum Rheinhausen (K. Wedel)
Firma:	Haustadt & Timmermann Rohrleitungsbau GmbH & Co.KG
Bearbeitung:	Gerhard-Mercator-Universität Duisburg (S. Fletcher)

Inhaltsübersicht

1	Die Unterrichtseinheit.....	2
1.1	Didaktisch - methodische Hinweise	2
1.2	Die Unterrichtseinheit im Überblick:.....	3
1.3	Unterrichtsverlaufskonzept	5
1.4	Synopse zur situationsbezogenen Lernaufgabe: Vorbeugende Instandhaltung einer Antriebseinheit	6
1.5	Synopse zur Aufgabenstellung 4.1.....	6
1.6	Synopse zur Aufgabenstellung 4.2.....	6
1.7	Synopse zur Aufgabenstellung 4.3.....	7
1.8	Synopse zur Aufgabenstellung 4.4.....	7
1.9	Synopse zur Aufgabenstellung 4.5.....	8
1.10	Synopse zur Aufgabenstellung 4.6.....	9
2	Lösungshinweise:	10
2.1	Zur Aufgabe 4.4	10
2.2	Zur Aufgabe 4.5	12
2.3	Zur Aufgabe 4.6	12
3	Literaturhinweise:.....	13

1 Die Unterrichtseinheit

1.1 Didaktisch -methodische Hinweise

Sowohl offene, als auch linear zielgerichtete Unterrichtsformen haben im maschinenbautechnischen Unterricht ihre Bedeutung. Offene Unterrichtsformen eignen sich besonders zur Herausbildung von Planungs- und Methodenkompetenzen. Ein linear zielgerichteter Unterricht hat sich bewährt, wenn die Erschließung von fachlichen Zielen und Inhalten im Vordergrund steht. Dementsprechend ist eine sinnvolle und ausgewogene Kombination beider Richtungen anzustreben mit dem Ziel der Nutzung beider Vorteile.

Aus diesem Grund ist die Unterrichtseinheit so aufgebaut, dass die Teilnehmer mit beiden Unterrichtsformen konfrontiert werden sollen. In den offenen Unterrichtssituationen sollte das Spektrum der Entscheidungsmöglichkeiten zunächst offengehalten werden und die Erarbeitung auf einer Handlungsplanungsebene erfolgen ohne in fachliche Detaillösungen einzusteigen. In verschiedenen Teilaufgaben verschiebt sich dann der Schwerpunkt von der Handlungsplanung in konkrete fachliche Detailprobleme. So bleibt einerseits eine praxisorientierte Offenheit der Aufgabenstellung gewahrt und zum anderen ist eine gute Planung der Vermittlung der Lerninhalte möglich.

