



Situationsbeschreibung
Betriebliche Aufgabenstellung
im Rahmen der Fortbildung zum
Industriemeister Metall

Thema:
Problemlösung
mit dem 8D-Report

Schwerpunkte: Handlungsbereich Führung / Personal
Funktionsfeld Montage
(Montage von Verteiler-Einspritz-Pumpen)

Juni 2000

Modellversuchsbereich: IHK des Saarlands (Gerd Müller), BFW-Saarland (Matthias.Herrmann)
Unternehmen: Robert Bosch GmbH (Thomas.Zapp)
Bearbeitung: Fraunhofer Institut Arbeitswirtschaft und Organisation
(Gerd Gidion; Katrin Müller)



Inhalt

Das Unternehmen	3
Das Produkt	4
Die Fertigung	6
Die Meisteraufgabe	7
Die Aufgabe	7
Originalunterlagen	11
aus der Broschüre der Robert Bosch GmbH über die Verteilereinspritzpumpe	11
Fotografie aus dem Montagebereich	16
Fotografie einer Arbeitsstation	16
Fotografie aus dem Prüfbereich	17
Fotografie eines Prüfarbeitsplatzes	17
Layout des Meisterbereiches	18
Chart der internen 8D-Report-Besprechung: Vorgehen	19
Chart der internen 8D-Report-Besprechung: Ergebnisse des Rundgangs	19
Chart der internen 8D-Report-Besprechung: Aktuelle Ausfälle	20
Chart der internen 8D-Report-Besprechung: Bewertung und Massnahmen	20
Informationen aus der EDV: Beanstandungen gesamt	21
Informationen aus der EDV: Ausgewähltes Thema des 8D-Reports	21
Zusammenstellung der möglichen Ursachen und Wirkungen des beanstandeten Phänomens	22
Massnahmenverfolgebogen	23

Das Unternehmen

Aus der Selbstdarstellung des Unternehmens:

Seit mehr als einem Jahrhundert verbinden sich mit dem Namen "Bosch" zukunftsweisende Technik und bahnbrechende Innovationen, die Geschichte geschrieben haben. Bosch ist ein weltweit agierendes Unternehmen, das in den unterschiedlichsten Bereichen tätig ist. Allein in Deutschland gibt es 56 Niederlassungen mit rund 98 000 Mitarbeitern, die in enger Kooperation mit der Firmenzentrale in Gerlingen bei Stuttgart arbeiten. Tagtäglich sind hier erfahrene Mitarbeiter im Einsatz und sichern den hohen Qualitätsstandard und die Innovationskraft, die unsere Kunden von Bosch-Produkten und Dienstleistungen gewohnt sind. Nicht zuletzt dadurch gehört Bosch zu den grössten Industrieunternehmen Deutschlands und konnte 1999 weltweit auf einen Umsatz von 54,6 Milliarden DM blicken.

Die Kraftfahrzeugausrüstung bildet mit rund 60 Prozent des Gesamtumsatzes den grössten Unternehmensbereich der Bosch-Gruppe und gehört weltweit zu den grössten Herstellern von Kraftfahrzeugausrüstung. Dazu gehören:

- ABS und Bremsen
- Motorsteuerung Benzin
- Karosserie-Elektrik
- Einspritztechnik Diesel
- Bord-Elektronik
- Mobile Kommunikation
- Halbleiter und Steuergeräte
- Starter und Generatoren
- Handelserzeugnisse, Prüftechnik und Kundendienst

Am Standort Homburg der Robert Bosch GmbH waren im Jahr 1999 insgesamt ca. 6600 Mitarbeiter beschäftigt, darunter 5700 als gewerbliche Arbeitskräfte und 770 als Angestellte. Hinzu kommen 150 Auszubildende. Unter den Mitarbeitern sind 82% Männer und 18% Frauen.



Betriebsgelände Werk Homburg

Einige Daten zur Geschichte des Werkes

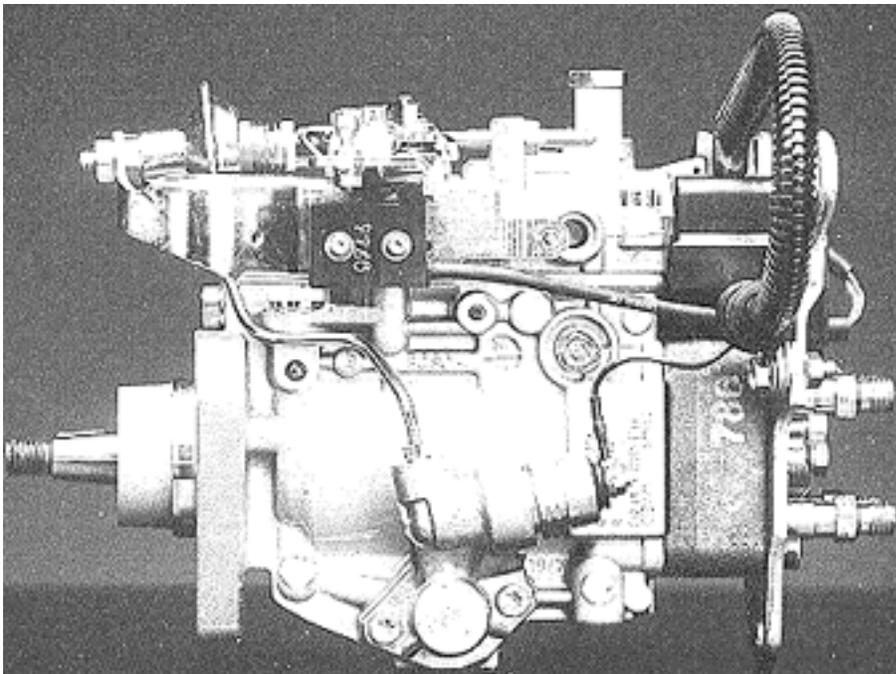
- 1946 Verlegung demontierter Fertigungseinrichtungen von Reutlingen nach Homburg
- 1947 Gründung der Feintechnik AG in Homburg
- 1960 Übernahme der Feintechnik AG durch BOSCH-Saarland
- 1961 Nach dem Neubau von Fertigungshallen Beginn der Reihenpumpen-Fertigung
- 1965 Beginn der Fertigung von Wegeventilen und Grauguß Steuergeräten (Fahrzeughydraulik)
- 1971 Neubau von Fertigungshallen für HP-Fertigung
- 1980 Fertigung von Verteilereinspritzpumpen für Diesel-PKW im Werk Ost
- 1991 Bezug des neuen Bürogebäudes
- 1994 Fertigungsbeginn der Hubschieberpumpe
- 1995 Vorbereitung der Produktion des Common-Rail Dieseleinspritzsystems

Das Produkt

Das Produkt der Diesel-Verteilereinspritzpumpen wird in einigen Auszügen aus einer Broschüre im Anhang dieses Textes genauer beschrieben. Zitat aus der Bosch Website:

„Klein, leicht, schnell, sauber: Die neuen Einspritzpumpen für Dieselmotoren erreichen einen Druck von bis zu 1500 bar.“

Die Funktion: Wichtigste Baugruppen sind das Hochdruckmagnetventil, das elektronische Steuergerät, das bei der VP 44 direkt angebaut ist, sowie der Drehwinkelsensor. Mit Hilfe der Sensordaten und der im Steuergerät abgelegten Kennfelder lässt sich bei der Mengenregelung das mögliche Drehmoment des Motors voll ausnutzen. Die Spritzbeginnregelung gewährleistet dabei niedrigen Verbrauch und geringe Emissionen. Zusätzlich ermöglicht die elektronische Regelung neue Sicherheits- und Komfortfunktionen sowie den Datenaustausch mit anderen Fahrzeugsystemen.





Die nächste Entwicklungsstufe ist eine Radialkolben-Verteilereinspritzpumpe mit integrierter Voreinspritzung. Besondere Eigenschaften:

- einfach anpassbar
- Leistungsstark: VP 44 düsenseitig bis 1500 bar
- niedriges Gewicht
- geringes Volumen

Das Nachfolge-Produkt: Speichereinspritzung Common Rail System

Die Funktion: Der Kraftstoff wird über den gemeinsamen Speicher in die einzelnen Zylinder eingespritzt. Dabei steht er ständig unter hohem Druck. Kernstücke des Systems sind schnelle magnetventilgesteuerte Injektoren für jeden Zylinder. Ein Schaltsignal des Steuergeräts aktiviert sie für den Einspritzvorgang. Der Speicherdruck wird abhängig vom Betriebszustand des Motors mit einer Hochdruck- Radialkolbenpumpe erzeugt und vom Steuergerät genau geregelt. Einspritzzeit, Druck und damit auch die eingespritzte Kraftstoffmenge lassen sich zu jedem Zeitpunkt verändern. Der Systemdruck liegt bei Motoren für Personenkraftwagen bei maximal 1350 bar, bei Motoren für Nutzfahrzeuge bei maximal 1400 bar. Besondere Eigenschaften:

- Emissionsärmere, sparsamere und leisere Motoren
- Für jeden Betriebszustand des Motors steht immer der bestmögliche Kraftstoffdruck zur Verfügung
- Modularer Aufbau erleichtert die Anpassung an den jeweiligen Dieselmotor

Konventionelle Einspritzanlagen sind ohne wesentliche Motorveränderungen durch Common Rail Systeme ersetzbar

Das komplette System besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Mengengeregelte Hochdruckpumpe
- Verteilerleiste (Common Rail)
- Druckregelventil
- Drucksensor
- Injektoren
- Elektronisches Steuergerät
- Weitere Sensoren und Aktoren

Die Fertigung

Der Meisterbereich umfasst das Montagestellwerk, in dem die abschliessende Montage, die Prüfung und Abnahme sowie die (kundenspezifische) Komplettierung erfolgt. Zum Meisterbereich gehören insgesamt etwa 300 Mitarbeiter, von denen jeweils etwa 100 pro Schicht anwesend sind. Die Mitarbeiter sind in Teams organisiert, ein gutes Team hat 15 Mitarbeiter, andere Teams bis zu 40 Mitarbeiter. Insgesamt sind 9 Teamleiter eingesetzt, die durch einen Teamkoordinator geführt werden.

