

# Situationsbezogene Lernaufgabe

im Rahmen der Fortbildung zum

## Industriemeister Metall

Thema:

**Reparatur einer kompakthydraulischen Anlage bei  
einem Energieversorgungsunternehmen**

Schwerpunkte:

Handlungsbereich Technik  
Funktionsfeld: Betriebserhaltung

Modellversuchsbereich:

Qualifizierungszentrum Rheinhausen  
(K. Wedel)

Firma:

Stadtwerke Duisburg (F. Engelmann, T. Fae-  
ser, K. Schlecht)

Bearbeitung:

Gerhard-Mercator-Universität Duisburg  
(E. Kluitmann)  
Fraunhofer Institut Arbeitswirtschaft und  
Organisation (K. Müller)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Die Stadtwerke Duisburg AG .....	3
2	Die Instandhaltung .....	5
3	Tätigkeitsbereich des Meisters .....	7
4	Aufgabenstellung .....	7
4.1	Fehlersuche und -behebung .....	8
4.2	Einhaltung der Sicherheitsvorschriften .....	8
4.3	Umweltschutzauflagen .....	8
5	Anhang .....	9

## 1 Die Stadtwerke Duisburg AG

Von den aus heutiger Sicht bescheidenen Anfängen im Jahre 1854 - der Einführung der Gasbeleuchtung - hat sich die Stadtwerke Duisburg AG über 140 Jahre zu dem entwickelt, was sie heute ist: Ein modernes, fortschrittliches und umweltbewusstes Dienstleistungsunternehmen in Sachen Energie.

Rund um die Uhr beliefert sie ihre Kunden mit Strom, Gas, Wasser und Fernwärme. Als der kompetente Ansprechpartner in allen Energiefragen steht Kundenzufriedenheit im Mittelpunkt ihrer Bemühungen. Deshalb arbeiten sie stetig daran, ihre Leistungen zu verbessern. Mit neuen bedarfsgerechten Konzepten und Dienstleistungen sind sie mit Tochtergesellschaften wie z. B. der ThermoPlus GmbH ein starker und zuverlässiger Partner.

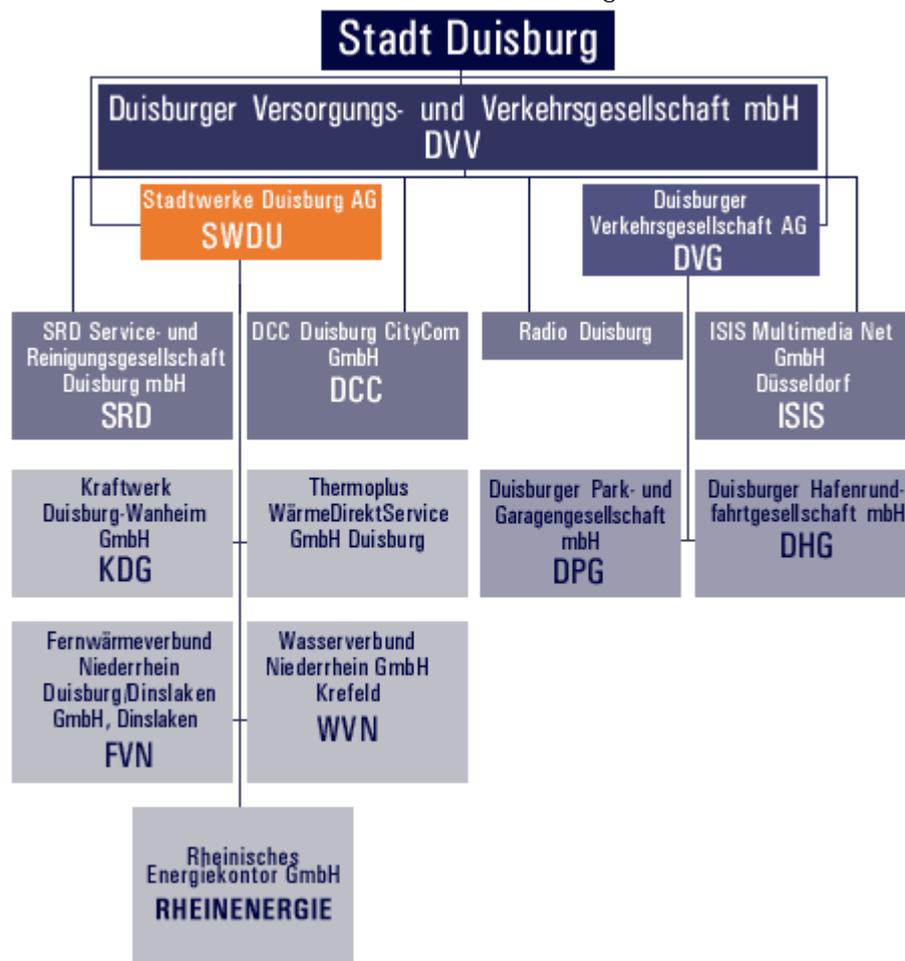


Abb. 1: Die Stadtwerke Duisburg AG im Konzernverbund

2000 Mitarbeiter haben die Stadtwerke zu einem der größten Dienstleister in der Region gemacht und mit einem Umsatz von 840 Mio. DM zu einem der bedeutendsten Unternehmen in Duisburg. Dies sowohl als Arbeitgeber als auch als Auftraggeber für die heimische Wirtschaft. Die Stadtwerke AG beliefern Bürger der Stadt Duisburg und die heimische Industrie mit Strom, Fernwärme, Erdgas und Trinkwasser. Die gelieferte Strommenge betrug im Jahr 1998 insgesamt 2,2 Mrd. kWh. Der eigenproduzierte Anteil lag bei etwa 90 Prozent. Dabei werden als Brennstoffe u. a. heimische Steinkohle und Erdgas eingesetzt.

