

Lernbereich (LB)	9	Automatisierte mechatronische Systeme in Betrieb nehmen, in Stand halten und übergeben	160 h
Lernsituation (LS)	9.4	Regeln für die Analyse technischer Störungen	8 h
Fachtext zu UA	1	Fehlersuchstrategien	8 h

1.0 Instandhalten der Bearbeitungsstation

Die Bearbeitungsstation besteht aus mehreren Teilsystemen. Jedes Teilsystem hat verschiedene Eigenschaften, die bei den Instandhaltungsabläufen berücksichtigt werden müssen:

- **Abnutzungsverhalten**
- **Reparaturfreundlichkeit**
- **Ersatzteilverfügbarkeit**

Aus diesen Eigenschaften und den betrieblichen Anforderungen (z.B. max. zulässige Ausfallzeit) lassen sich verschiedene Instandhaltungsstrategien zuordnen (siehe LS 11.1). An der Bearbeitungsstation sind dies die

- **ereignisorientierte,**
- **zustandsabhängige und**
- **intervallabhängige Instandhaltung.**

Je nach gewählter Instandhaltungsstrategie sind in der Praxis unterschiedliche Arbeitsabläufe und Prozesse erforderlich.

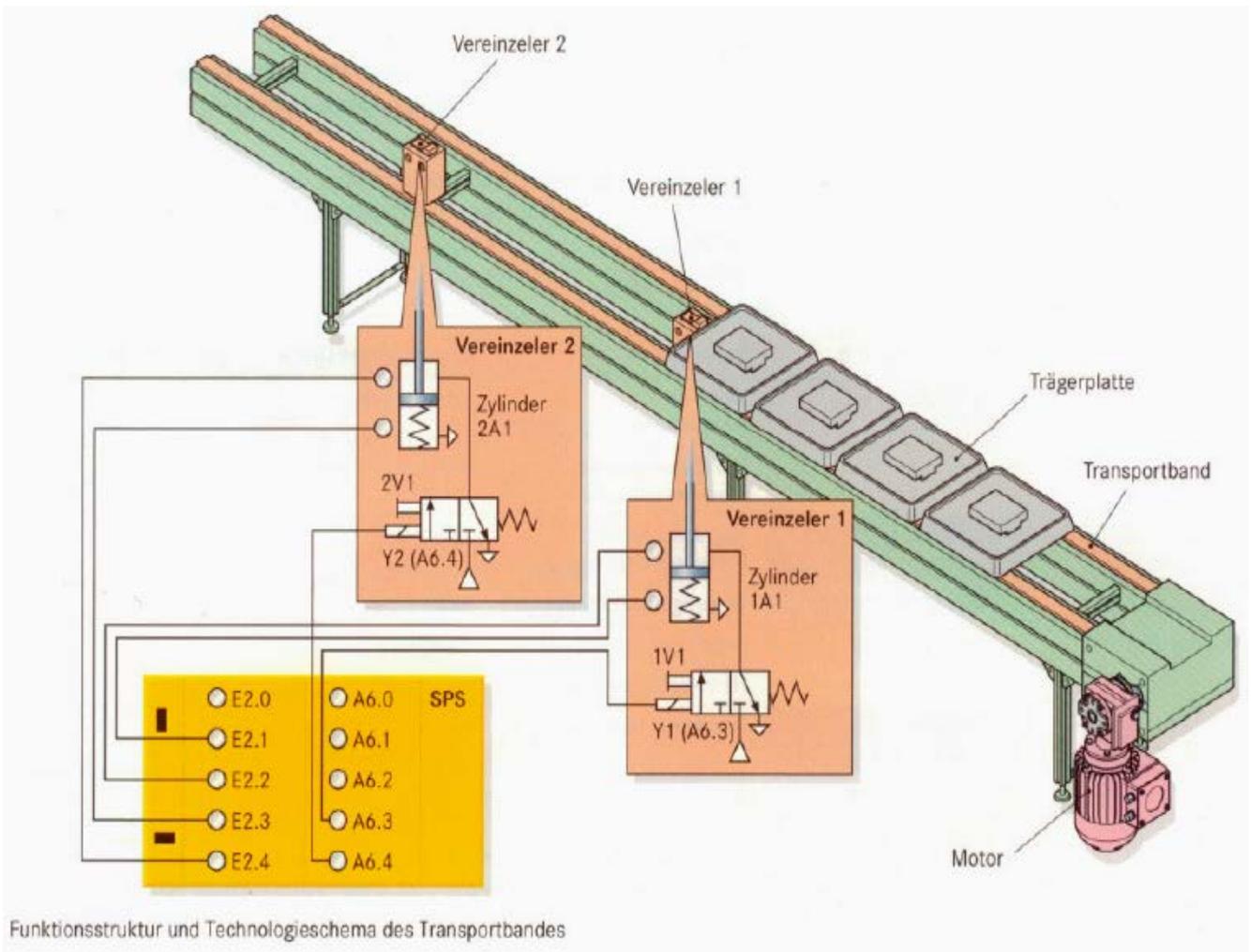
2.0 Fehlersuchstrategie am Beispiel einer ereignisorientierten Instandhaltung