Zum Bereich gehören sowohl direkt produktiv tätige Mitarbeiter als auch indirekte, die administrative oder dienstleistende Aufgaben übernehmen. Ein wesentlicher Teil der produktiv tätigen Mitarbeiter ist mit dem Aufsetzen und Abhängen der Pumpen beschäftigt. Die Mitarbeiter sind zu 95% ausgebildete Kräfte, davon etwa 70% Kfz.-Mechaniker und 25% bei Bosch ausgebildete Metallfacharbeiter. Aufgrund regionaler Besonderheiten sind wenige ausländische Mitarbeiter beschäftigt. Die Mitarbeiter haben in den Teams neben der unmittelbaren Arbeitsaufgabe oftmals Zuständigkeiten für Themen übernommen, etwa die Federführung für Aufgaben als „Fehlerpate“ oder Urlaubskoordinator der Gruppe. Der Gesamtbereich besteht aus den Abschnitten

- Kommissionierung
- Montage
- Prüfung
- Komplettierung

Zusätzliche Bereiche sind die Messmittelaufbewahrung, -bereitung und -bewirtschaftung sowie die Serieninstandsetzung (z.B. Lagermengen von Kunden). Es werden zwei grundsätzlich unterschiedliche VE-Pumpen verarbeitet, die mechanische VE-Pumpe und die elektronische EDC-VE-Pumpe. Die Prüfprozesse haben sich in den vergangenen Jahren entscheidend verändert. Während es früher einzelne Prüfbänke gab, an denen vollständige Programm mit einer umfangreichen Prüftätigkeit pro Pumpe durchgeführt wurde, dominiert heute die weitgehend automatisierte Prüfung.

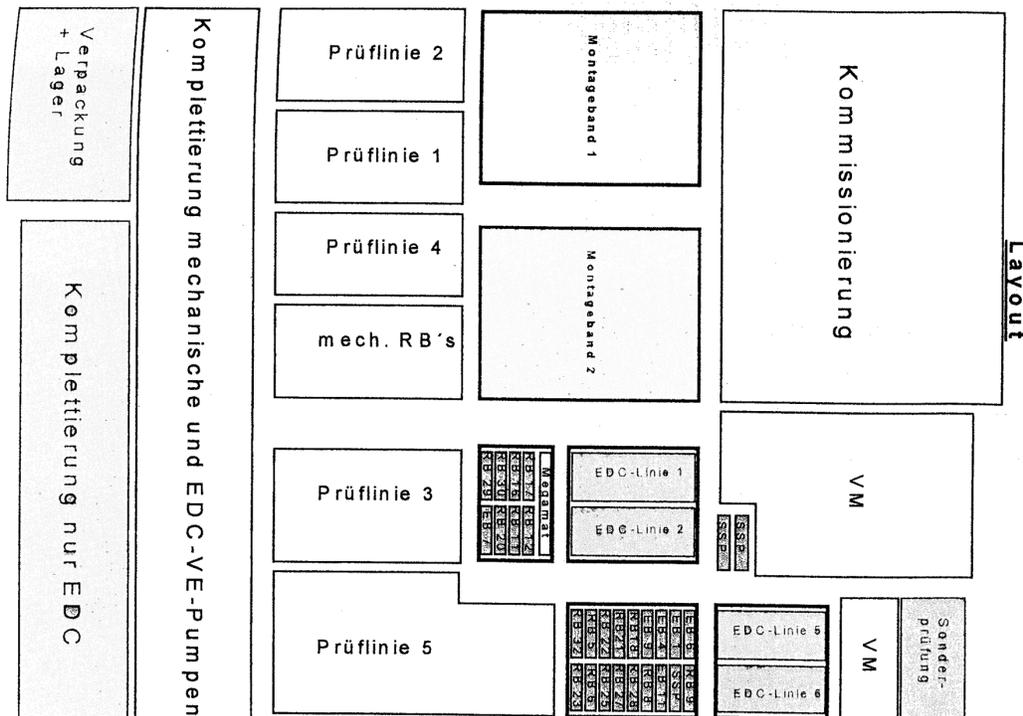


Abbildung: Layout des Bereiches als Schemadarstellung

Die Meisteraufgabe

Im Meisterbereich „Funktionsprüfung“ besteht die Meisteraufgabe – gleich Teamleiteraufgabe - im Kern aus folgenden Punkten:

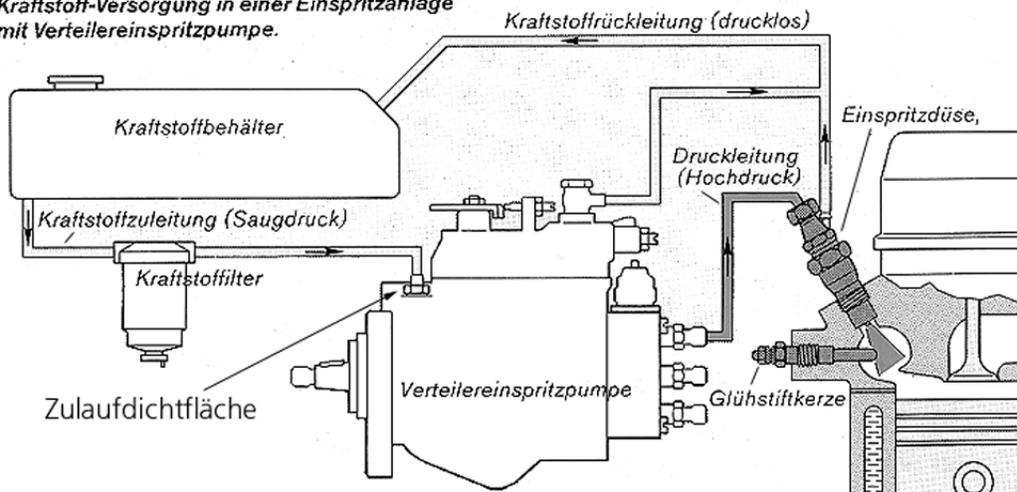
- die Kundenaufträge müssen zum richtigen Zeitpunkt durch die Fertigung gebracht werden
- das geplante Auftragsvolumen ist insgesamt umzusetzen
- der Produktionsprozeß ist im Gesamten aufrecht zu erhalten
- Regelungen mit übergeordneten Bereichen sind zu vereinbaren
- die Verbesserung der teamorientierten Produktion ist zu realisieren
- technische interne Beanstandungen sind zu klären und aus der Welt zu schaffen
- die Saisonschwankungen sind auszugleichen hinsichtlich Kapazität und Einsatzpolitik
- eine teamorientierte Lösungsstrategie ist zu praktizieren und zu moderieren
- der Teamleiter fungiert als Koordinator in seinem Bereich

Die Aufgabe

An der VE-Pumpe treten seit einiger Zeit Mängel an der Zulaufdichtfläche auf. Sie zeigen sich an den Schraubverbindungen, die auf eine gefräste Flanschfläche angesetzt werden. Dieser Fehler ist erst nach dem Einsatz der Pumpe im späteren Betrieb des Kraftfahrzeugs festzustellen. Die entsprechenden Rückmeldungen kommen also mit erheblicher Verspätung. Aus den bemängelten einzelnen Pumpen sind nur bedingt Schlussfolgerungen zu ziehen, da sie bereits durch den Einsatz im Fahrzeug vielfältigen weiteren Belastungen und Umgebungseinflüssen ausgesetzt waren. Dennoch wird der Fehler aus der Liste der Gesamtstörungen als prioritär herausgegriffen.

In einem internen 8D-Prozess werden Ursachen und Abstellmassnahmen erkundet, ausgearbeitet, entschieden, umgesetzt und rückgemeldet.

Kraftstoff-Versorgung in einer Einspritzanlage mit Verteilereinspritzpumpe.



Der 8D-Report bettet sich in ein Qualitätsmanagementprogramm (T.O.P.S.) ein. T.O.P.S./ 8D heisst:

- Team-Oriented-Problem-Solving
- es besteht aus 8 Stufen (8D)
- dabei erfolgt die Einbindung einzelner Methoden in einen systematischen Ablauf
- es ist ein Verfahren zur Problemlösung durch die Projektgruppe



Der Ablauf des Problemlösungsprozesses:

- D1 - Problemlösungsgruppe installieren
 - das Team hat die fachliche Kompetenz
 - der Teamleiter ist Moderator
 - ein Problemverantwortlicher wird benannt
 - er ist kein Mitglied
 - er soll „hierarchischer Kopf“ sein
 - er verfügt über Mittel und Möglichkeiten
- D2 - Problem beschreiben
 - die „6 W“ (Was, warum, wo, wieviel, wann, wer) werden beantwortet
 - es sind Randbedingungen zu definieren
 - Methoden wie Pareto-Diagramm, Ursachen-Wirkungs-Diagramm, Statistiken, Kepner-Tregoe werden zur Anwendung gebracht
- D3 – erste Sofortmassnahmen auslösen
 - zunächst sind Sofortmassnahmen zur Unterdrückung der Fehler festzulegen, bis abstellende Massnahmen greifen
 - die Wirksamkeit ist zu prüfen
 - Sofortmassnahmen sind auszulösen
 - sie sind ggf. mit dem Kunden abzustimmen
- D4 - Ermittlung und Bestätigung der Grundursachen
 - die potentiellen Ursachen müssen ermittelt werden
 - es folgt das Ausfiltern und Bestätigen der tatsächlichen Ursache
 - und das Erarbeiten abstellender Massnahmen
 - als Hilfsmittel dienen PARETO- oder ABC-Analyse, Ursachen- und Wirkungsdiagramm, Fehlerbaumanalyse, FMEA
- D5 – weitere Sofortmassnahmen auslösen
 - die Richtigkeit der Massnahmen wird durch Vorversuche nachgewiesen
 - die Massnahmen werden auf unerwünschte Nebenwirkungen untersucht
 - eventuell sind unterstützende Zusatzmassnahmen durchzuführen
 - es folgt das Aufstellen eines Aktions- und Meilensteinplanes
 - die Änderungen werden erforderlichenfalls mit dem Kunden abgestimmt
- D6 - Einführung der abstellenden Massnahmen
 - dazu gehört die Definition und Durchführung der besten dauerhaft abstellenden Massnahmen
 - durch erweiterte Prüfungen ist sicherzustellen, daß die Grundursache tatsächlich eliminiert ist
 - der Aktionsplan legt fest, wer wann was tut
 - notwendig ist eine Erfolgskontrolle
 - anschliessend sind noch geltende Zwischenmassnahmen zurückzunehmen
- D7 - Vermeidung von Wiederholungen
 - es ist die Schwachstelle im System zu ermitteln, die das Problemgeschehen verursacht, z.B.:



- falsche oder missverständliche Regeln
- Missachten von Regeln
- fehlende Regeln
- unzureichende Ausbildungsmassnahmen
- blockierter, langsamer oder unregelmäßiger Informationsfluß
- D8 - Anerkennung und kritische Würdigung
 - Die gemeinsamen Bemühungen des Teams sollen ausdrücklich Anerkennung finden. Dazu gehören sowohl Lob als auch die rückblickende Bewertung des Gesamtablaufs. Zu thematisieren sind folgende Fragen und Inhalte:
 - Konstruktive Kritik am Problemlösungsprozeß
 - Zweckmässigkeit des Vorgehens
 - Zweckmässigkeit des Zeit- und Mitteleinsatzes
 - Zweckmässigkeit bestimmter Änderungen des Problemlösungsprozesses
 - Anerkennung, Würdigung des Prozesserfolges
 - Überzeugung aller aussenstehender Beobachter
 - Motivation der Mitarbeiter und Schärfung des Qualitätsbewusstseins mit dem Ziel, Probleme von vornherein zu vermeiden

Im Beispielfall der wiederholt beschädigten Zulaufdichtfläche wurden u.a. folgende Aktivitäten ergriffen, zu denen im Anhang verschiedene Dokumente zu finden sind:

D1 - Problemlösungsgruppe installieren

Die Problemlösungsgruppe besteht in erster Linie aus bereichsinternen Mitgliedern, die Last der Arbeit trägt also die eigene Mannschaft. Durch die eigengesetzten und extern vorgegebenen Qualitätsstandards – etwa 45ppm als Obergrenze der Fehlerhäufigkeit – ergibt sich ein Zwang zur Analyse der Störung. Wichtig ist, dass aus der Gruppe eine konkrete Person die Fehlerpatenschaft übernimmt und als „Leuchtturm“ wirkt. Der Problemlösungsprozeß wird über ein Verfolgungsblatt dokumentiert.

D2 - Problem beschreiben

Grundsätzlich gibt es ein monatliches Review in der Halle, bei dem auch alle Hallenstörfälle behandelt werden. Sie sind in einer internen Gesamtübersicht dokumentiert. Die Gesamtmenge der Fehler wird nach Vorrang und Risiko bewertet, die Fehler werden klassifiziert. Dabei prägen tägliche Fälle nicht den Alltag, sogenannte akute „Knaller“ gibt es höchstens alle 3 Monate. Vorherrschend sind die Störungen mit komplexen Ursachen, für deren Lösung eine gründliche Aufarbeitung erforderlich ist. Die Fehlersammlung erfolgt in einer Datenbank (Access), in der die Fehler etwa nach Art, Folge, Verantwortlichkeit und Abarbeitung sortiert werden können. Jeder im Bereich kann diese Informationen auswerten und hat passiven Zugriff. Möglich ist auch eine Rückverfolgung dahingehend, wann, wo und wie welche Maschine eine Störung aufweist.

Zur Problembeschreibung wird der Störfall mit dem Team zusammen mit den methodischen Mitteln der Lernstatrunde erkundet. Dazu wird die Bearbeitungskette „Wer tut wann was an der Dichtfläche“ mit den Mitarbeitern zusammen erarbeitet und das Problem inhaltlich differenziert.

D3 – erste Sofortmassnahmen auslösen

Zunächst sind die akuten Sofortmassnahmen auszulösen, etwa eine zeitweilige 100%ige Zusatzprüfung. Längerlaufende Reaktionen werden von den Sofortmassnahmen abgegrenzt.



D4 - Ermittlung und Bestätigung der Grundursachen

Zunächst sind die potentiellen Quellen und Ursachen des Fehlers zusammenzustellen. Zu erwarten ist eine breite Ursachenvariabilität. Wenn es sich – wie hier – um einen Wiederholfehler handelt, ist auch die Auswertung der Häufigkeit erforderlich. Hilfreich ist die Verwendung eines Ursache-Wirkungs-Diagramms und einer Paretoanalyse der Fehlerwichtigkeit. Von hervorgehobener Bedeutung ist die Bewertung der Gefährlichkeit des Fehlers. Der Beitrag der gesamten Wertschöpfungskette zum Problem ist durchzugehen. Dazu gehören die Vorbearbeitungen, deren Güte durch den Druck auf die Zulieferer gesteigert werden könnte. So sind die Eigenschaften des Aluminiumgussteils oder der Spitzenwert des Rauheitsgrads an der Fräsfläche zu betrachten. Der Gewindefreistich als mögliche Ursache oder verbleibende Stahlspäne können Problemquellen sein. Danach kommen Handlingsprobleme innerhalb des Prüffeldes in das Blickfeld, etwa das Ansetzen des Befülladapters. Die Verpackung und Palettierung schließen den Einflussbereich ab. Die Ursachen werden dokumentiert und ggf. arbeitsteilig abgearbeitet.

D5 – weitere Sofortmassnahmen auslösen

Nach der Ursachenerkundung ist eine Priorisierung der Lösungen und deren Dringlichkeiten vorzunehmen und in weitere Umsetzungen zu überführen.

D6 - Einführung der abstellenden Massnahmen

Die Fokussierung und Durchsetzung der wesentlichen abstellenden Massnahmen führt im Beispielfall zu einer Entschärfung des Adaptings. Es hat sich herausgestellt, dass durch die Anbringung des Druckanschlusses zum Zweck der Prüfung an einigen Pumpen Stosswirkungen auf den Flansch ausgeübt werden, die später zu den Dichtigkeitsmängeln führen. Die Entwicklung und Verwendung eines Kunststoffadapters kann dieses Problem abstellen. Konstruktion und Überprüfung der Wirkung dieses Adapterteils wird unter Beteiligung anderer Bereiche im Unternehmen erarbeitet.

D7 - Vermeidung von Wiederholungen

In einem Qualitätszirkel mit dem Kunden wird die Lösung präsentiert. Dazu kann auch das zur Jahresanalyse bestimmte Gespräch mit dem Kunden verwendet werden. Zudem wird eine Schulung der Mitarbeiter durchgeführt, die die Entstehung der Lösung und deren Konsequenzen beinhaltet.

D8 - Anerkennung und kritische Würdigung

Im Mittelpunkt des D8-Schritts steht die Bewertung der Erledigung der Aufgabe. So wird der Aufwand der Erkundung und der Besserung rekapituliert.

Originalunterlagen

Dieselmotor

Das Dieselpinzip

Der Dieselmotor saugt nur Luft an. Diese erhitzt sich während des Verdichtungshubes. An der erhitzten Luft entzündet sich der eingespritzte Diesekraftstoff.

Beim Dieselmotor als Selbstzünder erhitzt sich die angesaugte Luft während des Verdichtungshubes so stark, daß der eingespritzte Kraftstoff sich von selbst entzündet. Der Kraftstoff wird durch die Einspritzpumpe dosiert und unter hohem Druck über die Einspritzdüse in den Verbrennungsraum eingespritzt. Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt:

- in genau bemessener Menge entsprechend der Motorbelastung und Drehzahl,
- zum richtigen Zeitpunkt, bezogen auf die Stellung der Kurbelwelle,
- in der für das jeweilige Verbrennungsverfahren angepaßten Weise.

Für die Einhaltung dieser Bedingungen sorgt die Einspritzanlage. Diese erfaßt bestimmte Betriebsbedingungen wie Motordrehzahl, Gaspedalstellung und andere Betriebsdaten und bestimmt hieraus die Einspritzmenge. Der Kraftstoff wird entweder in eine Vor- oder Wirbelkammer oder direkt in den Brennraum eingespritzt (Bild 2). Der 4-Takt-Dieselmotor arbeitet so:

1. Takt: Ansaugen der Luft oder bereits vorverdichteter Luft.

2. Takt: Verdichten. Verdichtungsverhältnis etwa 1:20, bei Aufladung etwa 1:18 und Verdichtungsdrücken zwischen 30 und 55 bar. Die Luft erhitzt sich dabei sehr stark (etwa 500 bis 750°C). In die verdichtete Luft wird Kraftstoff eingespritzt.

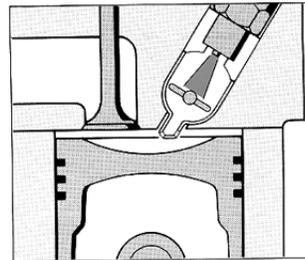
3. Takt: Verbrennen (Arbeiten). Der Kraftstoff entzündet sich an der erhitzten Luft und verbrennt. Die entstehende Verbrennungsenergie treibt den Kolben zum unteren Totpunkt.
4. Takt: Ausstoßen der Abgase.

