

Inhaltsübersicht

1	Die Firma	3
2	Produktions- und Dienstleistungsspektrum der Firma	3
3	Der Arbeitsbereich MTA (Mechanisch- Technische-Abteilung) des Unternehmens	5
3.1	Organisationsstruktur der Abteilung MTA	5
3.2	Aufgabenbereich des Meisters	6
3.3	Werkstattausstattung	7
4	Betriebliche Aufgabenstellung	8
4.1	Entwicklung eines Verständnisses für das Antriebssystem des Baggers	8
4.2	Instandsetzungsstrategie planen.....	9
4.3	Folgeschäden abschätzen und überprüfen.....	9
4.4	Aufbau und Funktion von Hydraulikpumpen verstehen.....	9
4.5	Demontageproblem der verschlissenen Buchse mit Hilfe von unterschiedlichen Problemlösungsmethoden lösen.....	10
4.6	Sicherheitsaspekte beim Betrieb des Baggers auf geneigtem Gelände.....	10
5	Anhang.....	11
	Gesamtdarstellung des Seilbaggers	11
5.2	Technische Daten.....	12
5.3	Zentralaggregat.....	13
5.4	Technische Zeichnung Triebwerk (Hydraulikpumpe)	14
5.5	Ersatzteilliste Triebwerk (Hydraulikpumpe).....	15
5.6	Technische Zeichnung: Verteilergetriebe	16
5.7	Winkel / Längen des Kranauslegers	17
5.8	Traglasttabelle	18
5.9	Grundsaltungen hydrostatischer Antriebe	19
5.10	Systematische Aufstellung von Arbeitsplandaten für die Instandsetzung	20
5.11	Beispiel: Arbeitsplan aus dem Bereich Instandsetzung	21
5.12	Hinweise zur systemtechnischen Analyse technischer Systeme.....	22
5.13	Problemlösungsmethoden	23
5.14	Darstellungsform Flussdiagramm	25
6	Literaturhinweise:.....	25

1 Die Firma

Die Firma Haustadt & Timmermann wurde 1928 durch Herrn Haustadt und Herrn Timmermann gegründet. Das Unternehmen wird heute in zweiter Generation von der Familie Timmermann geführt. Neben dem Hauptsitz in Duisburg unterhält die Firma neun Betriebsstätten in den alten Bundesländern sowie ein Tochterunternehmen, die Haustadt & Timmermann Rohrleitungsbau GmbH & Co. KG, eine Verwaltung und weitere neun Betriebsstätten in den neuen Bundesländern.

Das Unternehmen beschäftigt insgesamt ca. 900 Mitarbeiter an den unterschiedlichen Standorten und Betriebsstätten. Am Standort Duisburg sind ca. 560 Mitarbeiter beschäftigt. Im Folgenden ist die Organisationsstruktur des Unternehmens abgebildet.

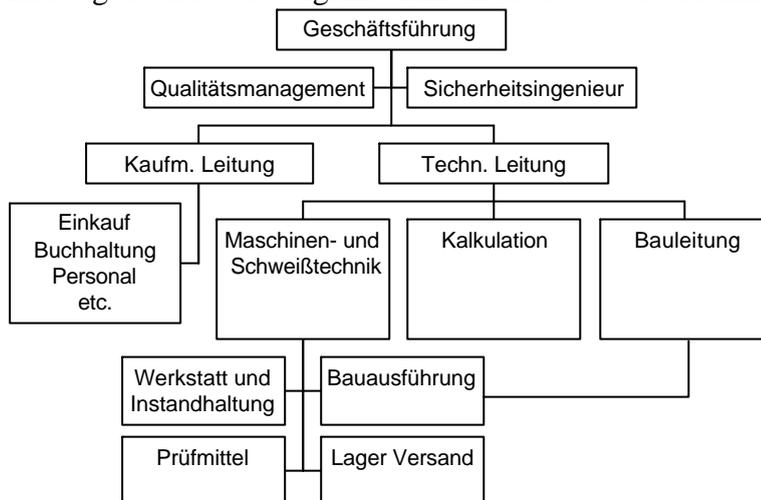


Abbildung 1 Organisationsstruktur des Unternehmensbereich Duisburg

2 Produktions- und Dienstleistungsspektrum der Firma

Die Firma Haustadt & Timmermann ist spezialisiert auf dem Gebiet des Tiefbaus, der Rohrverlegung und des Rohrleitungsbau für alle Dimensionen, Medien und Drücke. Die Leistungspalette der Firma umfasst u. a. die Erstellung kommunaler Versorgungsnetze für Gas, Wasser und Fernwärme, den Pipeline- und Anlagenbau, sowie Microtunneling und Horizontalbohrtechnik.



Abbildung 2 Pipelinebau

Bei der Rohrverlegung ist es oft erforderlich Flüsse, Gewässer und Straßen zu unterfahren. Diese Technik bezeichnet man als Dükerverbau. Bei der konventionellen Dükeringung eines Gewässers wird in die Flußsohle eine Rinne gebaggert und dort die vorgefertigten und mit einer Betonummantelung versehenen Rohrelemente eingebracht. Der Nachteil dieser Technik besteht darin, dass zum einem das Gewässer während der Bauarbeiten zeitweise für den Schiffsverkehr gesperrt werden muss und zum anderen darin, dass –je nach Breite des Gewässers – aufwendige Kräne und Schwimmpontons benötigt werden.



Abbildung 3 Dükerverlegung durch einen Fluss

Als alternatives Verfahren zur Dükeringung verwendet die Firma Haustadt & Timmermann zunehmend die moderne Technik des Horizontalbohrens. Bei diesem Verfahren wird das Hinderniss mit einer ferngesteuerten Bohranlage unterfahren. Hierzu sind aufwendige Bohrvorrichtungen und Navigationssysteme notwendig. Der große Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass keinerlei Eingriffe und Veränderungen in der Landschaft vorgenommen werden müssen. Deshalb wird diese Technik bevorzugt eingesetzt, wenn Rohrverlegungen in Naturschutzgebieten vorgenommen werden müssen.

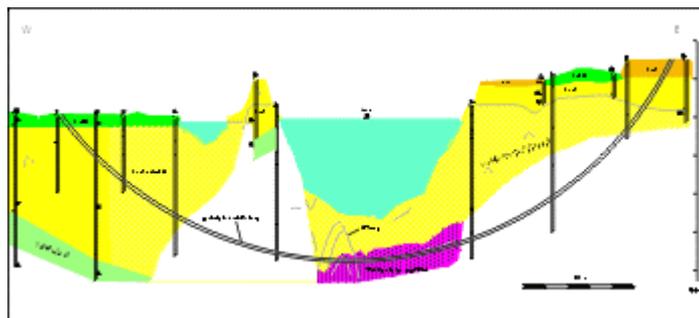


Abbildung 4 Unterfahren eines Flusses im Horizontalbohrverfahren (Dükerverbau)

Bedeutende internationale Projekte in diesem Bereich sind die Dükeringung der Seine in Paris, des Van Riebeeckhafens in Amsterdam und des Kuban in Krasnodur (Russland). Zu weiteren Spezialanwendungen der Firma gehören : Horizontalfilterbrunnen, Felsbohrungen, Anierungen im Deponiebereich sowie Anlandungen im Küstenbereich.

Das Unternehmen ist sowohl national als auch international tätig. Zu den Kunden zählen kommunale Versorgungsunternehmen, internationale Gas- und Ölfirmen, sowie die Chemie-Industrie.

3 Der Arbeitsbereich MTA (Mechanisch-Technische-Abteilung) des Unternehmens

Aufgrund des breiten Leistungsspektrums des Unternehmens im Bereich des Rohrleitungs- und Anlagenbaus, verfügt das Unternehmen über einen umfangreichen Maschinen- und Fuhrpark. Hierzu zählen unterschiedliche Kräne und Bagger, Fahrzeuge aller Art, sowie spezielle Bohranlagen zum Horizontal- und Vertikalbohren, wie z.B. Rammern und Raketen.



Abbildung 5 Arbeitsgeräte aus dem Maschinen- und Fuhrpark

Hauptaufgabenbereich der Abteilung MTA ist die Inspektion, Wartung und Instandsetzung dieser Maschinen und Fahrzeuge. Die Abteilung arbeitet im Bereich der Wartung und Instandsetzung in ständiger Konkurrenz zu den Herstellern der Maschinen und Fahrzeuge, die ebenfalls Wartung und Reparatur für ihre Produkte anbieten. Bei anfallenden Instandsetzungsaufträgen muss dementsprechend grundsätzlich eine Abschätzung erfolgen, ob die Arbeiten fremd vergeben werden oder in der eigenen Werkstatt durchgeführt werden sollen. Spezielle Aufgaben, wie die Überprüfung von Hydraulikanlagen, müssen grundsätzlich fremd vergeben werden, da die hierzu benötigten Geräte in der eigenen Werkstatt nicht zur Verfügung stehen.

3.1 Organisationsstruktur der Abteilung MTA

Die Abteilung wird von Herrn Dipl.-Ing. Andreas Fahr in enger Zusammenarbeit mit dem Meister der Abteilung „Werkstatt und Instandhaltung“, Herrn Straus, geleitet. Herr Fahr ist ausgebildeter Baumaschinen-Ing. und Schweißfachingenieur. Herr Straus ist Baumaschinen-Meister und schon seit 38 Jahren im Unternehmen beschäftigt. Insgesamt sind in der Abteilung 13 Mitarbeiter und sieben Auszubildende tätig.