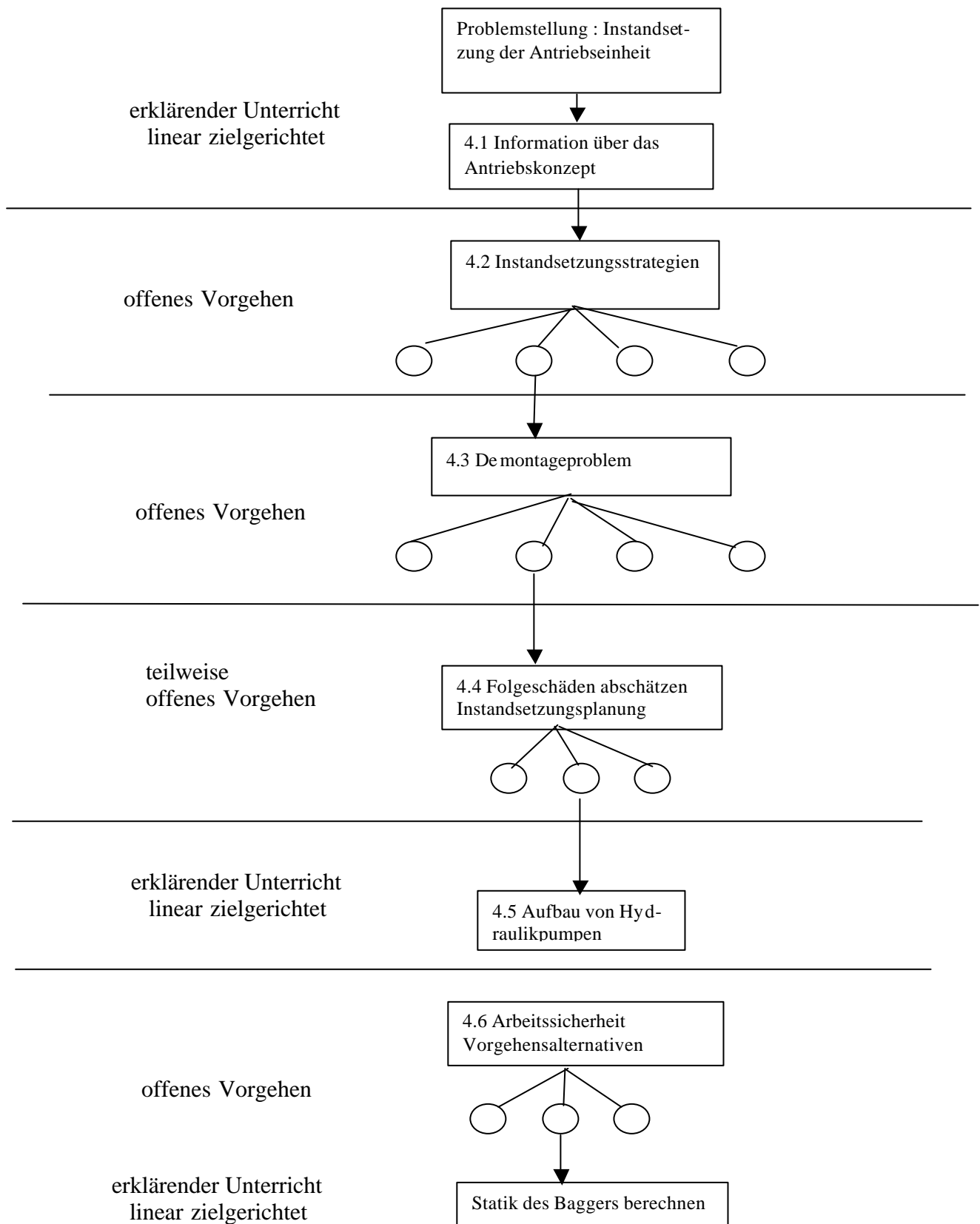
Zur besseren Orientierung ist der gesamte Unterrichtsverlauf im Folgenden zum Einem in einer inhaltlichen Übersicht (1.2) dargestellt und zum Anderen in einer methodischen Übersicht (1.3). Die inhaltliche Übersicht informiert über die Lerninhalte, Rahmenlehrplanbezug, Zeitrahmen und angestrebte Lernergebnisse. Hingegen soll der methodische Überblick zur Planung des Gesamtverlaufs dienen und deutlich machen, in welchen Phasen ein offenes Vorgehen oder ein linear zielgerichtetes Vorgehen sinnvoll erscheint. Die Synopse (1.4) informiert über die Detailplanung der einzelnen Unterrichtsphasen. Die letzte Spalte " Bemerkungen" innerhalb der Synopse ist bewußt offen gehalten, sie soll für Anmerkungen bei der Durchführung genutzt werden.