Abgasverhalten

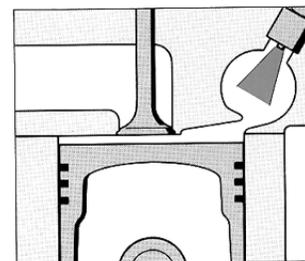
Dieselmotoren verbrennen Mineralölprodukte, die auf der Kohlen-Wasserstoff-Basis beruhen. Bei der Verbrennung der Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff entsteht bei der vollständigen Verbrennung Kohlendioxid und Wasser. In Verbrennungsmotoren findet jedoch eine unvollkommene Verbrennung statt. Unterschiedliche Lastzustände und Drehzahlbereiche, mangelnde Vermischung von Luft und Kraftstoff, ungenügende Temperaturen im Verbrennungsraum führen zu Teilreaktionen oder Nebenreaktionen, die schädliche Abgase bilden. Da die dieselmotorische Verbrennung mit hohem Luft-/Sauerstoff-Überschuß ablaufen kann, treten keine Probleme mit der CO-Emission auf. Dagegen ist die Bildung teilverbrannter Kohlenwasserstoffe ein Dieselproblem bei Niedriglast- oder Kaltlaufbetriebsbedingungen. Stickoxide bilden sich bei örtlich sehr hohen Temperaturen, die kurzzeitig durch Druckspitzen beim Verbrennungsablauf entstehen, also meist bei hohen Drehzahlen und Belastungen auftreten.

Die als Dieselrauch allgemein bekannte Schwarzauchentwicklung ist die Folge eines während der Verbrennung auftretenden örtlichen Sauerstoffmangels, der die Abspaltung reinen Kohlenwasserstoffs bewirkt. Er bildet als eine Wolke kleinster Partikel den Dieselrauch.

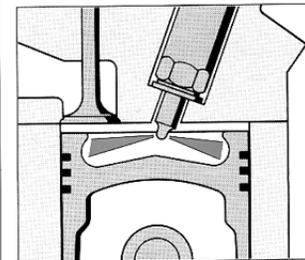
2 Brennraumgestaltung und Einspritzverfahren.



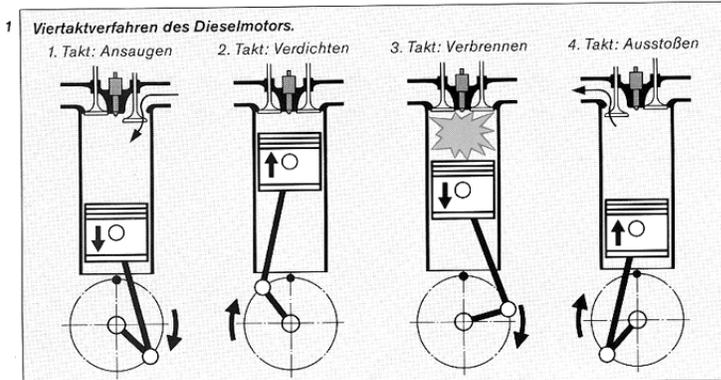
Vorkammereinspritzung.



Wirbelkammereinspritzung.



Direkteinspritzung.



2) Bei Vor- und Wirbelkammernmotoren entzündet sich das fette Gemisch in einer kleinen Kammer und schießt dann durch einen relativ engen Kanal in den Hauptbrennraum, in dem es sich mit hoher Turbulenz mit der dort komprimierten Luft vermischt und verbrennt. Eine Unterteilung des Brennraums in einen Hauptbrennraum und eine Vor- oder Wirbelkammer ergibt einen ruhigen Verbrennungsablauf. Vor- und Wirbelkammer-Motoren werden deshalb vorwiegend bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen eingesetzt.

Direkteinspritzmotoren arbeiten mit besonders niedrigem Kraftstoffverbrauch. Ihr Einsatzbereich erstreckt sich über mobile und stationäre Anwendung, wie zum Beispiel Lkw, Schlepper und Schiffe sowie Baumaschinen.

Aus der Broschüre der Robert Bosch GmbH über die Verteilereinspritzpumpe

Einspritzanlage

Aufgabe

Die Einspritzanlage fördert bei jedem Arbeitshub die erforderliche Menge Kraftstoff unter hohem Druck bei einer ganz bestimmten Kurbelwellenstellung zur Einspritzdüse, die den Kraftstoff fein zerstäubt in den Brennraum einspritzt.

Einspritzmenge

Um ein gutes Abgasverhalten zu erzielen, muß die Einspritzmenge so dosiert werden, daß auch bei Vollast Luftüberschuß vorhanden ist. Außerdem muß die Einspritzmenge so geregelt werden, daß die Leerlaufdrehzahl nicht unter- und die Höchstdrehzahl nicht überschritten wird. Die Anpassung an besondere Betriebsbedingungen kann weitere Korrekturen der Einspritzmenge erforderlich machen.

Einspritzzeitpunkt

Der Einspritzzeitpunkt richtet sich nach der Motordrehzahl und der -last. Er wird in Abhängigkeit von der Drehzahl so verändert, daß die Hauptentflammung nach Überschreiten des oberen Totpunktes erfolgt.

Einspritzverlauf

Beim Dieselpinzip ist man bestrebt, nach dem Zündbeginn eine Gleichdruckverbrennung zu erreichen: Die Menge des einzuspritzenden Kraftstoffes soll über die Einspritzzeit so verteilt werden, daß der Verbrennungsdruck möglichst gleich bleibt. Es soll nur so viel Kraftstoff je Grad Kurbelwinkel eingespritzt werden, wie in diesem Zeitraum verbrannt werden kann, ohne daß der Druck übermäßig ansteigt und die Schadstoffemission zunimmt.

Übersicht

Kleine, schnellaufende Dieselmotoren, insbesondere in Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen, erfordern eine Einspritzanlage mit geringem Gewicht und kleinem Einbauvolumen. Die Verteilereinspritzpumpe Typ VE erfüllt diese Forderungen durch Zusammenfassen von Förderpumpe, Drehzahlregler und Spritzversteller in einem kleinen, kompakten Aggregat.

Niederdruckteil

Zum Niederdruckteil einer Einspritzanlage gehören Kraftstoffbehälter, Kraftstofffilter, Flügelzellen-Förderpumpe und Überströmventil sowie die Kraftstoffzuleitungen.

Hochdruckteil

Im Hochdruckteil der Einspritzpumpe wird der zum Einspritzen benötigte Kraftstoffdruck erzeugt. Der Kraftstoff wird hierbei über Druckventil, Druckleitung und Düsenhalter zur Einspritzdüse gefördert.

Leitungsanordnung

Für die Funktion der Einspritzpumpe ist es erforderlich, daß der Kraftstoff dem Hochdruckteil der Einspritzpumpe kontinuierlich, blasenfrei und unter Druck zugeführt wird. Bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen ist in der Regel der Höhenunterschied zwischen Kraftstofftank und Einspritzpumpe gering, die Leitungslänge günstig und der Leitungsquerschnitt so groß bemessen, daß die Saugleistung der in der Verteilereinspritzpumpe eingebauten Flügelzellen-Förderpumpe ausreichend ist.

In Fahrzeugen mit größerem Höhenunterschied oder (und) längerer Leitung zwischen Kraftstofftank und Einspritzpumpe wird eine Vorförderpumpe installiert. Sie überbrückt die Leitungs- und Filterwiderstände und erhöht die Filterstandzeit.

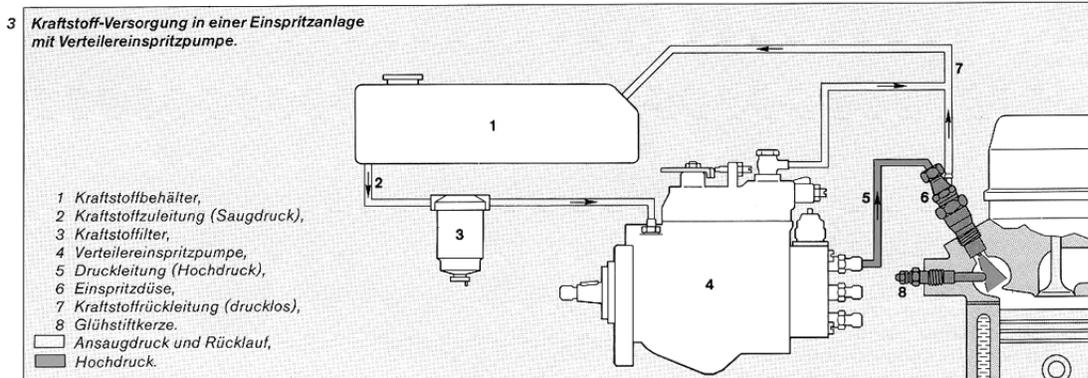
Ein Falltankbetrieb wird hauptsächlich bei Schleppern und Stationärmotoren angewandt.

Kraftstofffilter

Der Hochdruckteil der Einspritzpumpe und die Einspritzdüsen sind mit einer Genauigkeit von wenigen Tausendstel Millimetern gefertigt. Dies bedeutet, daß Verunreinigungen im Kraftstoff die Funktion beeinträchtigen können. Eine schlechte Filterung kann zu Schäden an Pumpenkomponenten, Druckventilen und Einspritzdüsen führen. Der Einsatz eines speziell auf die Erfordernisse der Einspritzanlage abgestimmten Kraftstofffilters ist deshalb Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb und eine lange Lebensdauer.

Kraftstoff kann Wasser in gebundener oder ungebundener Form (z.B. Kondenswasserbildung infolge Temperaturwechsels) enthalten. Wenn dieses Wasser zur Einspritzpumpe gelangt, bleiben Schäden durch Korrosion nicht aus. Verteilereinspritzpumpen benötigen deshalb Kraftstofffilter mit Wassersammelraum. Das Wasser muß in entsprechenden Intervallen abgelassen werden.