In der Strom- und Fernwärme-Erzeugung setzen die Stadtwerke auf die Erzeugung mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). D. h. bei der Stromerzeugung wird heißer Dampf erzeugt und über Turbine und Generator in elektrische Energie umgewandelt. Die entstehende Abwärme des noch heißen Dampfes wird genutzt, Wasser zu erhitzen, das über ein Leitungsnetz in die Wohnungen verteilt wird.



Abb. 2: Vergleich des Nutzungsgrades

In Abb. 2 ist in einem Vergleich dargestellt, dass die Nutzung der Primärenergie mit einer Ausbeute von 79% (gegenüber 36% bei herkömmlichen Kraftwerken) wesentlich besser ist. Der Aufwand ist jedoch ungleich größer und der erzeugte Strom entsprechend teurer als z. B. Atomstrom.

In der nachfolgenden Abbildung sind die mit Fernwärme belieferten Stadtteile dargestellt. Deutlich wird, dass zur Vermeidung von Leitungsverlusten nur Ballungsgebiete zur Belieferung mit Fernwärme in Frage kommen.

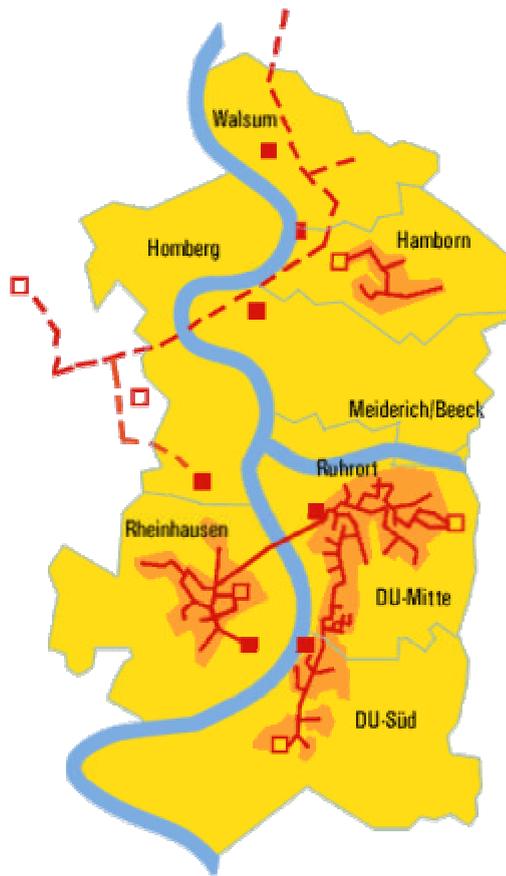


Abb. 3: Mit Fernwärme belieferte Stadtteile in Duisburg

Die zusammen mit dem Strom erzeugte Fernwärme vermeidet bei der Beheizung von Wohnungen, Verwaltungen und Produktionsstätten zwei Drittel an Kohlendioxidemissionen, die sonst von Einzelöfen oder Zentralheizungen ausgestoßen würden. Insofern wird die Umwelt durch den KWK-Prozess ähnlich entlastet wie beim Einsatz von regenerativen Energien. Dabei ist der Einsatzbereich vorwiegend auf Ballungsgebiete mit zentralen Abnehmern (und damit kurzen Leitungswegen) für die Fernwärme begrenzt.

Weitere Informationen zu den Produkten Erdgas und Trinkwasser, zum Unternehmen Stadtwerke allgemein, aber auch zu einigen Förderprogrammen der Stadtwerke in Bezug auf Erdgas und Solaranlagen finden Sie unter: <http://www.stadtwerke-duisburg.de/>.

## 2 Die Instandhaltung

Die Instandhaltungsabteilung KR - Kraftwerke Reparaturwesen - ist als organisatorische Einheit dem technischen Bereich zugeordnet, wie es in folgendem Organigramm dargestellt ist:

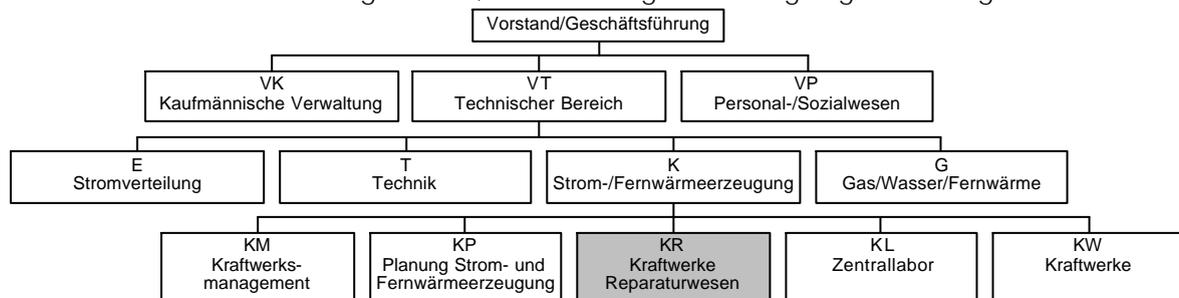


Abb. 4: Organisatorische Einbindung der Abteilung KR

Meister (Abteilung)		
Hr. Lindner (Maschinentechnik)	Hr. Ukowski (Armaturen, Nebenanlagen)	Hr. Wagner (Kessel)
Arbeitsgruppen (Anzahl Mitglieder)		
Turbine, Auslaufwerk (3) Gebläse, Verdichter (3) Getriebe, Rührwerke (3) Pumpen (3) Einlaufwerk (2) Dreherei (3) Lagerhaltung (3) Wartungsdienst (3) Transport, Reinigung (2)	Mahlanlagen, UVV (3) Transportbänder, E.-Filter, Reedler (3) Bekohlung (3) Entaschung, Kohlezuteiler (4) Ventile, Rußbläser, Ölbrenner (5)	Kessel (3) Rohrleitungen, Kessel (4) Rohrleitungen, Kessel (4) Maurer, Gerüstbauer (4) Isolierer (2)

Abb. 5: Mitarbeiterstamm je Meister

Die Instandhaltung arbeitet als eigenständige Abteilung, für die jedoch keine direkte Leistungsberechnung durchgeführt wird. In der Instandhaltungsabteilung arbeiten etwa 60 Mitarbeiter. Die Hauptaufgabe besteht darin, die Funktionstüchtigkeit aller Anlagen im Kraftwerksbereich zu gewährleisten. Im Einzelnen zählen dazu die Kraftwerksöfen und eine Vielzahl von Nebenanlagen. Die Zuordnung der Meister mit ihren Arbeitsgruppen und deren Zuordnung zum schwerpunktmäßig zu bearbeitenden Bereich ist in Abb. 5 dargestellt.

Die Arbeitsgruppen bestehen aus durchschnittlich drei bis vier Mitarbeitern, von denen einer die Vorarbeiterfunktion übernimmt. Die meisten Arbeitsgruppen (von Hrn. Ukowski und Hrn. Lindner) bestehen aus Schlossern/Monteuren, in denen einzelne Monteure über benötigte Qualifikations-Nachweise für Schweiß Tätigkeiten verfügen. Daneben sind einige „Spezial-Arbeitsgruppen“ eingerichtet, so z. B. eine „HD-Schweißgruppe“, die auf Grund spezieller Qualifikationen Schweißarbeiten an Hochdruckleitungen und -behältern sowie Dampfdruckanlagen durchführen kann oder die Abteilung „Zerspanung“, die innerhalb der Hauptwerkstatt (s. Anhang) mit ihrem Maschinenpark angesiedelt ist und selten Arbeiten vor Ort ausführen muss.

Die vorbeugende Instandhaltung bildet nur einen Teil der Tätigkeiten. Die Wartung der Anlagen ist auf Grund der modernen Technik und der maximalen Ausschöpfung von Wartungsintervallen nicht sehr umfangreich. Daher ist man bestrebt, möglichst viele der anfallenden Instandhaltungsaufgaben innerhalb der regelmäßig (in Abständen von ein bis zwei Jahren) stattfindenden Revisionsarbeiten zu erledigen. So wird z. B. einmal im Jahr die Kesselanlage des Heizkraftwerks stillgelegt um z. B. Schaltungen, Kupplungen und Ventile zu kontrollieren.

Die Instandhaltungsabteilung arbeitet im 1-Schicht-Betrieb, mit Arbeitszeiten von 6:30 – 15:00 Uhr. Für Störungen die außerhalb der Dienstzeiten auftreten, ist eine Rufbereitschaft eingerichtet. Die Meister nehmen abwechselnd diese Aufgabe wahr, bei den Mitarbeitern setzen die Stadtwerke auf die freiwillige Teilnahme, unterstützt durch eine entsprechende Entlohnung. Im Falle einer großen Störung werden die benötigten Mitarbeiter per telefonischem Rundruf benachrichtigt.

Die Instandsetzungs- und Instandhaltungsarbeiten werden zumeist auf Grund von Reparatur-Anleitungen durchgeführt. Die Mitarbeiter können auf Handbücher und Bedienungsanleitungen sowie Hersteller-Unterlagen zurückgreifen. Im Normalfall ist die Zusammenstellung der Arbeitsgruppen jedoch so, dass mindestens ein mit dem Anlagenteil bzw. der Maschine vertrauter Mitarbeiter in der Gruppe vorhanden ist.