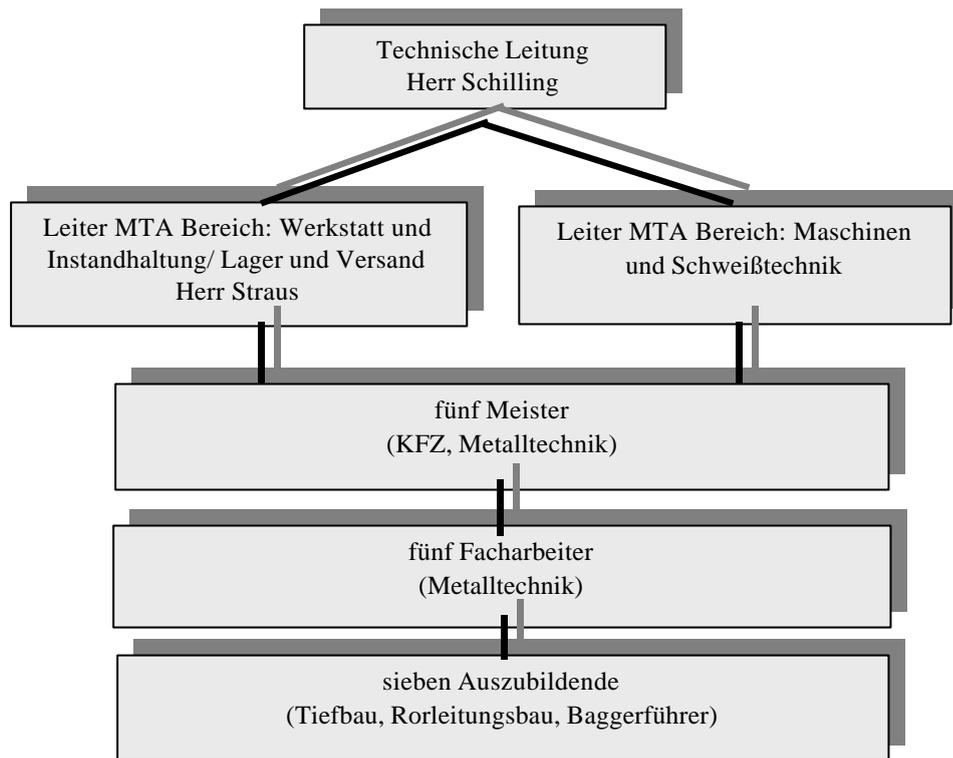


Abbildung 6 Organisationsstruktur der Abteilung MTA

3.2 Aufgabenbereich des Meisters

Im Folgenden wird der Aufgabenbereich von Herrn Straus näher dargestellt. Herr Straus hat innerhalb der Abteilung eine Führungsposition, so dass sich sein Aufgabengebiet im Schwerpunkt auf die Bereiche Organisation und Personalführung konzentriert. Im Bereich der Technik liegt der Schwerpunkt seiner Aufgaben auf dem Delegieren und Überwachen von Arbeitsaufträgen. Aufgrund der hohen fachlichen Kompetenz und des reichhaltigen Erfahrungswissens ist er zentraler Ansprechpartner sowohl für Kunden als auch für Mitarbeiter im Bereich der MTA Abteilung. Dadurch wird Herr Straus in fast allen Angelegenheiten kontaktiert, muss ständig Entscheidungen treffen und Arbeiten delegieren.

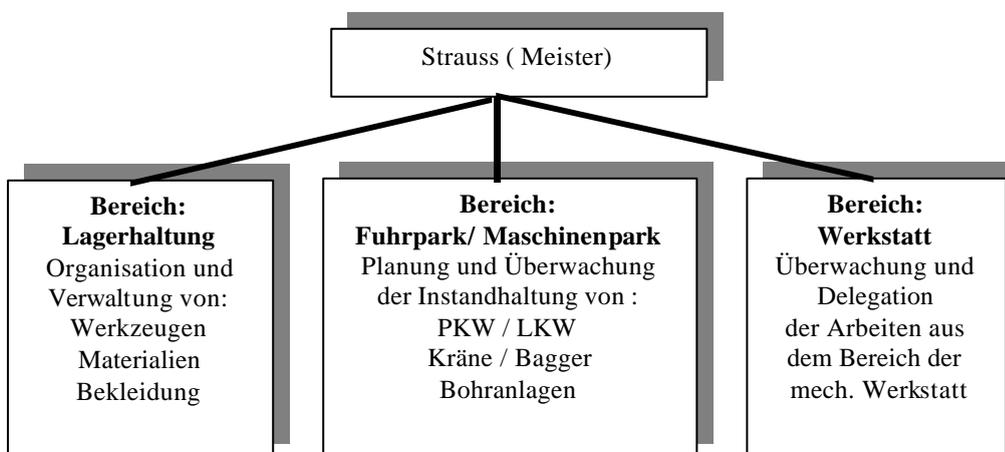


Abbildung 7 Aufgabenbereiche des Meisters

Kernaufgabe von Herrn Straus ist die Organisation und Überwachung der drei großen Betriebsbereiche Lagerhaltung, Fuhrpark und Werkstatt. Aus diesem Verantwortungsbereich

ergibt sich ein großes Spektrum von unterschiedlichen Aufgaben. Hierzu zählt die Organisation und Überwachung der Inspektion, Wartung und Reparatur sämtlicher Maschinen, Anlagen und Kraftfahrzeuge. Ein weiterer Bereich seines Tätigkeitsfeldes ist die Organisation und der Aufbau des Materiallagers. Im Bereich der Werkstatt beschränkt sich sein Tätigkeitsfeld im Wesentlichen auf die Kontrolle und Überwachung der dort ausgeführten Arbeiten.

Insgesamt ergeben sich folgende Tätigkeitsbereiche in den Handlungsbereichen:

1. Technik:

- Organisation und Überwachung der Instandsetzung, Wartung, Inbetriebnahme und Inspektion von sämtlichen Maschinen und Anlagen des Fuhrparks
- Überprüfen der Maschinen und Anlagen auf Sicherheitsmängel
- Überwachen und Kontrollieren der Arbeiten innerhalb der mechanischen Werkstatt.

2. Organisation:

- Entscheidung über die Fremdvergabe von Arbeitsaufgaben
- Reparaturkosten abschätzen
- Ersatzteilbestellung und Bevorratung
- Organisation des Materiallagers

3. Führung und Personal:

- Urlaubsplanung, Überstundenverteilung
- Einsatzplanung der Mitarbeiter
- Delegieren von Aufgaben an die Mitarbeiter
- Planung von Weiterbildungsmaßnahmen
- Stellvertretung von Herrn Fahr in dessen Abwesenheit (Krankheit, Urlaub)

3.3 Werkstattausstattung

Die Werkstatt verfügt über die "klassischen" Werkzeugmaschinen, die zur spanenden und trennenden Fertigung für einfache Reparaturarbeiten benötigt werden. Hierzu zählen:

- eine manuelle Drehmaschine
- Ständerbohrmaschinen
- eine Hebelschere
- eine Hubsäge
- Hebebühnen, Hubvorrichtungen, Kräne

Zum thermischen Fügen stehen die Schweißverfahren Autogen, E- Hand, und MIG / MAG zur Verfügung. Zusätzlich befindet sich neben der Werkstatt ein Ersatzteillager mit Kleinteilen, die häufig benötigt werden.

4 Betriebliche Aufgabenstellung

Ein Seilbagger (Modell Liebherr HS 841 HD) aus dem Maschinenfuhrpark kommt zur unplanmäßigen Inspektion in die Instandhaltungsabteilung, da der Baggerführer ungewöhnliche Geräusche und Vibrationen im Bereich des Verteilergetriebes (Anhang 5.5) festgestellt hat. Der Seilbagger verfügt über einen Diesel-Hydraulischen Antrieb. Ein 132 kW starker Dieselmotor treibt über ein Verteilergetriebe verschiedene Hydrauliktriebwerke an, die die Hydraulikmotoren für Fahrwerk und Winden mit Hydraulikenergie versorgen.



Abbildung 8 Seilbagger

Als Meister der MTA Abteilung haben Sie die Verantwortung dafür, dass der Seilbagger möglichst schnell und kostengünstig wieder betriebsbereit wird, um eine Verzögerung der Rohrverlegungsarbeiten zu vermeiden. Hieraus leiten sich die folgenden Aufgabenstellungen ab:

4.1 Entwicklung eines Verständnisses für das Antriebssystem des Baggers

Verschaffen Sie sich zunächst einen Überblick über das Antriebssystem des Seilbaggers (Anhang 5.3) und entwickeln Sie ein Verständnis für die angewandte Technik. Erarbeiten Sie hierzu eine systemtechnische Darstellung des Antriebssystems mit der Zuordnung von Baueinheiten, Funktionen und Energieflüssen.

Welche Vorteile hat das Diesel-Hydraulische Antriebskonzept?

Im dem Seilbagger wird im Bereich des hydraulischen Antriebs sowohl das Konzept des offenen Kreislaufs, als auch das Konzept vom geschlossenen Kreislauf angewandt. Erklären Sie anhand der Grundsaltungen (Anhang 5.9) den grundsätzlichen Unterschied dieser Prinzipien.