Mit zunehmender Anwendung des Dieselmotors in Pkw hat sich ein Bedarf für eine automatische Wasserwarneinrichtung ergeben. Sie zeigt über eine Warnlampe an, wenn Wasser abgelassen werden muß.



Aus der Broschüre der Robert Bosch GmbH über die Verteilereinspritzpumpe

Verteilereinspritzpumpen

Typ VE

Anwendungsbereich

Die Verteilereinspritzpumpen Typ VE bieten aufgrund ihrer Flexibilität eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Nenn Drehzahl, Leistung und Bauform des Dieselmotors geben den Anwendungsbereich und die Auslegung der Verteilereinspritzpumpe vor. Zum Einsatz gelangen die Verteilereinspritzpumpen bei Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Schleppern und Stationärmotoren.

Allgemeine Angaben

In der Verteilereinspritzpumpe Typ VE ist im Gegensatz zur Reiheneinspritzpumpe auch für Mehrzylindermotoren nur ein Pumpenzylinder und ein Pumpenkolben vorhanden. Der von dem Pumpenkolben geförderte Kraftstoff wird über eine Verteilernut auf die der Zylinderzahl des Motors entsprechenden Auslässe verteilt. In dem geschlossenen Gehäuse der Verteilereinspritzpumpe sind folgende Baugruppen vereint:

- Hochdruckpumpe mit Verteiler,
- mechanischer Drehzahlregler,
- hydraulischer Spritzversteller,
- Flügelzellen-Förderpumpe und
- Abstellvorrichtung.

In Bild 4 sind die Baugruppen und ihre Aufgaben zusammengestellt. Zusätzlich kann die Verteilereinspritzpumpe mit verschiedenen Anpaßeinrichtungen ausgestattet werden. Sie ermöglichen eine weitere individuelle Anpassung an die spezifischen Eigenschaften des Dieselmotors. Wann und wozu die Anpaßeinrichtungen eingesetzt werden, wie sie aufgebaut sind und wie sie funktionieren, erfahren Sie später.

Aufbau

Die Antriebswelle der Verteilereinspritzpumpe ist in dem Pumpengehäuse gelagert. Auf ihr ist außerdem die Flügelzellen-Förderpumpe angeordnet. Hinter der Antriebswelle befindet sich der Rollenring, der nicht mit der Antriebseinrichtung verbunden ist, aber ebenfalls in dem Pumpengehäuse gelagert ist. Über die Hubscheibe – die sich auf den Rollen des Rollenrings abstützt und von der Antriebswelle angetrieben wird – wird eine Dreh-Hub-Bewegung erzeugt, die auf den Verteilerkolben übertragen wird. Geführt wird der Verteilerkolben von dem mit dem Pumpengehäuse ver-

schraubten Verteilerkopf. In ihm sind die elektrische Abstellvorrichtung zur Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr, die Verschlussschraube mit Entlüftungsschraube und die Druckventile mit den Druckventilhaltern befestigt. Ist die Verteilereinspritzpumpe mit einer mechanischen Abstellvorrichtung ausgestattet, so befindet sich diese im Reglerdeckel.

Mit dem Reglerantrieb – der mit der Antriebswelle über ein Zahnrad verbunden ist – wird die Reglergruppe angetrieben. Sie ist mit den Fliehkraftgewichten und der Reglermuffe ausgestattet. Die Reglermechanik, die sich aus Einstellhebel, Starhebel und Spannhebel zusammensetzt, ist in dem Gehäuse drehbar gelagert. Von ihr wird die Position des Regelschiebers auf dem Pumpenkolben beeinflusst. An der Oberseite der Reglermechanik greift die Regelfeder ein, die über die Verstellhebelwelle mit dem Verstellhebel verbunden ist. Die Verstellhebelwelle ist in dem Reglerdeckel gelagert, wo-

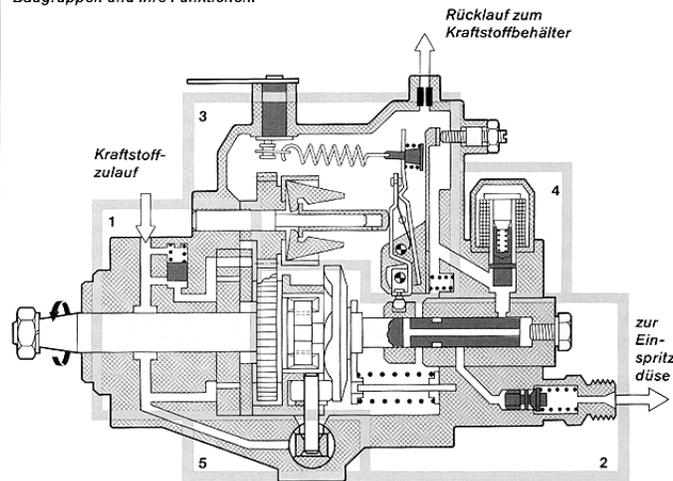
bei über den Verstellhebel die Pumpenfunktion beeinflusst wird. Der Reglerdeckel schließt die Verteilereinspritzpumpe nach oben ab. In ihm sind außerdem die Vollmengen-Einstellschraube, die Überströmdrossel und die Drehzahl-Einstellschrauben angebracht.

An der Unterseite der Verteilereinspritzpumpe ist quer zur Pumpenlängsachse der hydraulische Spritzversteller eingebaut. Seine Funktion wird von dem Innenraumdruck – der von der Flügelzellen-Förderpumpe und dem Drucksteuerventil bestimmt wird – beeinflusst. Er ist auf beiden Pumpenseiten durch einen Verschlussschraubendeckel eingegrenzt.

Pumpenantrieb

Über eine Antriebseinrichtung des Dieselmotors erfolgt der Antrieb der Verteilereinspritzpumpe. Bei Viertaktmotoren beträgt hierbei die Pumpendrehzahl die Hälfte der Kurbelwellendrehzahl des Dieselmotors. Das heißt,

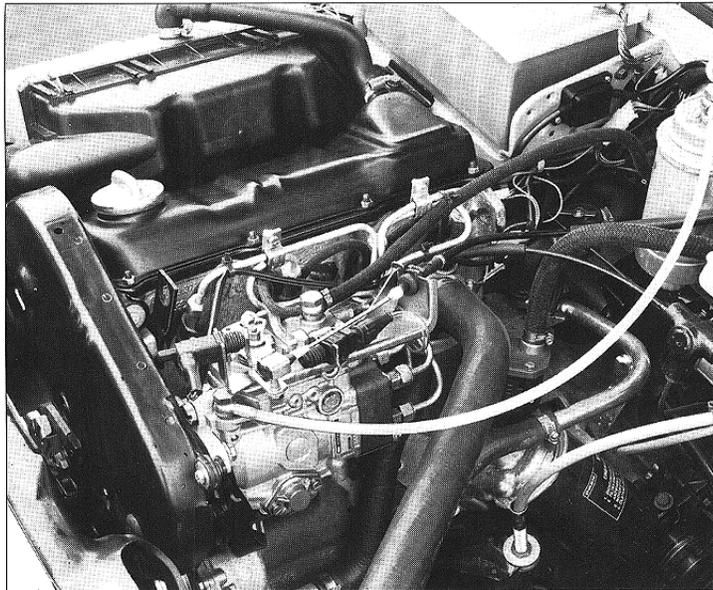
4 Baugruppen und ihre Funktionen.



- | | |
|---|---|
| <p>1 Flügelzellen-Förderpumpe
Kraftstoff ansaugen und dem Pumpeninnenraum zuführen.</p> <p>2 Hochdruckpumpe mit Verteiler
Einspritzdruck erzeugen, Kraftstoff fördern und verteilen.</p> <p>3 mechanischer Drehzahlregler
Drehzahl regeln, Fördermenge durch die Regeleinrichtung im Regelbereich verändern.</p> | <p>4 elektromagnetisches Abstellventil
Kraftstoffzufuhr unterbrechen.</p> <p>5 Spritzversteller
Förderbeginn in Abhängigkeit von der Drehzahl verstellen.</p> |
|---|---|