In Notfällen, z. B. wenn an Maschinen eine Betriebsstörung auftritt oder krankheitsbedingt Instandhaltungsarbeiten länger dauern, müssen die Dringlichkeit einzelner Arbeiten abgeschätzt und Prioritäten gesetzt werden. Zumeist gelingt es, Mitarbeiter von weniger dringlichen Arbeiten abzuziehen und mit Notfall-Reparaturen zu beauftragen. In Ernstfällen kommt es aber auch vor, dass mit Fremdfirmen zusammengearbeitet wird bzw. diese beauftragt werden.

### 3 Tätigkeitsbereich des Meisters

Die drei Meister in der Instandhaltungsabteilung – alle drei mit einer metalltechnischen Ausbildung – sind jeweils für den Einsatz von etwa 20 Mitarbeitern verantwortlich (s. Abb. 5).

Die Meldungen über Betriebsstörungen erhalten die Meister im Normalfall durch das Betriebsmeldebuch, in akuten Störfällen auch per Telefon. Das Betriebsmeldebuch wird von den jeweiligen Schichtmeistern geführt und enthält alle ungewöhnlichen Ereignisse, welche im Laufe der Schicht an der Anlage auftreten. Diese Eintragungen müssen jeden Morgen von den drei Meistern durchgesehen, ausgewertet und eingeschätzt werden. Als Ergebnis liegt dann eine Sammlung anstehender Aufgaben mit zugeordneter Priorität vor und die Aufgabenverteilung innerhalb der Arbeitsgruppen wird durchgesprochen bzw. freie Kapazitäten zwischen den Meistern abgesprochen. Die Auftragsweitergabe erfolgt mit dem im Anhang dargestellten Reparatur-Auftrag.

Obwohl jeder Meister seinen eigenen Zuständigkeitsbereich und ihm zugeteilte Mitarbeiterteams hat, wird die Ein-/Zuteilung der Gruppen flexibel gehandhabt. Gerade dringende Reparaturen mit einem erhöhten Bedarf an Mitarbeitern erfordern dies.

Im Instandhaltungsbereich werden die Meister mit Maschinen und Anlagen verschiedenster Hersteller konfrontiert. Langfristig ist vor allem im Bereich der Nebenanlagen und Armaturen eine Standardisierung angestrebt. Um Lagerhaltung und Instandhaltungsaufwand zu reduzieren, müssen die Meister bei Reparaturen immer wieder den Aufwand abschätzen und Neuanschaffungen im Sinne der Vereinheitlichung berücksichtigen.

Gerade bei den älteren Anlagen kommt es häufiger zu Störungen; der erhöhte Aufwand ist vor allem auf die teils erhebliche Gesamtbetriebsdauer der Anlagen zurückzuführen. In diesem Zusammenhang müssen dann nicht mehr lieferbare Bauteile von Nebenanlagen durch geeignete oder alternativ verwendbare Bauteile/Baugruppen ersetzt werden.

Neben dem Bereich der Mitarbeiterführung sind die Meister auch mitverantwortlich für die Auswahl neuer Mitarbeiter und die bedarfsgerechte Weiterbildung. Hierzu zählen vor allem die Gewährleistung benötigter Schweißqualifikationen und die Auswahl der Mitarbeiter für entsprechende Weiterbildungsmaßnahmen.

Die Abstimmung zwischen den Meistern sowohl mit den Führungsebenen (leitende Ingenieure) als auch mit Vorarbeitern geschieht auf dem „kurzen Dienstweg“. Entscheidungen über notwendige Reparaturen und damit verbundene Ersatzteilbeschaffungen treffen die Meister bis zu einem Volumen von einigen hundert Mark selbst, bei größerem Reparaturaufwand ist zunächst die Genehmigung des Betriebsingenieurs erforderlich. Im Sinne eines unbürokratischen und flexiblen Handhabens kann in dringenden Fällen – so z. B. wenn an Wochenenden Reparaturen größeren Ausmaßes nötig sind - aber auch die Reparatur veranlasst und „im Nachhinein“ genehmigt werden.

### 4 Aufgabenstellung

Die kompakthydraulische Anlage ist die Steuereinheit für ein Sicherheitsventil des Kessels. Nach der letzten Revision lief die Anlage 14 Monate störungsfrei und es waren nur die turnusmäßigen Wartungsarbeiten notwendig. Nun aber meldet der Wartungsdienst, dass die Anlage innerhalb weniger Wochen drei Mal unplanmäßig ausgefallen sei. Zur Fehlerbehebung sei dabei jedes Mal ein Ölfilterwechsel vorgenommen worden, da sich dieser zugesetzt habe.

Darüber hinaus wäre es durch eine nicht sicherheitsgerechte Handhabung während der letzten Instandhaltung – die Anlage arbeitet mit einem Hydrauliköldruck von bis zu 100 bar - beinahe zu einem Unfall gekommen.

Aus der Unternehmensstrategie, umweltfreundlichen Strom anzubieten und damit breitflächig zu werben, resultiert eine Vorstandsverfügung, nach der in den von Ihnen betreuten Anlagen alle Einsatz- und Betriebsstoffe auf größtmögliche Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit hin zu überprüfen und umzustellen sind.