1.2 Die Unterrichtseinheit im Überblick:

Thema Inhalt Ergebnisse	Zeiträumen Lehrplan Taxonomiestufe	Lösungs Methoden Vorgehens- strategien
4.1 Antriebssystem des Baggers verstehen Entwicklung eines Verständnisses für das Prinzip eines Diesel-Hydraulischen Antriebs Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Systemtechnische Darstellung des Antriebskonzeptes des Baggers mit der Zuordnung von Baueinheiten, Funktionen und Energieflüssen. • Auflistung von Vorteilen die ein Diesel-Hydraulischer Antrieb bietet.. • Erklärung der Prinzipien offener und geschlossener Kreislauf anhand der Darstellungen im Anhang.5.8 	4 Ust.	Systemtechnische Analyse
	1.1.1 1.1.3	
4.2 Instandsetzung der Getriebeeinheit planen Erarbeitung einer allgemeinen Vorgehensstrategie für die Instandsetzung Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Flussdiagramm mit möglichen Vorgehensalternativen 	2 Ust.	Flussdiagramm
	1.1.2	
4.3 Folgeschäden abschätzen und überprüfen Antriebseinheit auf schadensverdächtige Stellen untersuchen und weiters Vorgehen planen Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Auflistung von möglichen Folgeschäden die durch die ausgeschlagene Buchse entstanden seien könnten und Zuordnen von Überprüfungsmöglichkeiten. • Instandsetzungsplan • Kostenabschätzung 	2-4Ust	Morphologisches Schema Instandsetzungsplan
	1.1.2	
4.4 Aufbau und Funktion von Hydraulikpumpen verstehen Am Beispiel der im Bagger verwendeten Hydraulikpumpen den Aufbau und deren Funktionsweise analysieren Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsprinzipien und Aufbau unterschiedlicher Hydraulikpumpen darstellen und erläutern Auflistung von technischen Kennwerten von Hydraulikpumpen mit kurzen Erklärungen.	4 Ust	
	1.3.1 1.1.3	
4.5 Demontageproblem der beschädigten Buchse lösen Lösungskonzept für die Demontage der Buchse entwickeln Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Überblick Problemlösungsmethoden Demontageplan	4 Ust	Brainstorming
	1.1.3	

4.6 Arbeitssicherheit Physikalisches Verständnis entwickeln für die veränderten Momentenverhältnisse bei dem Betrieb des Baggers auf einem geneigten Gelände. Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheitsanweisungen für den Kranführer • Skizze des statisches System des Baggers • Traglasttabelle für den Betrieb des Baggers auf einem 30° geneigten Gelände 	6Ust	Methode: Freischneiden
	61.1	
	7.7.1 / 7.7.2	

1.3 Unterrichtsverlaufskonzept



1.4 Synopse zur situationsbezogenen Lernaufgabe: Vorbeugende Instandhaltung einer Antriebseinheit

1.5 Synopse zur Aufgabenstellung 4.1

Phase	Inhalt / Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion / Sozialform	Bemerkungen
Information über den Betrieb	Den Teilnehmern wird der Betrieb, die Produkte und die Organisation der Instandhaltungsabteilung vorgestellt.	Situationsbeschreibung	Präsentation	
Konfrontation mit der Aufgabenstellung Teil 1	Die Teilnehmer werden mit dem Arbeitsauftrag 4.1 konfrontiert Kurze Erklärung, was man unter einer systemtechnischen Darstellung versteht (Beispiel / Hinweise Anhang 5.11) Fragen zum Arbeitsauftrag werden geklärt		Dozent-Teilnehmergespräch	
Erarbeitung	Erstellung einer systemtechnischen Darstellung des Antriebssystems Auflistung von Vorteilen, die eine Diesel-Hydraulischen Antriebssystem bietet.	OHP Folie	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse	Ergebnisse der Teilnehmer werden vorgestellt und bewertet Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN)	OHP Metaplanwand	Teilnehmer Präsentation Diskussion	
Aufgabenstellung Teil 2	Die Teilnehmer werden mit dem zweiten Teil des Arbeitsauftrages 4.1 konfrontiert (Offener- Geschlossener Kreislauf)	Anhang 5.8	Präsentation	
Erarbeitung	Die Teilnehmer analysieren arbeitsteilig die hydraulischen Schaltpläne. durch 1) Bezeichnung der hydraulischen Bauelemente 2) Farbliche Kennzeichnung von Hochdruck- und Niederdruckteil	Anhang 5.8 Tabellenbuch	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	
Vorstellung	Vorstellung des Funktionsprinzips eines offenen und eines geschlossenen Kreislaufes anhand der bearbeiteten Schaltpläne durch die Teilnehmer. Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN)	OHP	Teilnehmer Präsentation	