Erwartete Ergebnisse:

- Systemtechnische Darstellung des Antriebskonzeptes des Baggers mit der Zuordnung von Baueinheiten, Funktionen und Energieflüssen.
- Auflistung von Vorteilen, die ein Diesel-Hydraulischer Antrieb bietet.
- Erklärung des Prinzips "offener/geschlossener Kreislauf" anhand der Darstellungen im Anhang 5.9

4.2 Instandsetzungsstrategie planen

Entwickeln Sie eine grundsätzliche Vorgehensweise für die Instandsetzung. Stellen Sie diese in Form eines Flussdiagramms mit unterschiedlichen Vorgehensalternativen dar. (keine inhaltliche Ausarbeitung der Vorgehensschritte)

Erwartete Ergebnisse:

- Flussdiagramm mit möglichen Vorgehensalternativen

4.3 Folgeschäden abschätzen und überprüfen

Der Kundendienstberater der Firma Liebherr, empfiehlt das Verteilergetriebe und die fünf Pumpen komplett zu erneuern. Die Kosten für diese Komplettreparatur würden sich auf ca. 65.000,- DM belaufen. Für die Reparatur gewährt die Firma eine Garantie von zwei Jahren. Aufgrund der hohen Kosten haben Sie die Entscheidung getroffen, zu einer genauen Lokalisierung des Schadens das Verteilergetriebe durch einen ihrer Mechaniker demontieren zu lassen. Dabei wurde festgestellt, dass nur eine Kupplungsbuchse an der Ausgangswelle des Verteilergetriebes stark verschlissen ist.

(starke Abnutzung der Innenverzahnung, Bauteil Pos. Nr. 20)

Planen Sie vor dem Hintergrund dieser Information das weitere Vorgehen. Berücksichtigen Sie die Möglichkeit, dass Folgeschäden durch die defekte Buchse entstanden sein könnten.

Erwartete Ergebnisse:

- Auflistung von möglichen Folgeschäden, die durch die ausgeschlagene Buchse entstanden seien könnten, mit der Zuordnung von Überprüfungsöglichkeiten / Prüfmethoden
- Instandsetzungsplan unter Berücksichtigung der dargestellten Sachlage.

Hilfsmittel: Arbeitsplandaten Anlage 5.10/ 5.11

4.4 Aufbau und Funktion von Hydraulikpumpen verstehen

Um sicherzustellen, dass die Hydraulikpumpen voll funktionsfähig sind, haben Sie einen Fachbetrieb mit der Leistungsüberprüfung der Pumpen beauftragt. Dieser hat festgestellt, dass eine Pumpe stark verminderte Leistung zeigt, sowie zwei weitere auch nicht die volle Leistung erbringen. Daraufhin wurde eine komplette Überholung aller Pumpen zum Preis von ca. 20.000,- DM mit dem Unternehmen vereinbart.

Um Schäden und Wartungsarbeiten an Hydraulikpumpen besser einschätzen zu können und um mit Fachleuten aus dem Bereich kommunizieren zu können, benötigen Sie ein grundlegendes Verständnis für die Technik der Hydraulikpumpen.

Erarbeiten Sie anhand der technischen Zeichnung von der im Bagger eingesetzten Hydraulikpumpe deren Aufbau und Funktionsweise (Anhang 5.4. Erarbeiten Sie anhand von Fachbüchern mindestens zwei weitere Funktionsprinzipien von Hydraulikpumpen. Welche Vor- bzw. Nachteile haben die unterschiedlichen Funktionsprinzipien? Überlegen Sie durch welche technische Kennwerte die Leistungsfähigkeit von Hydraulikpumpen charakterisiert wird. Erläutern Sie, warum durch die ausgeschlagene Getriebebuchse die Pumpen in Mitleidenschaft gezogen werden können.

Erwartete Ergebnisse:

- Funktionsprinzipien und Aufbau unterschiedlicher Hydraulikpumpen darstellen und erläutern
- Vorteile/ Nachteile der unterschiedlichen Funktionsprinzipien darstellen

- Auflistung von technischen Kennwerten von Hydraulikpumpen mit kurzen Erklärungen.
- Erläuterung, warum die Hydraulikpumpen der Antriebseinheit des Baggers durch die defekte Getriebebuchse in Mitleidenschaft gezogen worden sind.

4.5 Demontageproblem der verschlissenen Buchse mit Hilfe von unterschiedlichen Problemlösungsmethoden lösen

Der mit der Demontage der beschädigten Buchse beauftragte Facharbeiter schafft es nicht, die Buchse zu demontieren, da diese eingepresst ist und zusätzlich mit einem Spannstift gesichert ist (Siehe Technische Zeichnung, Anhang 5.6). Solche Problemstellungen, für die keine unmittelbaren Lösungsmöglichkeiten vorhanden sind, lassen sich oft durch den Einsatz von Problemlösungsmethoden effektiver und schneller lösen. Technisch-konstruktive Problemstellungen lassen sich sowohl mit intuitiv orientierten Methoden als auch mit systematisch orientierten Methoden lösen (Beispiel Anhang 5.13).

Verschaffen Sie sich zunächst einen Überblick über die Lösungsmethoden. Entwickeln Sie dann unter Zuhilfenahme der Problemlösungsmethoden einen Lösungsvorschlag, wie mit einfachen Mitteln der Werkstatt ohne Beschädigung weiterer Bauteile die Buchse demontiert werden kann.

Erwartete Ergebnisse:

- Überblick Problemlösungsmethoden
- Demontageplan

4.6 Sicherheitsaspekte beim Betrieb des Baggers auf geneigtem Gelände

Der Baggerführer wendet sich an Sie mit der folgenden Frage: Der Bagger soll demnächst mit einem Schwerlastausleger auf einem um ca. 30° geneigten Gelände eingesetzt werden, so dass die Gefahr des Umkippen früher als auf ebenem Gelände besteht (Auslegerlänge 26 m). Da sich die vorgeschriebenen Traglasttabellen (Anhang 5.8) für den Bagger nur auf ebenes Gelände beziehen, haben diese für den Einsatzfall keine Gültigkeit mehr. Als Verantwortlicher für die Sicherheit der Baugeräte müssen Sie dem Baggerführer eine verbindliche Anweisung für den Umgang mit dieser Gefahrensituation geben.

Welche Vorgehensalternativen sind im Umgang mit dieser Gefahrensituation denkbar?

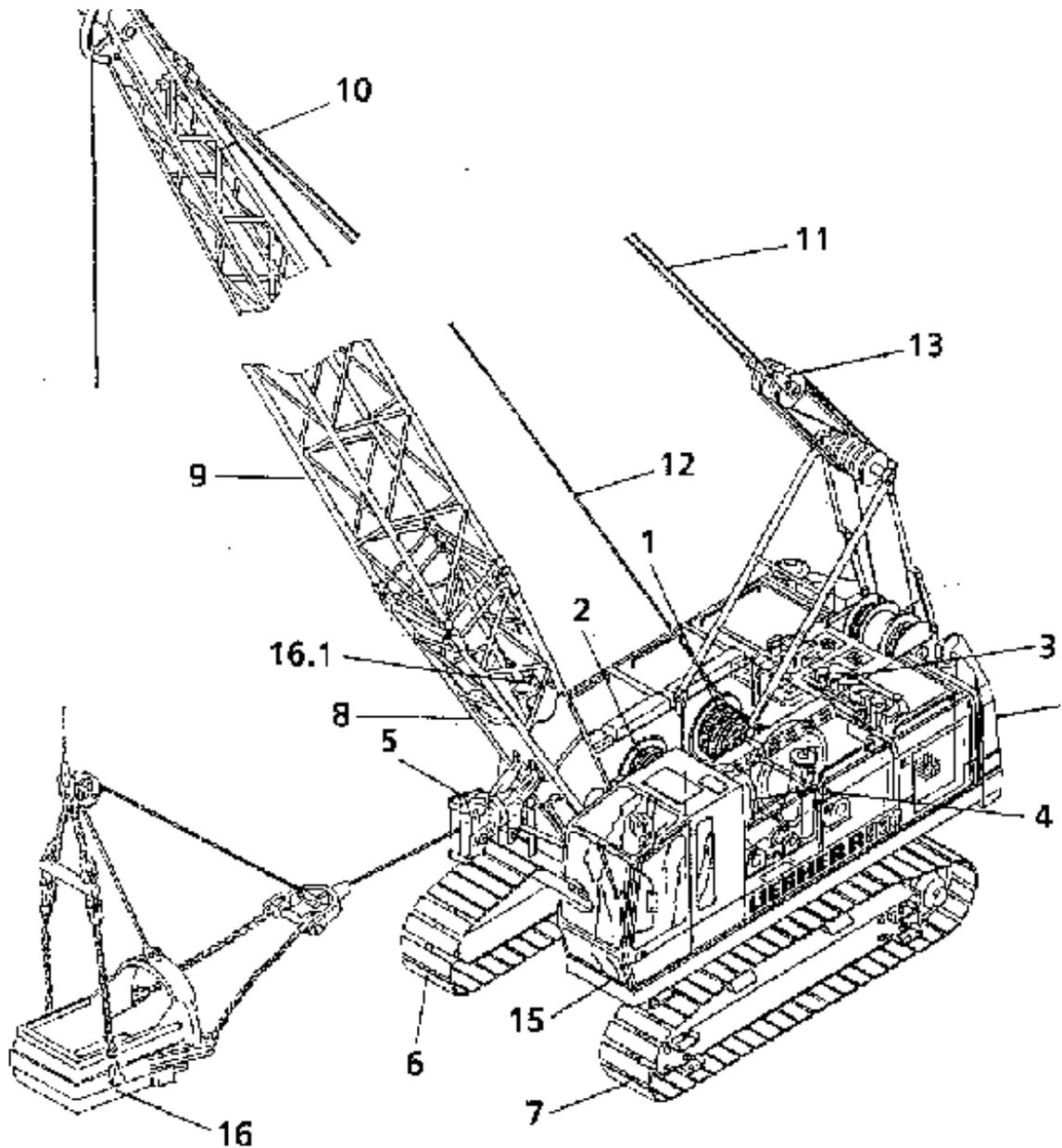
Ermitteln Sie, wie sich der Betrieb des Baggers auf geneigtem Gelände auf die Stabilität des Arbeitsgerätes auswirkt. Versuchen Sie diesen Zusammenhang physikalisch darzustellen und zu erklären (z. B. durch eine Momentenskizze). Berechnen Sie, oder ermitteln Sie zeichnerisch, um wieviel Prozent die Traglast des Baggers verringert werden muss.