Die Aufgabenstellung gliedert sich demnach in drei zu bearbeitende Bereiche:

#### 4.1 Fehlersuche und -behebung

Die Anlage konnte durch den Filterwechsel kurzfristig wieder instandgesetzt werden. Dabei ist offensichtlich, dass jeweils nur an den Symptomen gearbeitet wurde. Da in den nächsten Wochen ohnehin eine Revisionswartung geplant ist, sollen Sie bis dahin die Ursache gefunden haben und mögliche Schritte zur Behebung planen. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

Erarbeiten Sie die Funktion der Anlage unter folgenden Gesichtspunkten: Welche Gesamtfunktion erfüllt die Anlage? Welche Einsatzbedingungen herrschen vor Ort? Welche Ein- bzw. Ausgangsgrößen müssen vorliegen und welche Aufgabe haben die einzelnen Bauteile?

Nachdem Sie die grundsätzliche Arbeitsweise geklärt haben, setzen Sie sich in einer Kleingruppe zusammen und sammeln Vermutungen darüber, was Ursache der wiederkehrenden Störung sein kann. Sammeln Sie die Teilnehmerlösungen im Plenum und verständigen Sie sich über die weitere Vorgehensweise. Bilden Sie ggf. Arbeitsgruppen zu unterschiedlichen Themenbereichen. Als Ergebnis dieser Teilaufgabe sollte vorliegen:

- Eine genaue Beschreibung möglicher Ursachen und
- Maßnahmen, wie diesen begegnet werden kann.
- Zur Fehlerbehebung gehört dann auch, die einzelnen Maßnahmen zu planen und Materialien aufzulisten.
- Ggf. nötige Umbauten sind so zu planen, dass bereits Hersteller-Informationen über benötigte Materialien vorliegen und Alternativen in Bezug auf Lieferanten besonders hinsichtlich der Qualität und Zuverlässigkeit von Ihnen beurteilt werden.

#### 4.2 Einhaltung der Sicherheitsvorschriften

Obwohl Ihre Mitarbeiter regelmäßig im Bereich der UVV-Vorschriften Unterweisungen erhalten und auch Übungen absolvieren, zeigt gerade der „Beinah-Unfall“, dass es sinnvoll wäre, die eher allgemein gehaltenen Informationen auf Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an der jeweils spezifizierten Maschine hin zu konkretisieren.

Stellen Sie die Informationen aus den UV-Vorschriften und BG-Richtlinien, vor allem mit Blick auf Bedienung und Instandsetzung von Anlagen die mit Öldruck arbeiten (im Speziellen die kompakthydraulische Anlage aus der Aufgabenstellung), zusammen und formulieren Sie einen Leitfaden, den Ihre Mitarbeiter a) berücksichtigen müssen und der b) ausreichend übersichtlich ist und tatsächlich im täglichen Arbeitsprozess auch verwendet werden kann.

Von einer Themen- und Aspektesammlung im Plenum ausgehend, sollen Sie auch für diesen Bereich Möglichkeiten nutzen, in Arbeitsgruppen verschiedene Schwerpunkte zu setzen um entsprechend alle Bereiche abzudecken.

#### 4.3 Umweltschutzauflagen

Um die Forderungen des Vorstandes nach größtmöglicher Umweltverträglichkeit aller Betriebs- und Einsatzstoffe umzusetzen, müssen Sie folgende Aspekte berücksichtigen:

- Mit welchen Einsatzstoffen/Ölen arbeitet die Anlage momentan?
- Klären Sie die Spezifikationen, die lt. Anlagenhersteller zum laufenden und dauerhaften Betrieb gewünscht bzw. erforderlich sind.
- Welche Schmierstoffe können alternativ eingesetzt werden?
- Machen Sie eine Abwägung zwischen Umweltverträglichkeit und den entstehenden Kosten, so dass Ihre Entscheidung dem Vorstand vorgelegt werden kann.

Bearbeiten Sie die Aspekte Ökonomie und Ökologie in einer Kleingruppe und stellen Sie das Ergebnis im Plenum vor. Im Anschluss an die Präsentation aller Ergebnisse sollte dann ein Vorschlag auf Grund einer gemeinsam von allen Teilnehmern vertretenen Kosten-/Nutzenabwägung als Vorlage für die nächste Betriebsleiter-/Vorstandssitzung erstellt werden.