Aus der Broschüre der Robert Bosch GmbH über die Verteilereinspritzpumpe

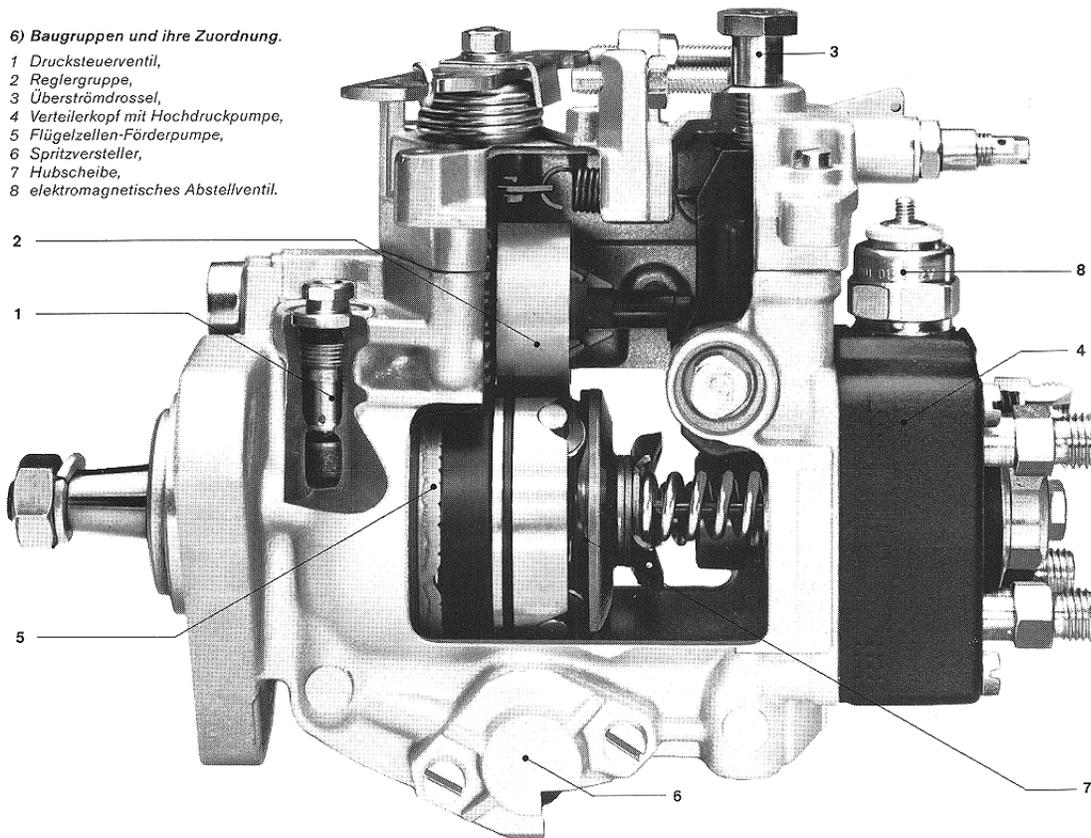
daß die Einspritzpumpe mit Nockenwellendrehzahl angetrieben wird. Der Antrieb der Verteilereinspritzpumpe erfolgt zwangsläufig, und zwar so, daß die Antriebswelle der Verteilereinspritzpumpe völlig synchron zur Kolbenbewegung des Motors läuft. Realisiert wird dieser zwangsläufige Antrieb durch die Verwendung von Zahnriemen, Steckritzfel, Zahnrad oder Kette. Verteilereinspritzpumpen gibt es für Rechtslauf und für Linkslauf. Hierbei ist jedoch je nach Drehrichtung die Einspritzfolge unterschiedlich, aber immer so, daß die Auslässe in der geometrischen Reihenfolge der Anordnung spritzen. Um Verwechslungen mit der Bezeichnung der Motorzylinder zu vermeiden, sind die Auslässe der Verteilereinspritzpumpe mit A, B, C usw. bezeichnet.



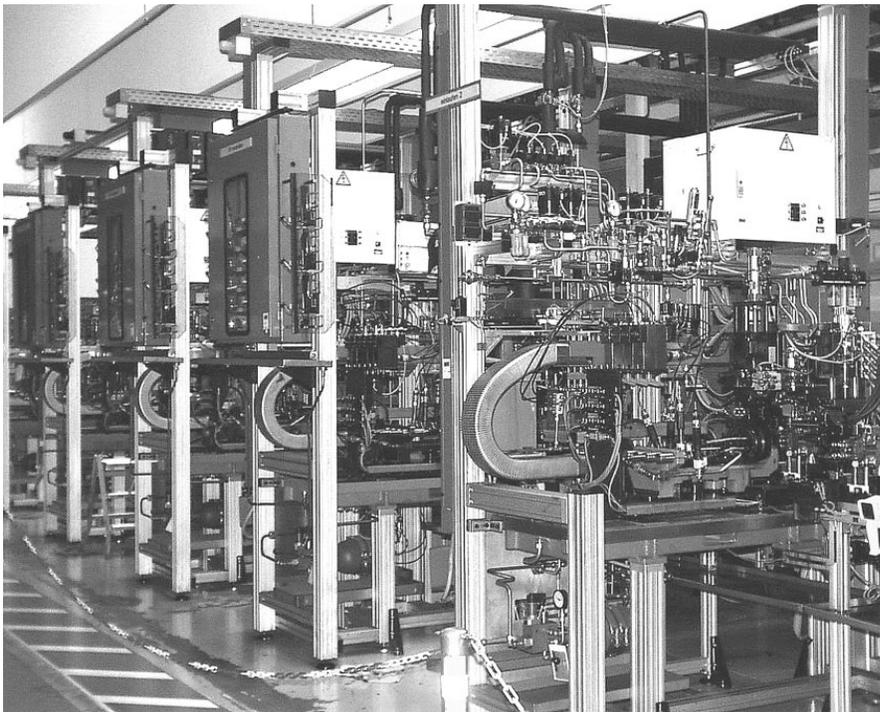
5) Verteilereinspritzpumpe Typ VE an einem 4-Zylinder-Dieselmotor.

6) Baugruppen und ihre Zuordnung.

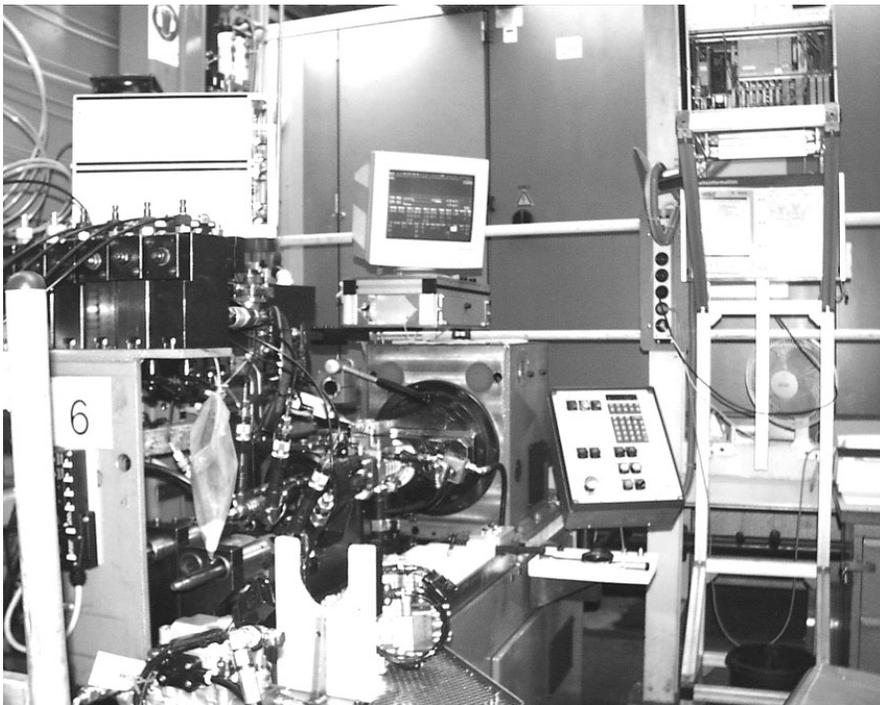
- 1 Drucksteuerventil,
- 2 Reglergruppe,
- 3 Überströmdrossel,
- 4 Verteilerkopf mit Hochdruckpumpe,
- 5 Flügelzellen-Förderpumpe,
- 6 Spritzversteller,
- 7 Hubscheibe,
- 8 elektromagnetisches Abstellventil.



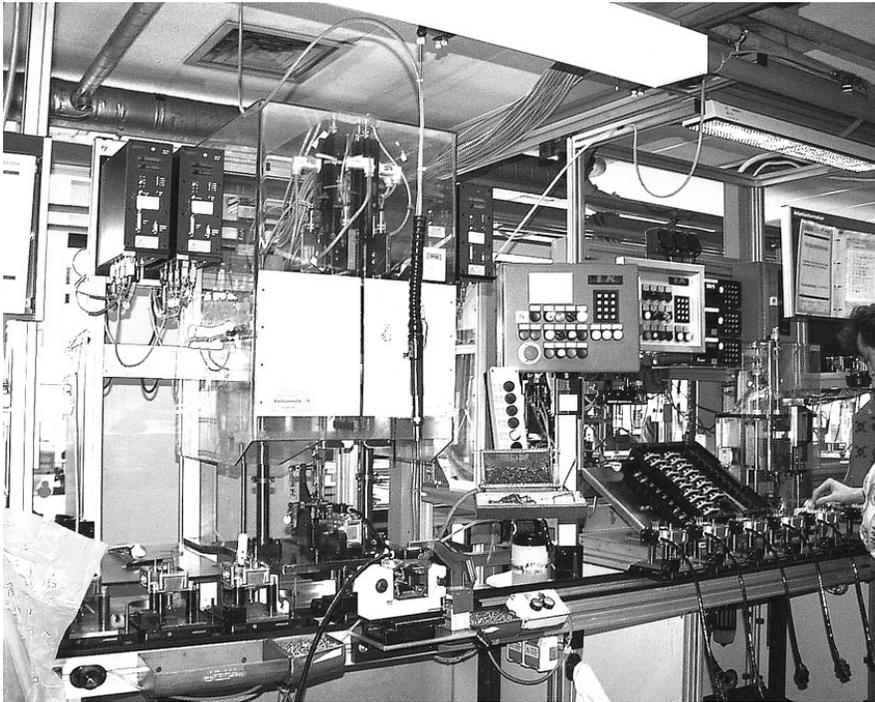
Aus der Broschüre der Robert Bosch GmbH über die Verteilereinspritzpumpe