1.6 Synopse zur Aufgabenstellung 4.2

Phase	Inhalt / Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion / Sozialform	Bemerkungen
Aufgabenstellung 4.2	Die Teilnehmer werden mit dem Arbeitsauftrag 2.2 konfrontiert Kurze Erklärung der Darstellungsform Flussdiagramm (siehe Symbole Anhang 5.14)	Arbeitsauftrag 4.2 Anhang 5.14	Dozent-Teilnehmergespräch	
Erarbeitung	Jede Gruppe erstellt ein Flussdiagramm auf OHP Folie	OHP Folie	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse	Jede Gruppe stellt ihre Lösung vor. Die einzelnen Lösungen werden gegenübergestellt und daraus ein gemeinsames Ergebnis erstellt. Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN)	OHP	Teilnehmer Präsentation Diskussion	

1.7 Synopse zur Aufgabenstellung 4.3

Phase	Inhalt / Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion / Sozialform	Bemerkungen
Aufgabenstellung 4.3	Die Teilnehmer werden mit dem Arbeitsauftrag 4.3 konfrontiert	Arbeitsauftrag 4.3	Dozent-Teilnehmer-gespräch	
Information / Erarbeitung	Anhand der Anlagen (Anhang 5.12) und weiterer Informationsquellen informieren sich die Teilnehmer über unterschiedliche Problemlösungsmethoden. In einem zweiten Schritt überlegen die Teilnehmer, wie diese Methoden konkret zur Lösung der Problemstellung Demontage eingesetzt werden könnten. Ergebnis: kurze Darstellung einer möglichen Vorgehensweise	Anhang 5.12 Internet, Fachbuch	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	
Vorstellung	Kurze Präsentation einer möglichen Vorgehensweise	OHP / Metaplan	Teilnehmer Präsentation	
Anwendung	In dieser Phasen sollen die Teilnehmer in zwei getrennten Gruppen arbeiten. Eine Gruppe versucht Lösungen für das Demontageproblem mit Hilfe systematischen Vorgehens zu gewinnen. Die andere Gruppe wendet eine intuitive Problemlösungsmethode an. Die Ergebnisse werden jeweils in einem Demontageplan festgehalten.	OHP Folie	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit arbeitsteilig	
Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse Reflexion	Jede Gruppe stellt ihre Demontageplan vor. Auf Grundlage der Ergebnisse und der Eindrücke der Teilnehmer während der Erarbeitung können die angewandten Methoden reflektiert werden. (z.B. hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit) Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN)	OHP	Teilnehmer Präsentation Diskussion	

1.8 Synopse zur Aufgabenstellung 4.4

Phase	Inhalt / Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion / Sozialform	Bemerkungen
Aufgabenstellung 4.4	Die Teilnehmer werden mit dem Arbeitsauftrag 4.4 konfrontiert	Arbeitsauftrag 4.4	Dozent-Teilnehmer-gespräch	
Erarbeitung	Die Teilnehmer erarbeiten im ersten Schritt eine Aufstellung von möglichen Folgeschäden die durch die defekte Kupplungsbuchse entstanden seien könnten. Diese Auflistung wird dann in einem zweiten Schritt um geeignete Prüfverfahren ergänzt. .	Anhang 5.12 Internet, Fachbuch	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	
Vorstellung	Präsentation der Aufstellung: Folgeschäden/ Prüfverfahren	Metaplan / OHP	Teilnehmer Präsentation	

Anwendung Vertiefung	In dieser Phasen sollen die Teilnehmer auf der Grundlage der Informationen über mögliche Folgeschäden einen Instandsetzungsplan ausarbeiten .	OHP Folie Anhang	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit arbeitsteilig	
Vorstellung	Jede Gruppe stellt ihren Instandsetzungsplan vor.			
Bewertung / Zusammenführung	Aufgrundlage der vorgestellten Pläne soll ein optimaler ermittelt werden. Schriftliche Zusammenfassung der Lösung (entweder durch Dozent oder TN)	OHP	Teilnehmer Präsentation Diskussion	
Ergänzung	Für den Instandsetzungsplan soll eine ungefähre Kostenabschätzung erfolgen		Partnerarbeit	
Vorstellung	Vorstellung Kostenplan		Präsentation	