### 5.3 Funktionsweise der Druckölversorgung



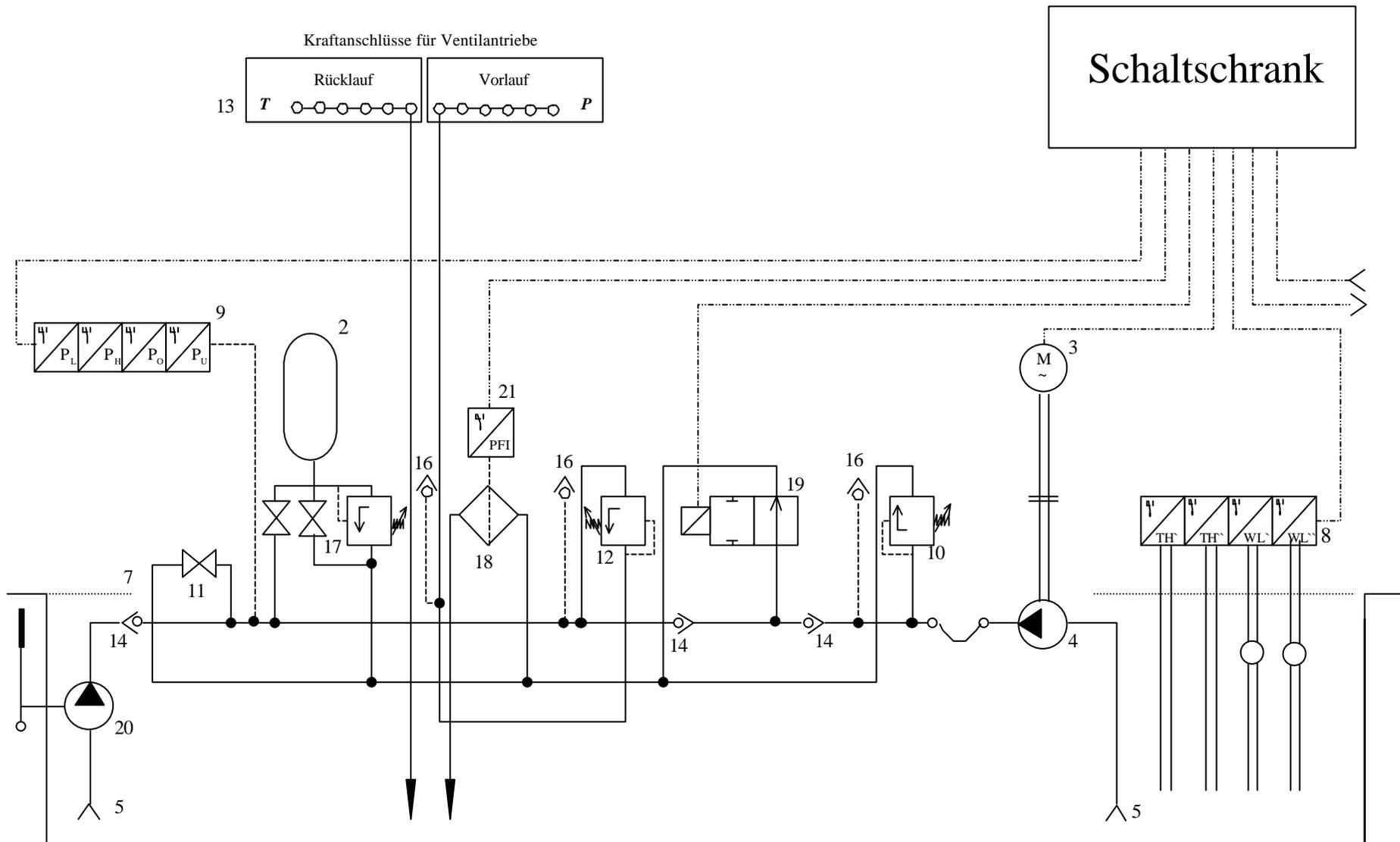
Das Hydrauliköl wird von einer Zahnradpumpe (4), welche vom Drehstrommotor (3) angetrieben wird, über ein Ansaugfilter (5) mit 60  $\mu$  Filtereinheit angesaugt und über das Rückschlagventil (14) in den Pumpenanschlussblock gedrückt. Auf dem Pumpenanschlussblock sind die Positionen 10, 11, 12, 14 und 15 zusammengefasst und die Pos. 4, 9, 13, 19, 20 und 21 angeschlossen. Das geförderte Öl gelangt über die Sicherheitsarmatur (17) in den Druckölspeicher (2) der sich bei geschlossenem Druckentlastungsventil (11) auflädt. Ist im System der Ausschaltdruck erreicht, schaltet sich die Ölpumpe ab. Das Öl gelangt über das Druckminderventil (12), welches den Speicherladedruck des Hydrauliköls auf einen Arbeitsdruck von 80-120 bar herabsetzt, zum Druckölanschluss P am Verbraucheranschluss (13). Der eingestellte Anlagendruck kann am Messanschluss (16) gemessen werden. Das drucklos vom Verbraucher zurücklaufende Öl tritt am Verbraucheranschluss (13) am Anschluss T wieder ein und fließt in den Ölbehälter zurück. Mit dem Druckentlastungsventil kann der Anlagendruck auf 0 bar abgesenkt werden. Der Druckölspeicher, Bauart Blasenspeicher, ist am Pumpenanschlussblock angeschlossen. Er dient zur Ölspeicherung, druckabhängiger Pumpensteuerung und zur Reserve bei Ausfall der Pumpe (Restdruck für ca. 2,5-fachen Vollhub).

Der Ölbehälter fasst eine Ölmenge von 250 l. Alle hydraulischen Komponenten, den Hydraulikspeicher ausgenommen, sind auf den Deckel aufgebaut (siehe Foto).