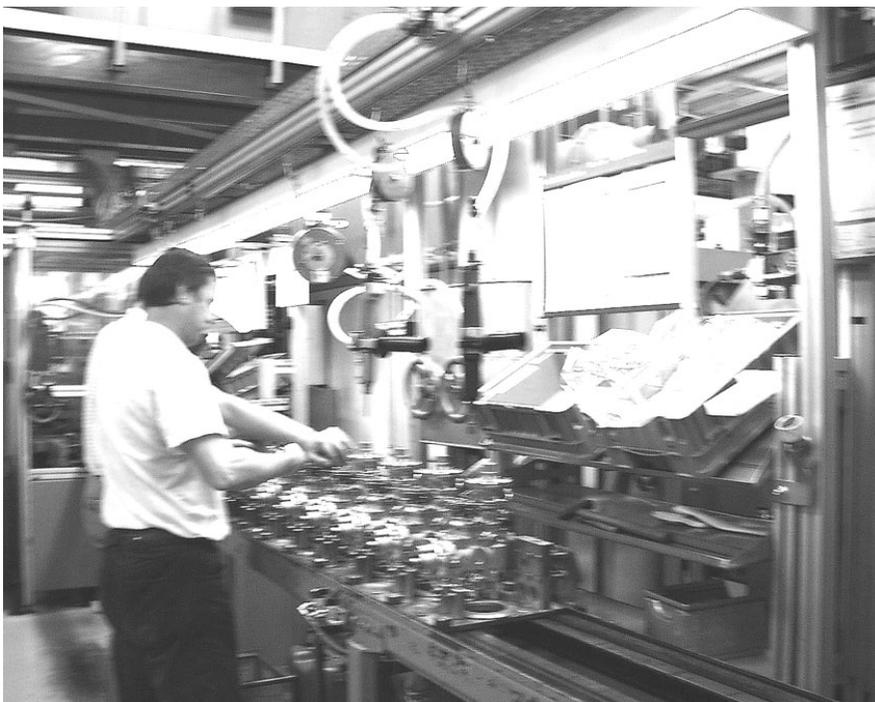
Fotografie aus dem Montagebereich



Fotografie einer Arbeitsstation



Fotografie aus dem Prüfbereich



Fotografie eines Prüfarbeitsplatzes

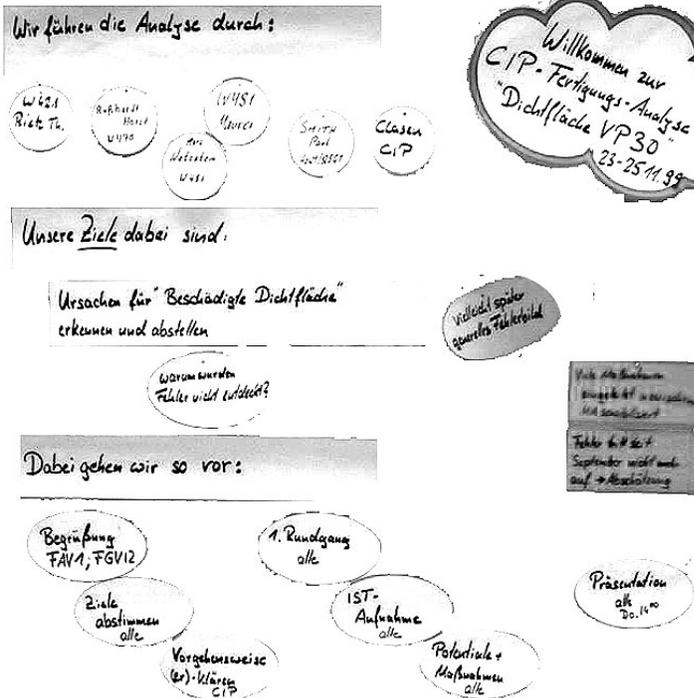


Chart der internen Besprechung im Rahmen des 8D-Reports: Vorgehen

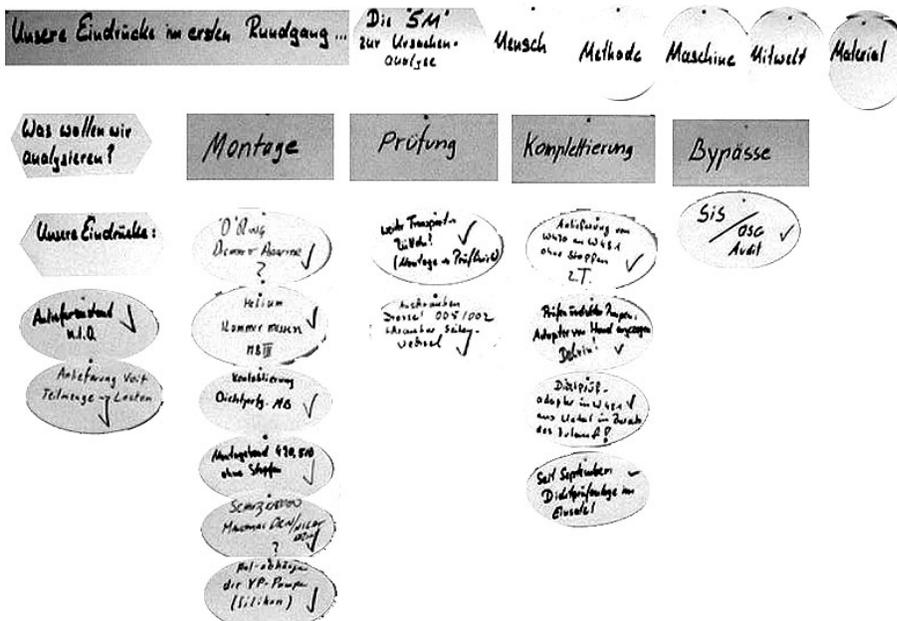
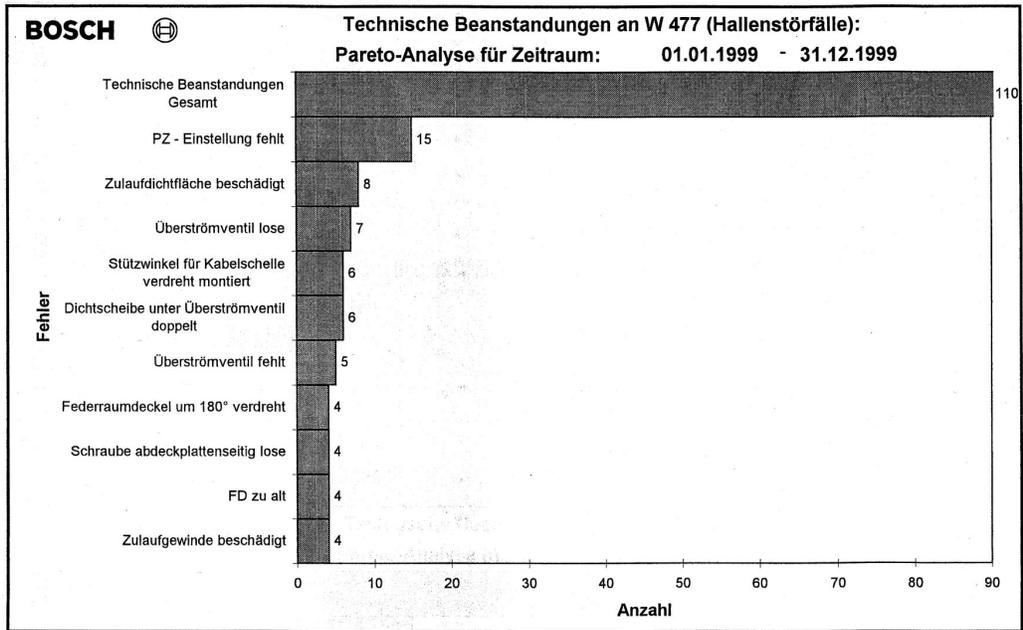


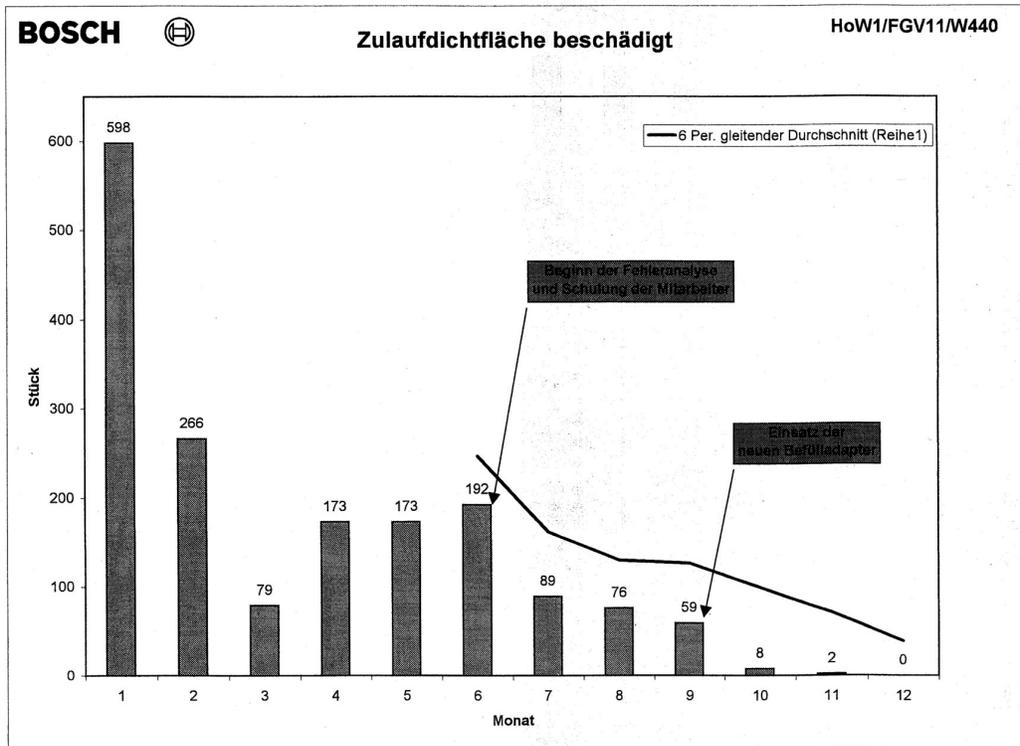
Chart der internen Besprechung im Rahmen des 8D-Reports: Ergebnisse des Rundgangs