1.9 Synopse zur Aufgabenstellung 4.5

Phase	Inhalt / Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion / Sozialform	Bemerkungen
Aufgabenstellung 4.5	Die Teilnehmer werden mit dem Arbeitsauftrag 4.5 konfrontiert	Arbeitsauftrag 4.5	Dozent- Teilnehmer- gespräch	
Information / Erarbeitung	Anhand der technischen Zeichnung (Anhang 5.3) sollen die Teilnehmer sich die Funktionsweise einer hydraulischen Axialkolbenpumpe erarbeiten. (evtl. farbige Skizze erstellen)	Anhang 5.3 Internet, Fachbuch	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit	
Vorstellung	Präsentation des Funktionsprinzips einer hydraulischen Axialkolbenpumpe	OHP / Metaplan	Teilnehmer Präsentation	
Information / Erarbeitung	In dieser Phasen sollen die Teilnehmer anhand von Fachbüchern oder weiteren Informationsquellen weitere Konstruktionsprinzipien von Hydropumpen erarbeiten. (z. B. Zahnradpumpe, Radialkolbenpumpe)	Fachbücher Internet	Partnerarbeit/ Gruppenarbeit arbeitsteilig	
Vorstellung	Jede Gruppe stellt ein Konstruktionsprinzip vor	OHP	Teilnehmer Präsentation Diskussion	
Vertiefung	Vorteile und Nachteile der einzelnen Konstruktionsprinzipien werden herausgearbeitet und in einer Tabelle (z.B. Metaplan) festgehalten.	Metaplan	Teilnehmer- Dozenten- gespräch	

1.10 Synopse zur Aufgabenstellung 4.6

Phase	Inhalt / Verlauf/ didaktischer Kommentar	Medien	Aktion / Sozialform	Rahmenstoff-plan
Aufgabenstellung 4.6	Die Teilnehmer werden mit dem Arbeitsauftrag 4.6 konfrontiert	Arbeitsauftrag 4.5	Dozent-Teilnehmer-gespräch	
Lösungsplanung	Die Teilnehmer erarbeiten unterschiedliche Vorgehensalternativen; wie man mit der Gefahrensituation umgehen kann. (z. B. Kartenabfrage) Ordnen der einzelnen Alternativen nach Oberbegriffen Kurze Bewertung der Alternativen	Metaplanwand Karten	Gelenktes Gespräch	
Information	Kurze Wiederholung der Grundlagen der Statik (Momentengleichgewicht, Drehpunkt, Schwerpunkt) Anknüpfung an die Basisqualifikation technische Gesetzmäßigkeiten		Vortrag Unterrichtsgespräch	
Erarbeitung	Darstellung des Baggers als statisches System auf ebenen Grund bei einem vorgegebenen Winkel des Auslegers Aufstellung einer Momentengleichung	Anhang 5.6 / 5.7	Einzelarbeit	
Vorstellung Korrektur	Vorstellung und Korrektur eines Lösungsvorschlags	OHP Folie	1. Teilnehmer präsentiert	
Anwendung Vertiefung	Darstellung des Baggers als statisches System auf 30° geneigtem Grund bei gleichen Winkel des Auslegers Zeichnerische / rechnerische Ermittlung, um wieviel Prozent sich die Traglasten verringern müssen.	OHP	Einzelarbeit	
Vorstellung Korrektur	Vorstellung und Korrektur eines Lösungsvorschlags	OHP Folie	1. Teilnehmer präsentiert	
Einübung	Anfertigung einer Tabelle für unterschiedliche Auslegewinkel		Einzelarbeit	

2 Lösungshinweise:

2.1 Zur Aufgabe 4.4

Konstruktionsprinzipien von Hydropumpen

Nach der Anordnung der Kolben unterscheidet man Axial- und Radialkolbenpumpen.