Unterhalb des Deckels liegen nur Ansaugfilter, Pumpe und Rohrverbindungen. Der Ölstand im Behälter wird mit einem Niveauschalter überwacht. Der Niveauschalter besitzt zwei Schaltpunkte. Kombiniert mit dem Niveauschalter sind zwei Temperaturschalter. Die Schaltpunkte liegen bei 55°C und 70°C Öltemperatur.

Zum Einsatz in der Anlage sind Hochleistungs-Hydrauliköle auf mineralischer Basis geeignet. Der Hersteller der Anlage empfiehlt Öle der Klasse H-P. Die Öle H und H-L sind für die Anlage nicht geeignet. Vgl. Broschüre Schmierstoffe der Firma ARAL S. 40 ff.

### 5.4 Schaltplan der Druckölversorgung



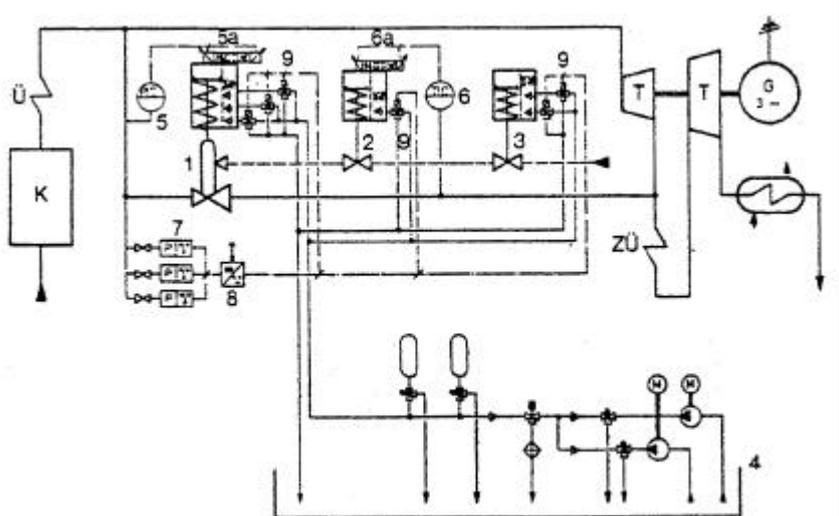
## 5.5 Heißdampf-Umformventil (HDU)

### Verwendungszweck

Das HDU übernimmt bei dem Betrieb eines Kraftwerksblockes die Fahrbereiche, die sich ergeben, wenn die Turbine dem vom Kessel erzeugten Dampf nicht oder nur teilweise aufnehmen kann.

Bei den folgenden Betriebsfällen ist gewährleistet, dass der durch das HDU geleitete Dampf gekühlt in das Zwischenüberhitznetz gelangt.

- Beim Anfahren des Kessels (Kalt-, Warm-, Heißstart) besteht die Aufgabe des HDU in der Regelung des freien Öffnungsdurchschnitts des Hauptventils. Damit kontrolliert das HDU, dass die maximal zulässige Druck- und Temperaturänderungsgeschwindigkeit im Kessel nicht überschritten und der Dampfdruck gehalten oder beim Kaltstart auf einen Mindestwert gebracht wird.
- Beim Anfahren der Turbine regelt das HDU die Übergabe der erzeugten Dampfleistung des Kessels an der Turbine. Der freie Öffnungsquerschnitt des Hauptventils wird mit zunehmender Öffnung der Turbineneinlassventile geschlossen. Der Übergabevorgang ist beendet, wenn die Turbine den erzeugten Dampf vollständig übernommen hat und das HDU geschlossen ist.
- Bei der Führung im Leistungsbetrieb hat das HDU die Aufgabe, im Falle von relativ schnellen Leistungsabsenkungen der Turbine, den Überschussdampfstrom abzuführen, sowie Druckspitzen zu übernehmen.
- Die Sicherheitseinrichtungen müssen bei allen möglichen Störungen des Betriebes gewährleisten, dass der Dampfdruck im Kessel und im Frischdampfsystem des Blockes nicht über den max. zulässigen Wert ansteigen kann. Das HDU erfüllt die Sicherheitsfunktion und ist in der Lage, den vom Kessel maximal erzeugten Dampfstrom vollständig in die kalte DU abzuführen.