HoW1/FAV1 Q-Team

Stand: 09.12.1999

Informationen aus der EDV: Beanstandungen gesamt

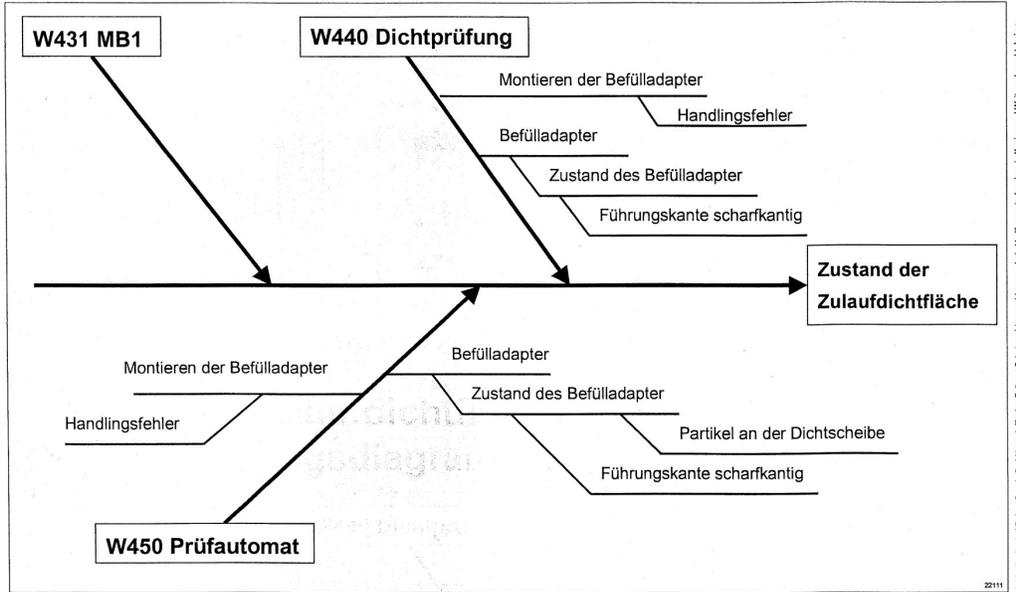


PC1963 V:allgemein
 Interne Fehlerverfolgung FGV11
 Interne Fehlerverfolgung GesamtZulaufdichtfläche

Erstellt von W440 Pristavnik
 13.12.1999

Informationen aus der EDV: Ausgewähltes Thema des 8D-Reports

Beschädigte Zulaufdichtflächen Ursache-Wirkungsdiagramm



© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Weitergabe ist ohne schriftliche Genehmigung von Robert Bosch GmbH. 22111

Zusammenstellung der möglichen Ursachen und Wirkungen des beanstandeten Phänomens



BOSCH		Maßnahmenverfolgungsblatt										AS <input type="radio"/>		Fehlernr. oder TTNR		
W440./Abt.:FGV11		Interne Fehler (NA, AS/EFA)										EFA <input type="radio"/>		0112		
Verantw.: Pristavnik		0-km-Beanstandung										NA <input checked="" type="radio"/>		Blatt 1 von 2		
		Ø Vorjahre					Laufendes Jahr									
Monat / Jahr	1998	1999	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Stückzahl im Monat	435			598	266	79	173	173	192	89	76	59	8	2		
Fehlerbeschreibung: Zulaufdichtfläche beschädigt TB-Nr.: keine																
Fehlerursache: eine genaue Fehlerursache konnte bis jetzt nicht ermittelt werden, der Fehler kann im gesamten FAV1 Bereich entstehen - nach der Überprüfung des Sonderloses konnte man folgende Fehlerursachen feststellen 1. Handlungsfehler mit Befülladapter an Prüfautomat u. Dichtprüfung; 2. Befülladapter an PA mit Späne behaftet																
Datum	Nr.	Maßnahmen										Maßn. eingeleitet bis	Verantwortlich Abt., Name	Erwartete Reduz. in ppm	Stand	
08.07.99	1	zur genauen Analyse wurde ein Sonderlos R686 von 400 Pumpen gestartet										KW 27	FAV1	0		
		vor der Montage wurden die Gehäuse 100% auf Beschädigung kontrolliert														
		Pumpen die in der Schluß-Sonderprüfung W440 ausfallen werden einer nachfolgenden Überprüfung unterzogen.														
23.07.99	2	zu 1) MA Schulung, Befülladapter gezielt in die Zulaufbohrung einführen										sof.	W440/W450	5%		
		zu 2) ständige Kontrolle der Dichtringe an Befülladapter und Zulaufdichtfläche										sof.	W450	5%		
	3	Rep MA der W440 begutachtet täglich die ausgefallenen VE-Pumpen und spricht mit den										22.07.	W440	0		
		MA vor Ort durch was verkauft werden kann und was nachgearbeitet wird														
* Die Einsparung in ppm bezieht sich auf den jeweiligen Einzelfehler lt. Paretoanalyse.																

Maßnahmenverfolgungsblatt

BOSCH		Maßnahmenverfolgungsblatt										AS <input type="radio"/>		Fehlernr. oder TTNR	
W440./Abt.:FGV11		Interne Fehler (NA, AS/EFA)										EFA <input type="radio"/>		0112	
Verantw.: Pristavnik		0-km-Beanstandung										NA <input checked="" type="radio"/>		Blatt 2 von 2	
Datum	Nr.	Maßnahmen										Maßn. eingeleitet bis	Verantwortlich Abt., Name	Erwartete Reduz. in ppm	Stand
24.08.99	4	Befülladapter der Dichtprüfung werden mit Kunststoffeinsatz bestückt										KW 39	W480 Stemler	50%	
02.09.99	5	Befülladapter des Prüfautomaten Nr. 5 abrunden										KW 40	W440 Pristavnik Fa. VoWeMa	30%	
03.09.99	6	Befülladapter werden aufgrund von Partikel auf den Trägern in Kunststoffbehälter										3.9.99	W450 Prüfautom.5	1%	
		am Abspannplatz gelegt													
12.10.99	7	Wechselintervall der Dichtringe festgelegt auf 4 Wochen										KW 41	W450 W440 Pristavnik	3%	
* Die Einsparung in ppm bezieht sich auf den jeweiligen Einzelfehler lt. Paretoanalyse.															



CIP - Massnahmenblatt

Problem: Dichtfläche Prüfen, Komplettieren, Bypässe

Nr.	Ursache	Massnahme	Wirksamkeit	Verant.	Termin	Stand
1.	Montage Spülschraube: Schrauber pendelt gegen Gehäuse	Bessere Führung von Schrauber vorsehen, eventuell aus Komplettierung erhältlich	B (C)	H. R. an H. B.	11/99	
2.	Arretieren der Anschlüsse bei Spülstation	MIT Delrin versehen	C (B)	H. R. H. B.	11/99	
3.	Herunterfallen bei Abhängen, da keine Vorrichtung	Vorrichtung installieren	C (B)	H. R. an B.	11/99	
4.	Adapter vor Dichtprüfung beschädigt beim Ansetzen und bei Demontage	Delrin einführen, Mitarbeiter informieren, Fertigungshinweis erstellen	A (A)	H. W. an H. S.	11/99	
5.	Montage Ringstutzen: Handbearbeitung	MA informieren über Risiko, Fertigungshinweis erstellen	-(C)	H. W. S.	11/99	
6.	Transport z.T. ohne Stopfen	Generell mit Stopfen transportieren	- (C)	W490, alle Werkstätten	11/99	
7.	Fläche zum Auslaufen-lassen in W490 auf Tisch	Entleervorrichtung installieren	C (B)	H. B.	12/99	
8.	In W490 Demontage mit Hand-Schlüssel	Zulauf mit Stopfen verschließen	- (C)	W490	11/99	
9.	Auslaufen in Audit-Prüfung: Schrauben auf Ablagefläche	Entleervorrichtung installieren, Sofortmassnahmen einleiten	A (A)	W 460	11/99	

Massn., Verantw. und Termin ben.
 Massnahme in Arbeit
 Massnahme erledigt
 Massnahme abgesichert

22111

© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsverletzungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

BOSCH **HoW/CIP** D:\Eigene Dateien\laufend\Meister\Mitte\Bosch\Massnahmen Einstellen Komplettieren.doc 10.07.2000

CIP - Massnahmenblatt
Problem: Dichtfläche Montage

Nr.	Ursache	Massnahme	Wirksamkeit	Verant.	Termin	Stand
1.	Handling bei Locton durch Umpacken	Vermeiden z.B. durch losbezogene Lieferung	B (A)	H. R. an QSG5	11/99	
2.	zu enges Packen weil Böden fehlen	Zwischenböden beschaffen	B (A)	H. R. an QSG5	11/99	
3.	Kleine Ablagefläche bei Montage Förderpumpe	Ablage vergrößern	- (C)	H. R. an H. T.	11/99	
4.	Umsetzstation: Bei falschem Sitz falscher Angriff möglich	Anlagenbetreuer anweisen, Teil prüfen wenn Maschine stört	B (B)	H. R. an H. R.	11/99	
5.	Manuelles Umsetzen an Station 335, nachmessen	Station entfallen lassen	C (B)	H. S. an H. R.	11/99	
6.	Umsetzen an Station 400: Fehler beim Greifen	Vgl. Pkt 4	B (B)	H. R. an H. R.	11/99	
7.	Montage PSG5: Schrauber kann Dichtfläche besch.	Stopfen erst hier (statt 410) entnehmen	C (C)	H. R. an P.	11/99	
8.	Dichtprüfung St. 460, O-Ring beschädigt	Anlagenbetreuer anweisen, Teil prüfen wenn Maschine stört	- (B)	H. R. an H. R.	11/99	
9.	Handling von/zu Wagen bei Silikonieren	Entfallen lassen	- (C)	H. R. an Planer	11/99	

Massn., Verantw. und Termin ben.
 Massnahme in Arbeit
 Massnahme erledigt
 Massnahme abgesichert

22111

© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsverletzungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

BOSCH **HoW/CIP** D:\Eigene Dateien\laufend\Meister\Mitte\Bosch\Massnahmen Montage.doc 10.07.2000