Erwartete Ergebnisse:

- Unterschiedliche Vorgehensalternativen im Umgang mit der Gefahrensituation
- Skizze des statischen Systems des Baggers
- Traglasttabelle bei unterschiedlichen Winkeln des Auslegers für den Betrieb des Baggers auf einem 30° geneigten Gelände

5 Anhang

5.1 Gesamtdarstellung des Seilbaggers



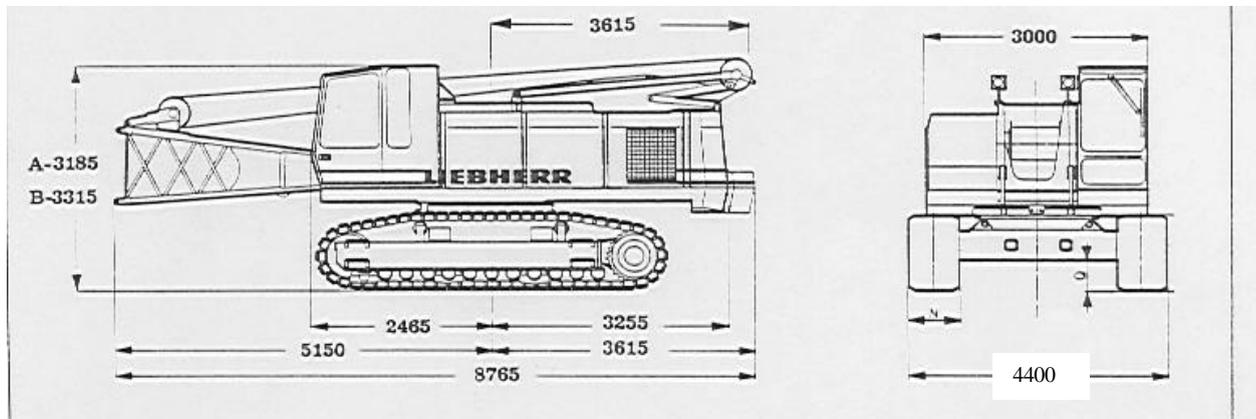
- | | | | |
|-----|-------------------------------|--------|------------------------|
| 1 = | Winde I (Hubwinde) | 9 = | Ausleger Zwischenstück |
| 2 = | Winde II (Grabwinde) | 10 = | Auslegerkopf |
| 3 = | Zentralaggregat | 11 = | Auslegerhalteseile |
| 4 = | Bandbremseinheit Winde I + II | 12 = | Hubseil |
| 5 = | Grabseilführung | 13 = | Seilgehänge |
| 6 = | Rechter Raupenträger | 14 = | Gegengewicht |
| 7 = | Linker Raupenträger | 15 = | Fahrerkabine |
| 8 = | Ausleger Anlenkstück | 16 = | Schleppschaufel |
| | | 16.1 = | Winkelanzeige |

5.2 Technische Daten

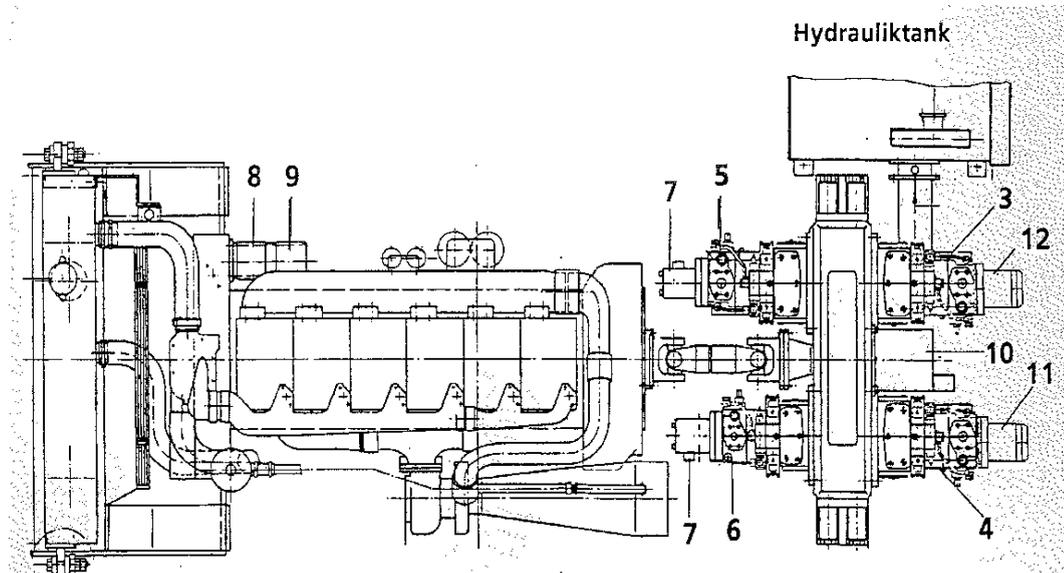
1.1.3 TECHNISCHE DATEN

Dieselmotor

Type	D 906 T (mit Abgas - Turboauf- ladung)
Fabrikat	Liebherr
Kraftstoff	Diesel
Kühlungsart	Wasserumlaufkühlung
Zylinderzahl	6
Zylinderbohrung	115 mm Durchmesser
Kolbenhub	135 mm
Hubraum insgesamt	8400 cm ³
Verdichtungsverhältnis	15,5 : 1
Leistung	132 kW (180PS) bei 2000 U/min. nach ISO Dauerleistung ICXN
max. Drehmoment	722 Nm
Kraftstoffverbrauch	230,4 g/kwh
Schmierölverbrauch	max. 1% vom Kraftstoffverbrauch
Eingestellte Drehzahlen	min. = . 850 U/min max. = 2100 U/min
Gesamtgewicht ca.	32,7 t

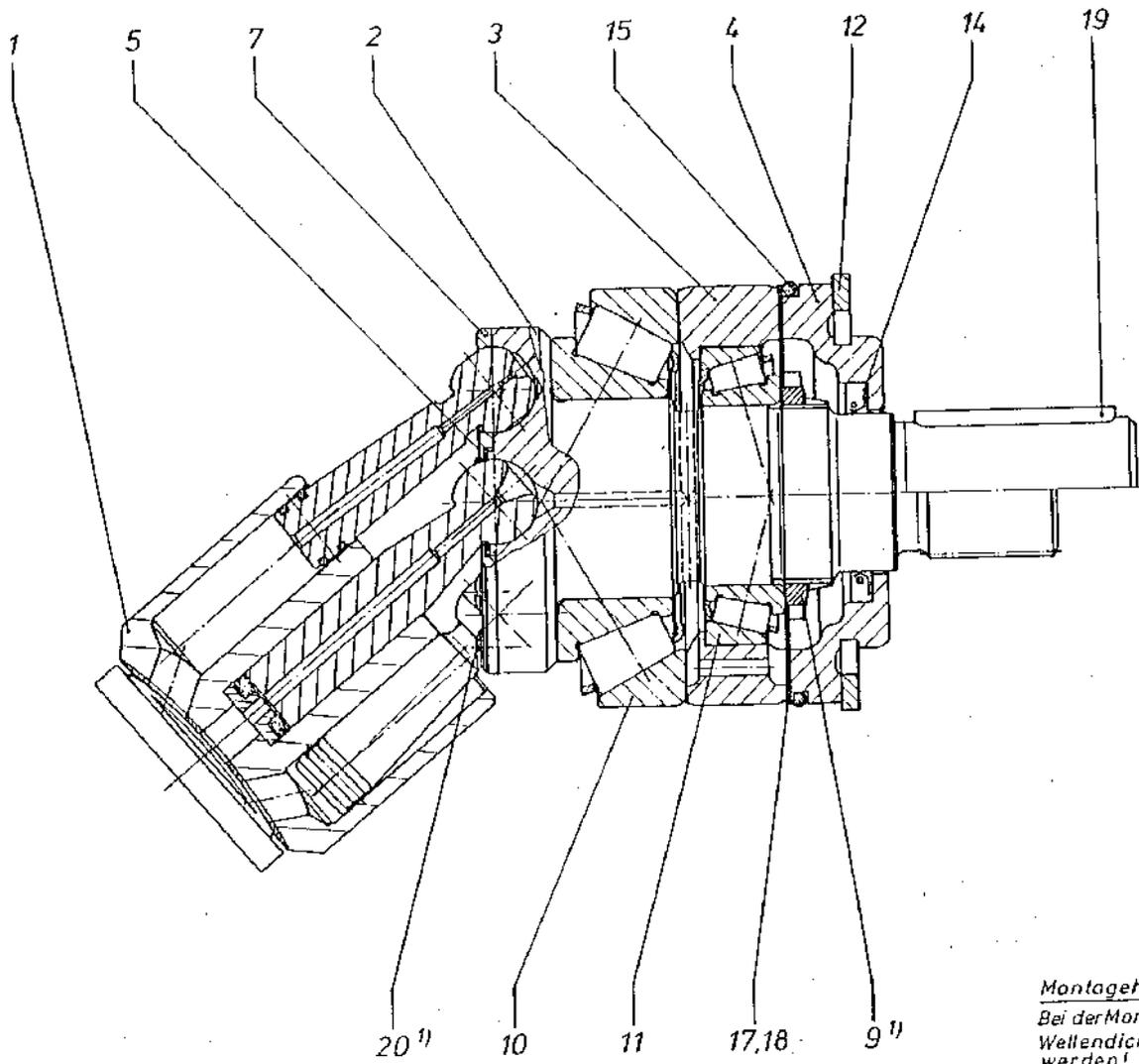


5.3 Zentralaggregat



- 1 = Dieselmotor
- 1.2 = Kardanwelle
- 1.3 = Wasserkühler
- 2 = Verteilergetriebe
- 3 = Axialkolbenverstellpumpe Winde I und Fahrwerk „linke Raupe“
- 4 = Axialkolbenverstellpumpe Winde II und Fahrwerk „rechte Raupe“
- 5 = Axialkolbenverstellpumpe Drehwerk
- 6 = Axialkolbenverstellpumpe Ausleger Einziehwinde
- 7 = Zahnradpumpen Speisedruck
- 8 = Ölkühlerpumpe
- 9 = Zahnradpumpe „Antrieb Ölkühlermotor, Ölkühlerkreislauf und Spurverstellung“
- 10 = Axialkolbenverstellpumpe „Bremsdruck Freifall - Betriebsbremse“
- 11 = Zahnradpumpe „Antrieb Zusatzwinde“
- 12 = nicht eingebaut