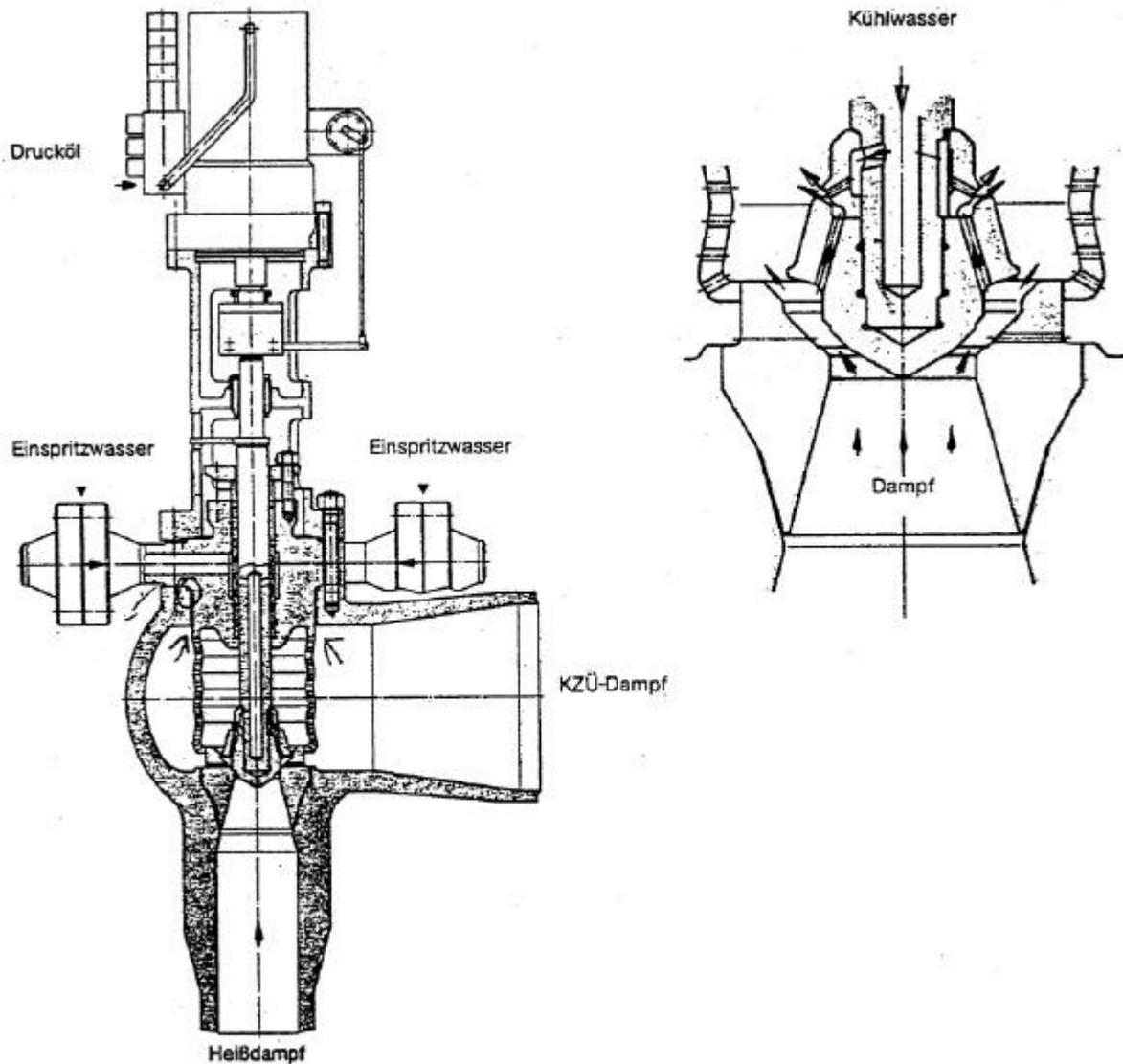
- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1 Heißdampf-Umformventil         | 6 Temperaturregler                     |
| 2 Einspritzregelventil           | 6a Prop.-Ventil f. Temperaturregelung  |
| 3 Einspritzabsperrentil          | 7 Druckschalter f. Sicherheitsfunktion |
| 4 Ölversorgung                   | 8 Sicherheitssteuerung                 |
| 5 Druckregler                    | 9 Magnetventile f. Sicherheitsfunktion |
| 5a Prop.-Ventil f. Druckregelung |  |

### Aufbau und Wirkungsweise

Das Ventil entspricht mit der elektrohydraulischen Steuerung in Aufbau und Wirkung den sicherheitstechnischen Richtlinien des Deutschen Dampfkesselausschusses. Es wird gegen den Dampfdruck auf die Kegelfläche und gegen die Öffnungsfeder mit dem zent-

ral aufgebauten, einseitig beaufschlagten Ölzylinders in Schließstellung gebracht. Das Ventil arbeitet also nach dem Entlastungsprinzip. Die Druckreduzierung des Dampfes erfolgt durch die bewährte stufenweise Entspannung, bei der Schallpegel und Vibrationen auf niedrigem Niveau gehalten werden.

Das Kühlwasser wird über zwei seitlich am Gehäuseverschluss angeordnete Anschlüsse zugeführt und hinter der letzten Entspannungsstufe eingespritzt und direkt durch einen hochge-



spannten Teildampfstrom zerstäubt.



**5.6 Literatur:**

Der Hydraulik- Trainer, Vogel Verlag, ISBN 3-8023-0619-8

Aral Lubricants GmbH, Wittener Straße 45, 44789 Bochum

Agip Schmiertechnik GmbH, Paradiesstraße 14, 97080 Würzburg

Fuchs Dea Schmierstoffe GmbH & CO.KG, Friesenheimer Straße 15, 68169 Mannheim

VBG 2: Wärmekraftwerke und Heizwerke , § 19,

ZH 1/74 Sicherheitsregeln für Hydraulik- Schlauchleitungen

ZH 1/215 Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Hydraulikflüssigkeiten