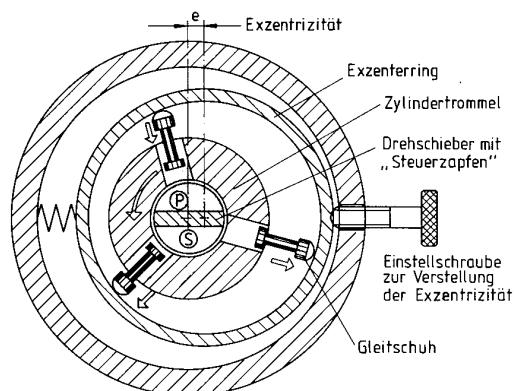
Bei den **Radialkolbenpumpen** sind die zylindrischen Verdrängerräume sternförmig angeordnet. Die Kolben werden über Exzenterwellen oder **exzentrische Ringe** angetrieben. Sie bewegen sich radial zur Drehachse. Ein Drehschieber trennt Druck- und Saugraum und sorgt dafür, daß immer die Verdrängerräume, die sich gerade vergrößern, mit dem Sauganschluß verbunden sind, wogegen die Verdrängerräume, die sich gerade verkleinern, mit dem Druckanschluß verbunden sind. Bei manchen Radialkolbenpumpen verwendet man auch spezielle Ventile zum Trennen und Verbinden von Verdrängerräumen und Anschlüssen. Radialkolbenpumpen gibt es auch als Verstellpumpen. Bei ihnen kann die Exzentrizität geändert werden, so daß sich unterschiedliche Kolbenhübe ergeben.

Bei den **Axialkolbenpumpen** sind die Verdrängerräume in einer Trommel parallel zueinander in Ringform angeordnet. Die Kolben stützen sich auf einer **schräg-stehenden Scheibe** ab. Wenn die Trommel eine Drehbewegung ausführt, werden die Kolben zu einer Hubbewegung veranlaßt. Die Kolben bewegen sich axial zur Drehachse. Die Verbindung der Verdrängerräume mit dem Druck- und dem Sauganschluß erfolgt über eine Steuerscheibe („**Steuerspiegel**“). In der Scheibe befinden sich Schlitze („**Nieren**“), um die Verdrängerräume mit den jeweils richtigen Anschlüssen zu verbinden. Das hier skizzierte Prinzip einer Axialkolbenpumpe gibt es in vielen verschiedenen Konstruktionsvarianten. Axialkolbenpumpen werden oft als Verstellpumpen ausgeführt. Bei diesen Pumpen kann der Kolbenhub durch Kippen der Steuerscheibe verändert werden.

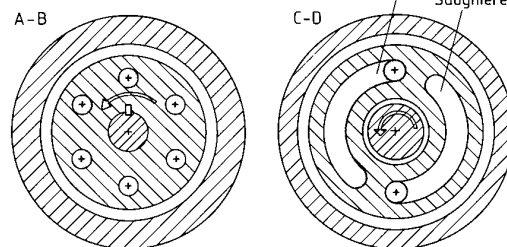
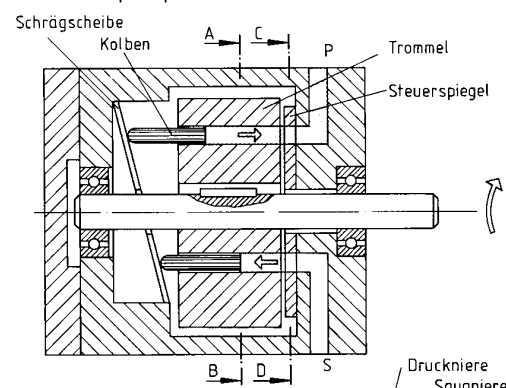
Flügelzellenpumpen haben einen zylindrischen Rotor, der mit Schlitzen versehen ist. In den Schlitzen befinden sich Flügel, die sich radial zum Rotor bewegen können. Der Rotor mit den beweglichen Flügeln dreht sich in einem Gehäuse mit zylindrischer Bohrung. Dabei ist die **Drehachse des Rotors exzentrisch zur Gehäusebohrung**. Es ergibt sich längs des Umfangs des Rotors ein unterschiedlich breiter Spalt. Dieser Spalt wird durch die Flügel in unterschiedlich große Kammern unterteilt. Beim Drehen des Rotors vergrößern und verkleinern sich die einzelnen Kammern.

In dem Bereich, wo sich der Spalt erweitert, ordnet man den Sauganschluß an. In dem Bereich, wo sich der Spalt verengt, befindet sich der Druckanschluß. Bei Verstellpumpen in Flügelzellenbauweise kann die Exzentrizität des Rotors verändert werden.