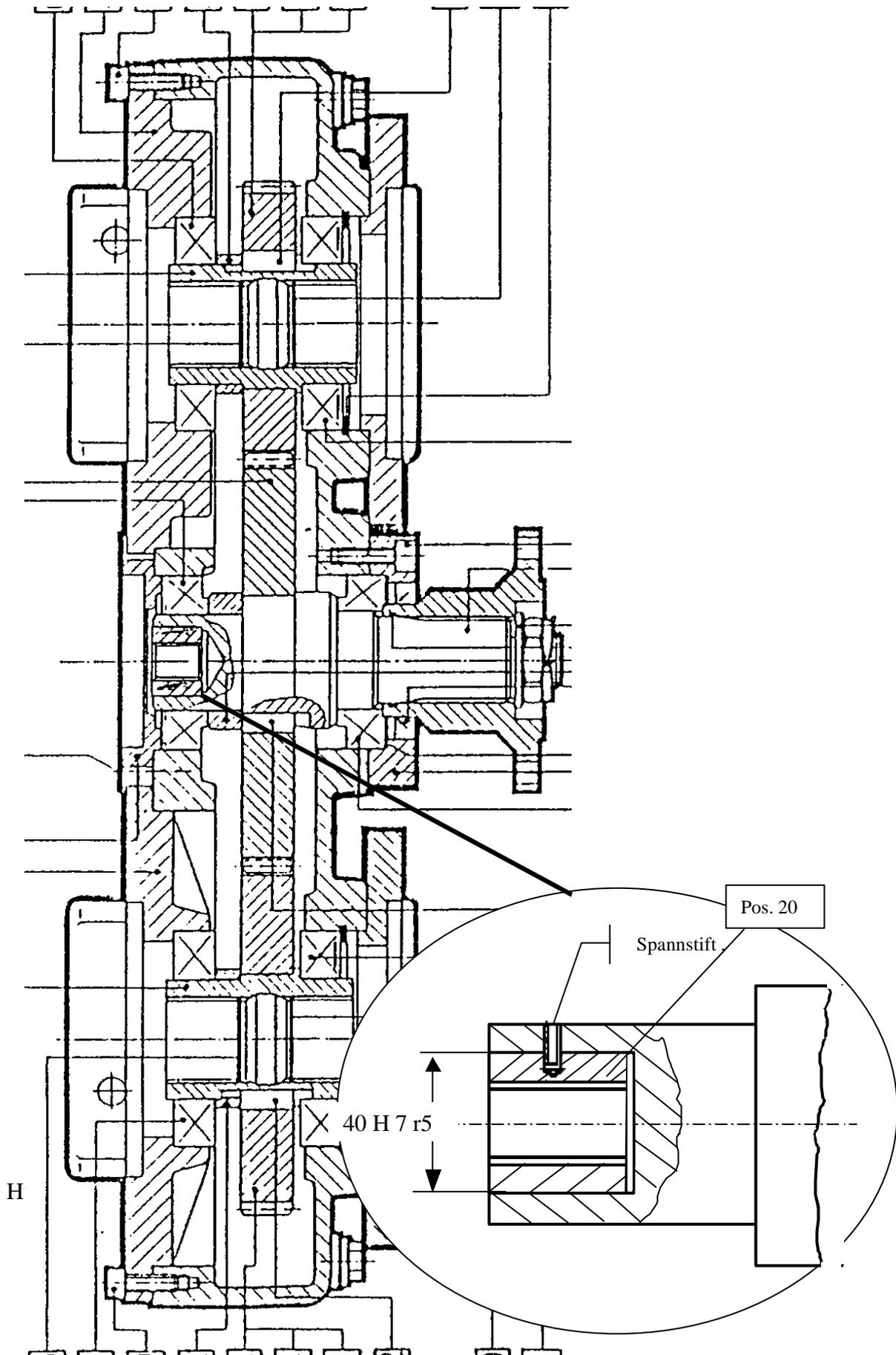
5.4 Technische Zeichnung Triebwerk (Hydraulikpumpe)



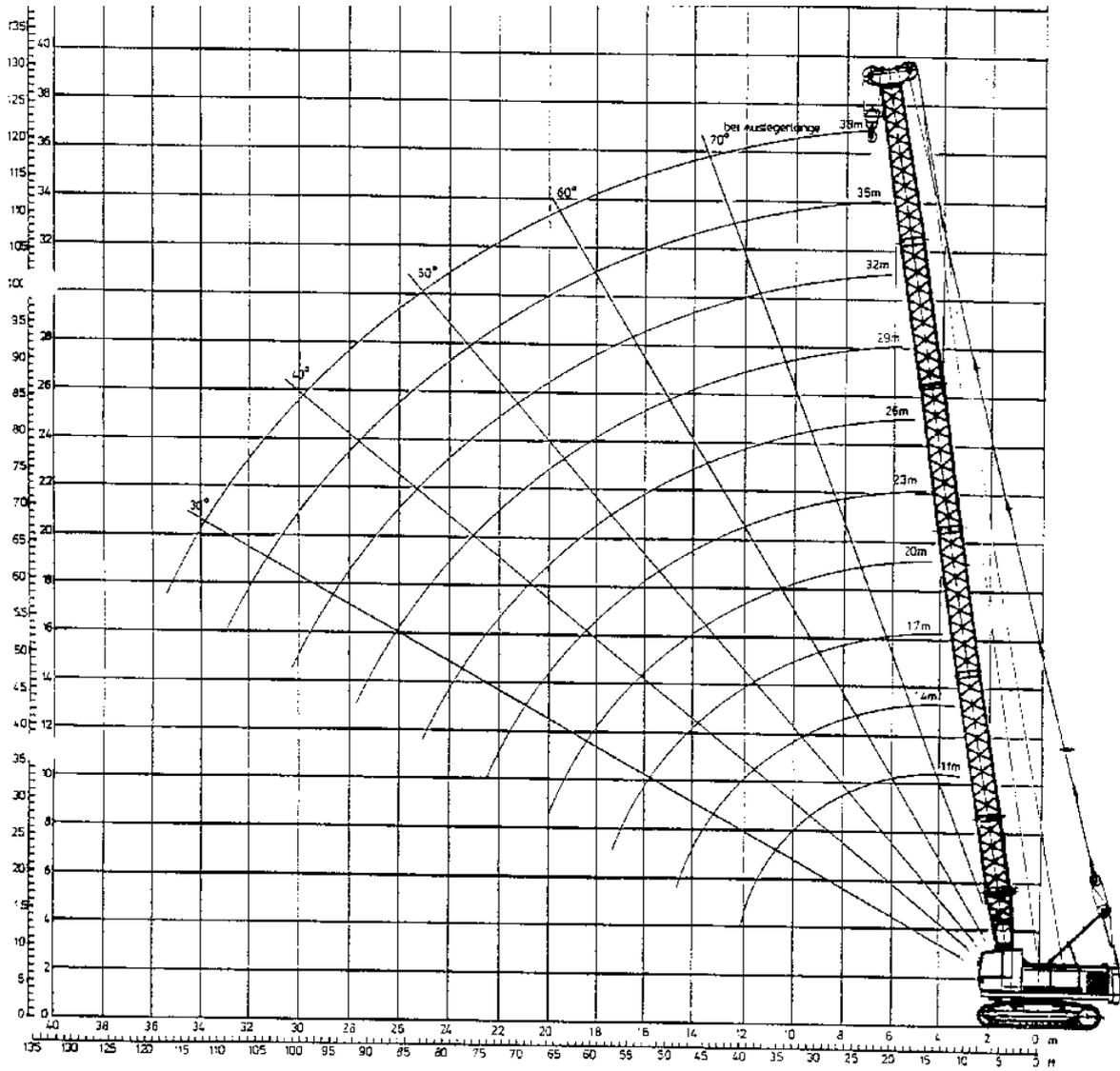
5.5 Ersatzteilliste Triebwerk (Hydraulikpumpe)

TRIEBWERK		Typ	201.18.07.10-408522	
		Zeichnungs-Nr.	201.18.07.10-01.01	
Pcs.	Benennung	Stück	Bestell-Nr.	
001	TRIEBWERK, HYDR. TEIL NACH ERSATZTEILLISTE	1	418286-201.18.07.92	
002	TRIEBWELLE	1	408481-201.18.07.10	
003	LAGERRING	1	408443-201.18.07.10	
004	VERSCHLUSSRING	1	408442-201.18.07.10	DT
005	SCHEIBE	1	409994-201.18.07.10	
007	RUECKZUGPLATTE	1	417825-201.18.07.10	
009	NUTMUTTER ART-NR. GUK 45X1,5	1	156021	
010	KEGELROLLENLAGER T 7FC 050 * MASSREIHE 7FC NACH DIN ISO 355	1	156194	
011	KEGELROLLENLAGER 32009 X	1	154608-DIN 720	
012	SICHERUNGSRING 105X4	1	154528-DIN 472	
014	WDR 8275K 40X 55X 7/7,5-NB HAERTE 72 SHORE DRALLFREI	1	152916	DT
015	O-RING PRP 241-7507	1	086949	DT
017	PASSSCHEIBE 85 X105X0,1	2	152831-DIN 988	
018	PASSSCHEIBE 85 X105X0,3	1	084592-DIN 988	
020	LINSENSCHRAUBE M 5X 16 * BRUENIERT, GEDELT	7	153617-DIN 7985-8.8	

5.6 Technische Zeichnung: Verteilergetriebe



5.7 Winkel / Längen des Kranauslegers



5.8 Traglasttabelle

TRAGLASTEN FÜR HAKENBETRIEB SCHWERLASTAUSLEGER lifting capacities for hook operation HD - boom

Werte bei 7,6t + 4,2t = 11,8t Ballast, breiter Spur und 75% der Kipplast
Hebezeuggewichte sind von den Traglasten abzuziehen

Achtung: Seilbagger steht horizontal und auf festem Untergrund.

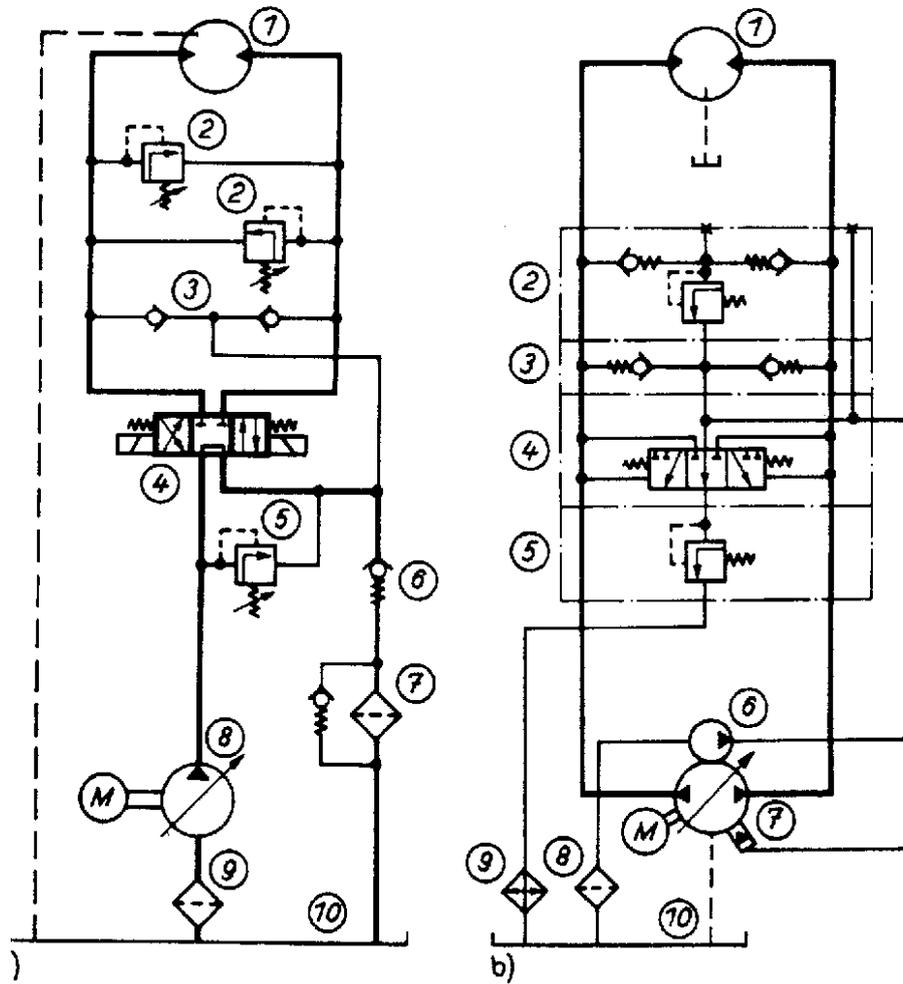
Full counterweight 7,6t + 4,2t = 11,8t; wide track and not exceeding 75% of tipping load

The permissible lifting capacities include the weight of the hook or lower block

attention: cable excavator is standing horizontally and on solid sub-floor.

Auslegerlänge boom length	Auslegerwinkel boom angle	Ausladung radius	Einsicherung reeving	Traglast lifting capacity	Auslegerlänge boom length	Auslegerwinkel boom angle	Ausladung radius	Einsicherung reeving	Traglast lifting capacity
	Δ°	m		t ₀		Δ°	m		t ₀
14 m II/2	79.0	4.5	3	32.1	17 m II/3	79.3	5.0	3	28.1
	76.9	5.0		29.9		77.5	5.5		25.5
	74.8	5.5		25.5		75.8	6.0		22.1
	72.6	6.0	2	22.2		74.0	6.5	2	19.5
	70.4	6.5		19.6		72.2	7.0		17.5
	68.2	7.0		17.6		70.4	7.5		15.8
	65.9	7.5		15.9		68.6	8.0		14.3
	63.6	8.0		14.4		64.9	9.0		12.1
	58.8	9.0		12.2		61.0	10.0		10.4
	53.7	10.0		10.5		56.9	11.0		9.1
	48.1	11.0	9.2	52.7		12.0	8.0		
	42.0	12.0	1	8.1		48.2	13.0	1	7.2
	35.0	13.0		7.3		43.2	14.0		6.4
	26.1	14.0		6.6		37.8	15.0		5.8
				31.4	16.0	5.3			
				23.4	17.0	4.8			
26 m II/6	79.7	6.5	2	18.9	29 m II/7	79.7	7.0	2	16.7
	78.5	7.0		17.2		78.7	7.5		15.3
	77.4	7.5		15.5		77.7	8.0		13.9
	76.3	8.0		14.0		75.7	9.0		11.6
	74.0	9.0	1	11.8		73.6	10.0	1	9.9
	71.6	10.0		10.0		71.5	11.0		8.6
	69.3	11.0		8.7		69.4	12.0		7.5
	66.9	12.0		7.6		67.3	13.0		6.6
	64.4	13.0		6.8		65.1	14.0		5.9
	61.9	14.0		6.0		62.9	15.0		5.3
	59.3	15.0		5.4		60.6	16.0		4.8
	56.7	16.0		4.9		58.2	17.0		4.3
	54.0	17.0		4.4		55.9	18.0		3.9
	51.1	18.0		4.0		53.4	19.0		3.5
48.2	19.0	3.7	50.8	20.0	3.2				
45.0	20.0	3.4	45.4	22.0	2.7				
38.2	22.0	2.8	39.4	24.0	2.2				
30.0	24.0	2.4	32.4	26.0	1.8				
			23.5	28.0	1.4				

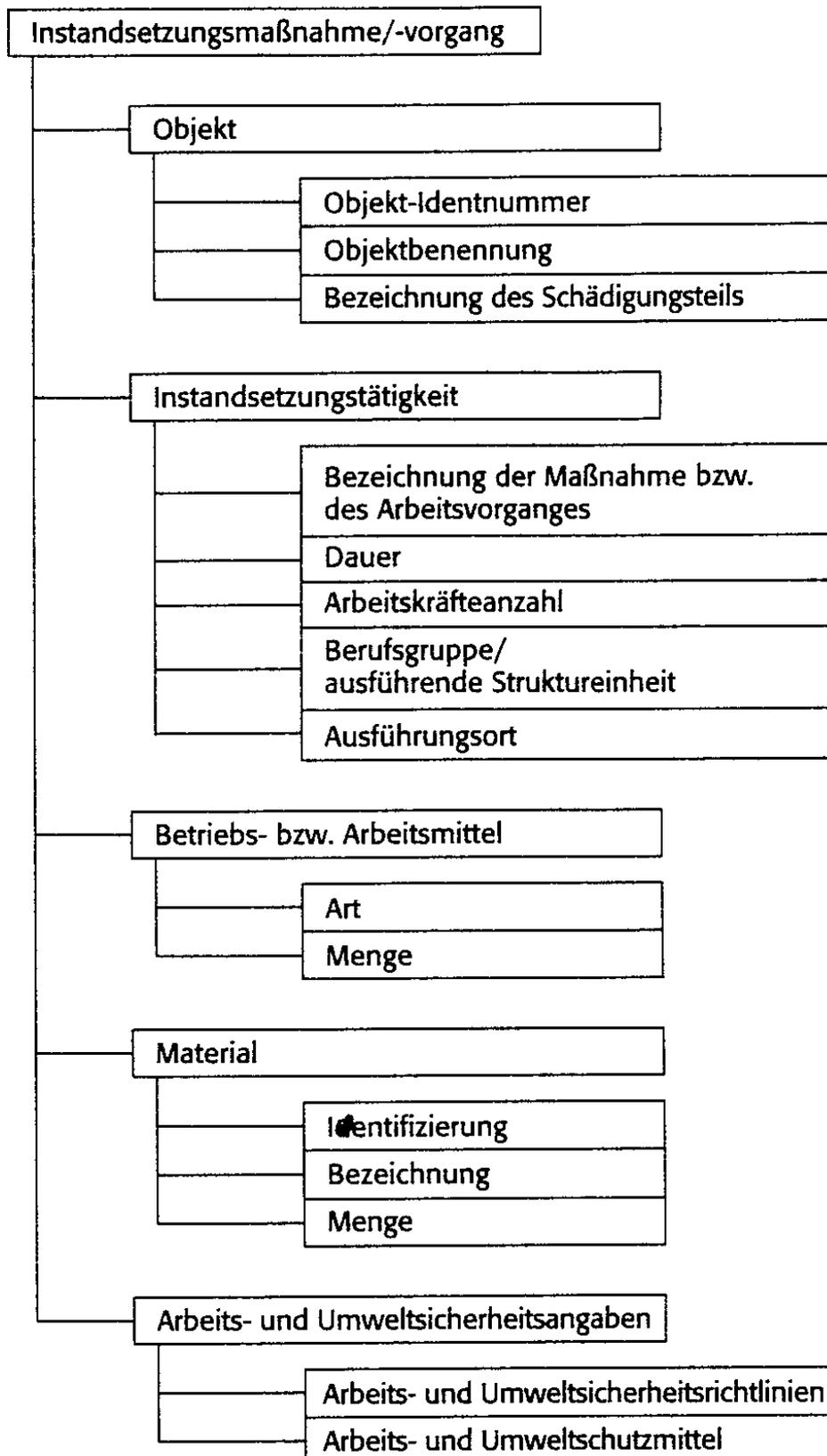
5.9 Grundsaltungen hydrostatischer Antriebe