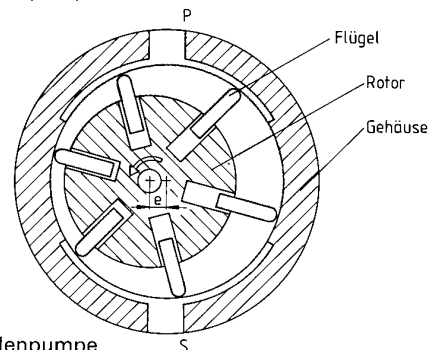
Radial- und Axialkolbenpumpen sowie Flügelzellenpumpen können als **Verstellpumpen** ausgeführt sein.



Radialkolbenpumpe



Axialkolbenpumpe



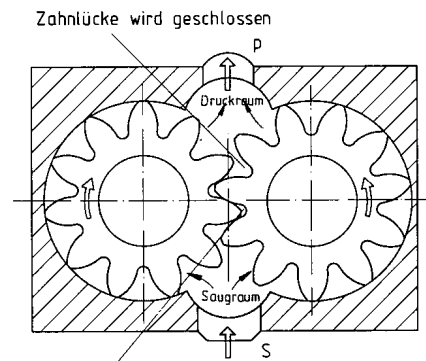
Flügelzellenpumpe

entnommen aus: Technologie Metall., S.224 -225

Bei einer **Zahnradpumpe** werden Druck- und Saugraum über **käm-mende Zahnräder** getrennt. Beim Drehen der Zahnräder öffnen und schließen sich Zahnlücken. Die Zahnräder werden so angetrieben, daß sich im Saugraum die Zahnlücken öffnen und mit Flüssigkeit aufgefüllt werden. Im Druckraum schließen sich die Zahnlücken und fördern das Öl in das angeschlossene Hydrauliksystem.

Zahnradpumpen gibt es mit zwei Außenzahnradern (Außenzahnradpumpe) und mit einem Innenzahnrad, in dem ein Außenzahnrad abrollt (Innenzahnradpumpe).

Zahnradpumpen sind stets **Konstantpumpen**.



Vorteile / Nachteile unterschiedlicher Hydropumpen

Es werden Wichtungen nach dem System vergeben:

- 1 = sehr gut / sehr groß
- 2 = gut / groß
- 3 = mittel
- 4 = gering

Kriterium	Bauart									
	AZP	IZP	ZRP	SSP	FZPE	FZPD	RKPI	RKPA	AKPSA	AKPSS
nutzbarer Drehzahlbereich	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2
nutzbarer Druckbereich	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1
Viskositätsbereich	1	2	3	1	3	3	1	1	1	1
max. Geräuschniveau	4	1	2	1	2	2	3	3	3	3
Lebensdauer	3	2	2	1	1	1	2	2	2	2
Preis	1	2	2	3	2	2	3	3	3	3
Außenzahnradpumpe	= AZP									
Innenzahnradpumpe	= IZP									
Zahnringpumpe	= ZRP									
Schraubenspindelpumpe	= SSP									
Flügelzellenpumpe einhubig	= FZPE									
Flügelzellenpumpe doppelhubig	= FZPD									
Radialkolbenpumpe mit innerer Abstützung	= RKPI									
Radialkolbenpumpe mit äußerer Abstützung	= RKPA									
Axialkolbenpumpe mit Schrägachse	= AKPSA									
Axialkolbenpumpe mit Schrägscheibe	= AKPSS									