a) offener Kreislauf

b) geschlossener Kreislauf

5.10 Systematische Aufstellung von Arbeitsplandaten für die Instandsetzung



5.11 Beispiel: Arbeitsplan aus dem Bereich Instandsetzung

IS		INSTANDSETZUNGSARBEITSPLAN									
		Bezeichnung		IS-Plan-Nr.		Gültig von		T		HW	
Anlage/Maschine		Kolbenverdichter		IS - K 15		28.10.93					
Ident-Nr.		VDS - VDA.01 - KVD.01		Auftrags-Nr.		28.11.93					
Klassifikations-Nr.		VDS - VDA - KVD		Positions-Nr.							
Art der Arbeit		Ventilwechsel		Standort							
Erstellt am		26.10.93		Gültig bis							
Erstellt von		Franz									
Vorg.- Nr.	Arbeitsablauf										
01	Auftrag vorbereiten, Bodenbelag und Werkzeug transportieren und auslegen	88	2	S	BB, WZ						
02	Kompressor komplett abbinden	284	2	S	Blindscheiben						Sl-15
03	Ventildeckel demontieren	29	2	S							
04	Ventil mit Ventilkorb herausziehen	3	2	S							
05	Ventil von Ventilkorb demontieren und reinigen	15	2	S							
06	Ventil, Ventilkorb, Ventilsitz kontrollieren und reinigen	28	2	S						53	
07	Ventil austauschen	35	2	S							
08	Ventilsitzfläche tuschieren und schleifen	83	1	S							
09	Ventildeckel, -anlagefläche und Schrauben reinigen und kontrollieren	30	1	S							
10	Ventil an Ventilkorb montieren	22	2	S							
11	Ventil mit Ventilkorb einsetzen	9	2	S							

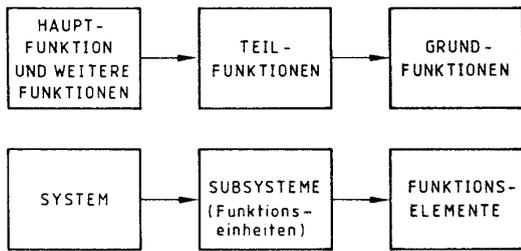
Quelle: Wissenschaftlich-technisches Büro für Instandhaltung GmbH Magdeburg WBI

entnommen aus: Praxishandbuch Instandhaltung, Kap. 5.4.3 S.4

5.12 Hinweise zur systemtechnischen Analyse technischer Systeme

4.3 Ablaufschema zur Analyse von Maschinen und Geräten

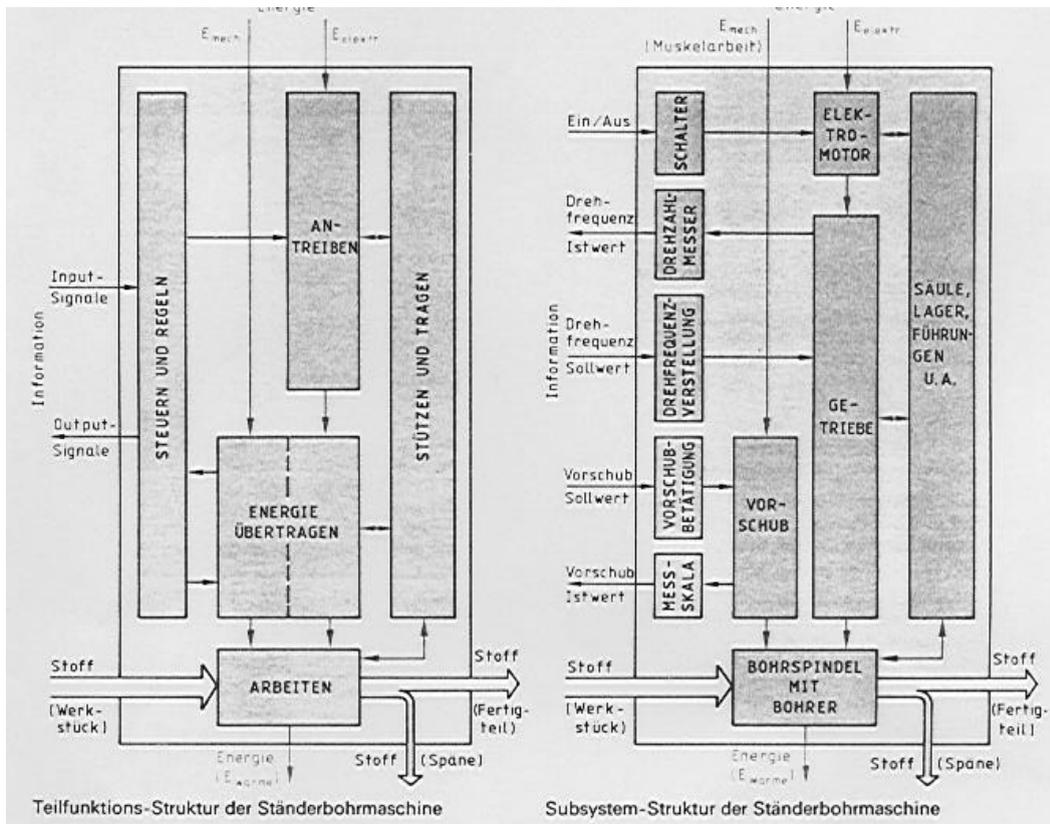
Am Beispiel der Ständerbohrmaschine ist im vorangegangenen Abschnitt der Aufbau einer Maschine aus Funktionseinheiten erläutert worden. Hierbei wurden Begriffe und Denkweisen aus der Systemtechnik angewendet. Dieses „Denken in Systemen“ ist vor allem dann hilfreich, wenn es darum geht, den Aufbau und die Wirkungsweise komplizierter Maschinen und Anlagen zu durchschauen, und läßt sich im allgemeinen bei der Analyse technischer Systeme nutzen. Deshalb wird die Abfolge der wichtigsten Denkschritte nebenstehend zusammenfassend dargestellt.



Analyse technischer Systeme: Ablaufschema

- Benennen des technischen Systems und Festlegen der Systemgrenze;
- Beschreiben des Zwecks des Systems;
- Ermitteln der Input- und Output-Größen und Ordnen dieser Größen unter die Begriffe Energie, Stoff und Information;
- Ermitteln der Hauptfunktion und weiterer wichtiger Funktionen des Systems;
- Zerlegen der Hauptfunktion und der übrigen wichtigen Funktionen in ihre Teilfunktionen (wie Anreiben, Energieübertragen, Arbeiten, Steuern und Regeln, Stützen und Tragen);
- Darstellen der Teilfunktionen und ihrer Verknüpfungen (Teilfunktions-Struktur);
- Ermitteln der Funktionseinheiten und damit der Subsysteme, die diese Teilfunktionen erfüllen;
- Darstellen der Subsysteme und ihrer Verknüpfungen (Subsystem-Struktur);
- Zerlegen wichtiger Teilfunktionen in ihre Grundfunktionen (wie Wandeln, Koppeln, Vergrößern);
- Darstellen der Grundfunktionen und ihrer Verknüpfungen (Grundfunktions-Struktur);
- Ermitteln der Funktionselemente, die diese Grundfunktionen erfüllen.

Beispiel: Ständerbohrmaschine



5.13 Problemlösungsmethoden

1. Brainstorming

Brainstorming lässt sich am besten mit Gedankenblitz, Gedankensturm oder Ideenfluss bezeichnen, wobei gemeint ist, dass Denken sich zu einem Sturm, zu einer Flut von neuen Gedanken und Ideen freimachen soll. Die Vorschläge für dieses Vorgehen stammen von Osborn. Sie beabsichtigen, die Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass eine Gruppe von aufgeschlossenen Menschen, die aus möglichst vielen unterschiedlichen Erfahrungsbereichen stammen sollten, vorurteilslos Ideen produziert und sich von den geäußerten Gedanken wiederum zu weiteren neuen Vorschlägen anregen lässt. Dieses Vorgehen macht vom unbefangenen Einfall Gebrauch und spekuliert weitgehend auf Assoziation, d. h. auf Erinnerung und auf Verknüpfung von Gedanken, die bisher noch nicht im vorliegenden besonderen Zusammenhang gesehen wurden oder einfach noch nicht bewusst geworden sind.

Ein zweckmäßiges Vorgehen ist:

Zusammensetzung der Gruppe

- Eine Gruppe mit einem Leiter wird gebildet. Sie sollte mindestens 5, jedoch höchstens 15 Personen umfassen. Weniger als 5 Personen haben ein zu geringes Anschauungs- und Erfahrungsspektrum und geben damit zu wenig Anregungen. Bei mehr als 15 Personen ist eine intensive Mitwirkung fraglich, weil Passivität und Absonderung auftreten können.
- Die Gruppe muss nicht allein aus Fachleuten zusammengesetzt sein. Wichtig ist, dass möglichst viele unterschiedliche Fach- und Tätigkeitsbereiche vertreten sind, wobei durch Hinzuziehen von Nichttechnikern eine ausgezeichnete Bereicherung erzielt werden kann.
- Die Gruppe sollte nicht hierarchisch, sondern möglichst aus Gleichgestellten zusammengesetzt sein, damit Hemmungen in der Gedankenäußerung, die möglicherweise durch Rücksicht auf Vorgesetzte oder auf unterstellte Mitarbeiter entstehen können, entfallen.

Leitung der Gruppe

Der Leiter der Gruppe sollte nur im organisatorischen Teil (Einladung, Zusammensetzung, Dauer und Auswertung) initiativ wirken. Vor Beginn des eigentlichen Brainstorming muss er das Problem schildern und bei der Sitzung für das Einhalten der Spielregeln, vor allen Dingen für eine aufgelockerte Atmosphäre sorgen. Dies kann er erzielen, indem er selbst am Anfang einige absurd erscheinende Ideen vorbringt. Auch ein Beispiel aus anderen Brainstorming-Sitzungen kann geeignet sein. Er darf keine Lenkungsrolle in der Ideenfindung übernehmen. Dagegen kann er Anstoß zu neuen Ideen geben, wenn die Produktivität der Gruppe nachlässt. Der Gruppenleiter verhindert Kritik am Vorgebrachten. Er bestimmt ein oder zwei Protokollführer.

Durchführung

Alle Beteiligten müssen in der Gedankenäußerung ihre Hemmungen überwinden, d. h., nichts sollte bei einem selbst oder in der Gruppe als absurd, als falsch, als blamabel, als dumm oder als schon bekannt angesehen werden.

- Niemand darf am Vorgebrachten Kritik üben, und jeder muss sich sog. "Killerphrasen" enthalten, wie "Ist alles schon da gewesen!", "Haben wir noch nie gemacht!", "Geht niemals!", "Gehört doch nicht hierher!" usw.
- Die vorgebrachten Ideen werden von den anderen Teilnehmern aufgegriffen, abgewandelt und weiterentwickelt. Ferner können und sollen mehrere Ideen kombiniert und als neuer Vorschlag vorgebracht werden.
- Alle **Ideen** oder Gedanken werden aufgeschrieben, skizziert oder auf ein Tonband aufgenommen.
- Die Vorschläge sollten so weit konkretisiert sein, dass eine Lösungsidee bezogen auf das vorliegende Problem erkennbar wird.
- Zunächst wird die Realisationsmöglichkeit der Vorschläge nicht beachtet.
- Die Sitzung soll im Allgemeinen nicht viel länger als eine halbe bis dreiviertel Stunde dauern. Längere Zeiten bringen erfahrungsgemäß nichts Neues und führen zu unnötigen Wiederholungen. Es ist besser, später mit einem neuen Informationsstand oder anderer personeller Zusammensetzung einen neuen Anlauf zu versuchen.

Auswertung

- Die Ergebnisse werden von den zuständigen Fachleuten gesichtet, auf lösungsträchtige Merkmale hin analysiert, wenn möglich in eine systematische Ordnung gebracht und auf Brauchbarkeit hinsichtlich einer möglichen Realisierung untersucht. Auch sollen aus den Vorschlägen neue mögliche Ideen entwickelt werden.
- Das gewonnene Ergebnis sollte mit der Gruppe nochmals diskutiert werden, damit etwaige Missverständnisse oder einseitige Auslegung der Fachleute vermieden werden. Auch könnten bei dieser Gelegenheit nochmals neue, weiterführende Gedanken entwickelt werden.

Vorteilhafterweise macht man vom Brainstorming Gebrauch [33], wenn

- noch kein realisierbares Lösungsprinzip vorliegt,
- das physikalische Geschehen einer möglichen Lösung noch nicht erkennbar ist,
- das Gefühl vorherrscht, mit bekannten Vorschlägen nicht weiterzukommen oder
- eine völlige Trennung vom Konventionellen angestrebt wird.

Dieses Vorgehen ist auch dann zweckmäßig, wenn es sich um die Bewältigung von Teilproblemen innerhalb bekannter oder bestehender Systeme handelt. Das Brainstorming hat außerdem einen nützlichen Nebeneffekt: Alle Beteiligten erhalten indirekt neue Informationen, wenigstens aber Anregungen über mögliche Verfahren, Anwendungen, Werkstoffe, Kombinationen usw., weil der vielseitig zusammengesetzte Kreis über ein sehr breites Spektrum verfügt (z. B. Konstrukteur, Montageingenieur, Fertigungsingenieur, Werkstoff-Fachmann, Einkäufer usw.). Man ist überrascht, wie groß die Vielfalt und Breite von Ideen ist, die ein solcher Kreis produzieren kann. Der Konstrukteur wird sich aber auch bei anderer Gelegenheit an die in einer Sitzung geäußerten Ideen erinnern. Sie gibt neue Impulse, weckt Interesse an Entwicklungen und stellt eine Abwechslung in der Routine dar.

2. Methode 635

Von Rohrbach [38] wurde das Brainstorming zur Methode 635 weiterentwickelt: Nach Bekanntgabe der Aufgabe und ihrer sorgfältigen Analyse werden die Teilnehmer aufgefordert, jeweils drei Lösungsansätze zu Papier zu bringen und stichwortartig zu erläutern. Nach einiger Zeit gibt man diese Unterlage an seinen Nachbarn weiter, der wiederum nach Durchlesen der vom Vorgänger gemachten Vorschläge drei weitere Lösungen, gegebenenfalls in einer Weiterentwicklung hinzufügt. Bei 6 Teilnehmern wird dies solange fortgesetzt, bis alle 3 Lösungsansätze von den jeweils 5 anderen Teilnehmern ergänzt oder assoziativ weiterentwickelt wurden. Daher auch die Bezeichnung Methode 635.

Gegenüber dem vorbeschriebenen Brainstorming ergeben sich folgende Vorteile:

Eine tragende Idee wird systematischer ergänzt und weiterentwickelt. - Es ist möglich, den Entwicklungsvorgang zu verfolgen und den Urheber des zum Erfolg führenden Lösungsprinzips annähernd zu ermitteln, was aus rechtlichen Gründen von Bedeutung sein kann. - Die Problematik der Gruppenleitung entfällt weitgehend. Als nachteilig kann sich einstellen:

eine geringere Kreativität des Einzelnen durch Isolierung und mangelnde Stimulierung, weil die Aktivität der Gruppe nicht unmittelbaren Ausdruck findet.

3. Systematische Methoden

Die systematischen Methoden ermöglichen Lösungen durch bewusst schrittweises Vorgehen. Die Arbeitsschritte sind beeinflussbar und mitteilbar. Systematisches Vorgehen schließt Intuition nicht aus. Diese soll stärker für die Einzelschritte und Einzelprobleme benutzt werden, nicht aber sofort zur Lösung der Gesamtaufgabe. Bei Montage / Demontage Problemen kann die systematische Analyse der Kräfte zum Ziel führen. Es ist zu überlegen:

- wo Kräfte angreifen müssen
- wie die Kräfte erzeugt werden (z.B. durch welche Werkzeuge, Vorrichtungen)
- wie die Kräfte übertragen werden (Kraftschluss, Formschluss, Stoffschluss)

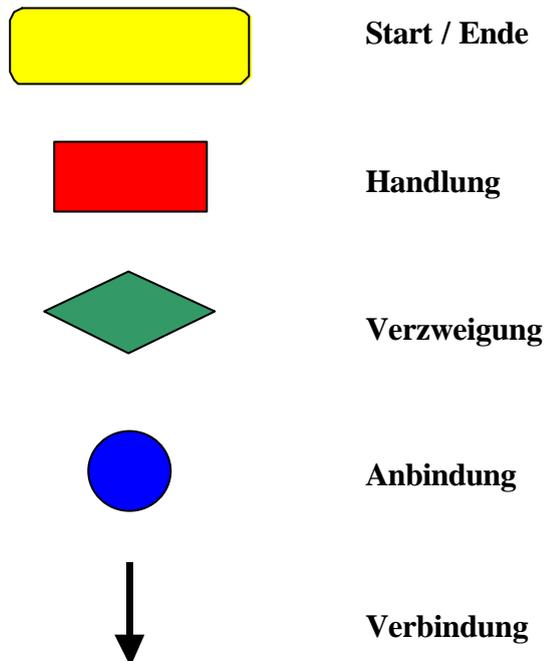
Durch systematische Variation dieser Faktoren können so neue Lösungen gewonnen werden.

in Anlehnung an : Pahl, Konstruktionslehre ,S.?

5.14 Darstellungsform Flussdiagramm

Ein Flussdiagramm ist die grafische Darstellung von Schrittfolgen. Nach einem Startpunkt (hier gelb) werden die verschiedenen Handlungsanweisungen eines Ablaufes als Symbole dargestellt.

Die wichtigsten Symbole:



Vorteile:

- komplexe Abläufe sind auf Vollständigkeit prüfbar
- Überschaubarkeit
- Aufdecken von unlogischen Verknüpfungen
- gleichzeitig als Dokumentation verwendbar

6 Literaturhinweise:

Werner, Georg - Wilhelm
Praxishandbuch Instandhaltung, Loseblattsammlung
WEKA Fachverlag für technische Führungskräfte

Bader und andere 1988
Technologie Metall Grundstufe
Cornelsen Verlag

Pahl, Gerhard 1993
Konstruktionslehre
Springer Verlag