entnommen aus: Der Hydrauliktrainer Band 1., S. 61

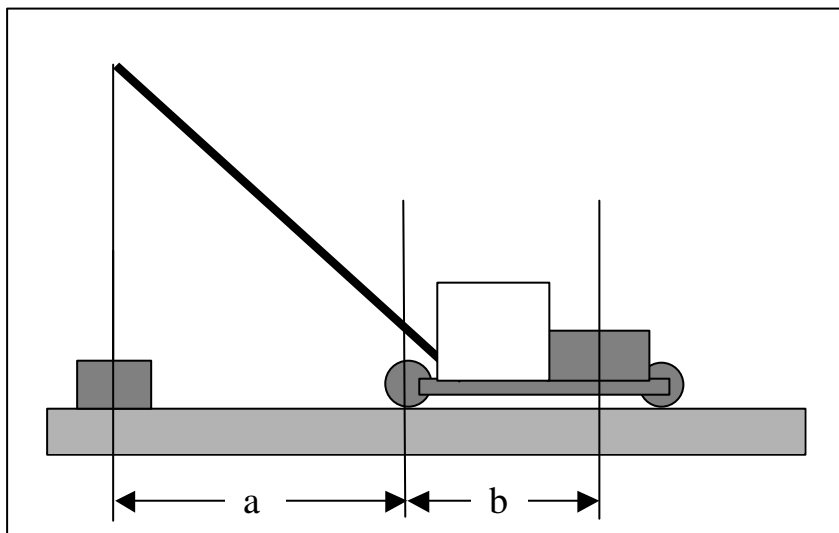
2.2 Zur Aufgabe 4.5

In der Praxis wurde folgende Vorgehensweise angewandt um die Buchse zu demontieren:

- gezielte Erwärmung des Spannstiftes mit einer fein eingestellten Flamme eines Autogenbrenners um die Härte abzubauen
- vorsichtiges herausdrehen/ bohren des Spannstiftes mit linksdrehendem Bohrer
- anschweißen (E-Hand) einer großen Mutter auf die Buchse
- Eindrehen einer passenden Schraube in die eingeschweißte Mutter
- nun kann die Buchse durch andrehen der Schraube langsam herausgedrückt werden

2.3 Zur Aufgabe 4.6

Statisches System des Baggers



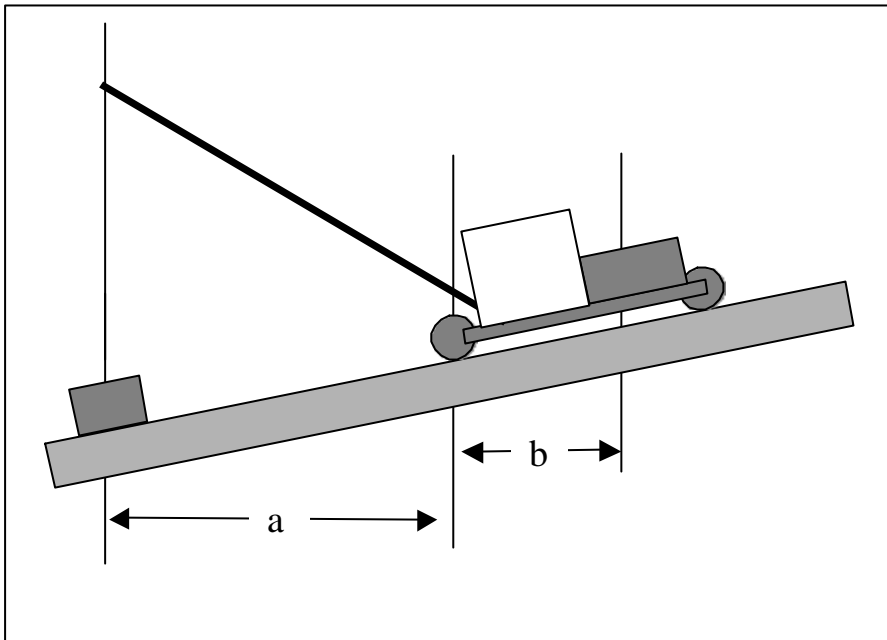
max. Gewichtskraft der Last: F_{gL}

Gewichtskraft des Seilbaggers: F_{gB}

Momentengleichgewicht: $F_{gL} \cdot a = 0,75 F_{gB} \cdot b$

1) Aufgrund der Angabe über max. Last in Abhängigkeit von Auslegerlänge und Winkel kann der Abstand b zum Gesamtschwerpunkt bestimmt werden

2) Darstellung der Verhältnisse auf geneigten Untergrund
 Hebelarm a wird länger, Hebelarm b verkürzt sich



3 Literaturhinweise:

Achile, G. und andere 1990
 Technologie Metall Fachstufe 2
 Industriemechaniker Cornelsen Verlag

Herausgeber Mannesmann Rexroth Ag 1991
 Der Hydrauliktrainer Band 1.
 Grundlagen und Komponenten der Fluidtechnik Hydraulik
 Verlag: Lohr am Main