Bei der ereignisorientierten Instandhaltung werden erst dann Maßnahmen erforderlich, wenn eine Komponente ihre Abnutzungsgrenze erreicht hat. Dies wird in der Regel durch eine Störung des Prozesses erkannt. An der Bearbeitungsstation stoppt plötzlich der automatische Bearbeitungsablauf.

Der Anlagenführer unterzieht die Anlage einer Sichtkontrolle, um festzustellen, ob er das aufgetretene Problem selbst lösen kann. Dabei stellt er fest, dass sich vor dem Schwenkarmroboter auf dem Transportband unbearbeitete Rohteile angestaut haben. Der Bandmotor läuft und der Vereinzeler vor dem Roboter steht in Sperrstellung. Weiterhin erkennt er am Steuerschrank eine anstehende Störmeldung des Transportbandes. Da er selbst die Fehlerursache nicht erkennt, fordert er eine Fachkraft an.

Der mit der Anlage vertraute **Automatisierungstechniker** analysiert zunächst deren IST- Zustand. Hierbei erkennt er, dass sich sowohl der Roboter als auch die Fräsmaschine in Grundstellung befinden und auf das Einfahren einer neuen Trägerplatte warten. Gleichzeitig stauen sich viele Trägerplatten vor dem ersten Vereinzeler. Daraus schließt er, dass die Störung im Zusammenhang mit dem Transportband bzw. dem Vereinzeler steht. Um die Fehlersuche möglichst effektiv zu gestalten, ist ein systematisches Vorgehen unerlässlich. Dies beinhaltet einerseits die Kenntnis über die Funktionsstruktur des Teilsystems. Andererseits sind die einzelnen Schnittstellen zwischen den Funktionseinheiten zu ermitteln (siehe Bild 1). Dazu werden die vorhandenen technischen Unterlagen verwendet.

Bild 1: Funktionsstruktur und Technologieschema des Transportbandes



Funktionsstruktur

Hierzu wird das Transportband in die folgenden Funktionseinheiten zerlegt:

- Antriebseinheit
- Arbeitseinheit
- Stütz- und Trageinheit
- Energieübertragungseinheit
- Steuerungseinheit
- Versorgungseinheit

Zwischen den einzelnen Funktionseinheiten sind die entsprechenden Schnittstellen zu ermitteln und darzustellen.

Schnittstellen

Eine Schnittstelle (Systemgrenze) befindet sich immer am Übergang unterschiedlicher Funktionseinheiten. Für jede Schnittstelle lässt sich die Funktion beschreiben. Weiterhin gehört zu jeder Schnittstelle eine physikalische Größe (siehe Tabelle). Da sich die Trägerplatten am Vereinzeler stauen, ist es nahe liegend, dort mit der Fehlersuche zu beginnen.

Funktionseinheit A	Funktionseinheit B	Schnittstelle	physikalische Größe	geprüft	Bemerkung
Getriebemotor (Antriebseinheit)	Transportband (Arbeitseinheit)	Welle (Kraftübertragungseinheit)	Drehmoment		
	Steuerung	Profibusanschluss am Frequenzumrichter	Spannung (Datenwort)		
	elektrische Energieversorgung	Netzanschluss am Frequenzumrichter	Spannung		
	Stütz- und Trageinheit	Befestigungsschrauben	Kraft		
Vereinzeler 1	Steuerung Ausgang A6.3	Anschluss Ventilspule	Spannung		
	Mensch	Hand-Betätigungsknopf	Kraft		
	pneumatische Energieversorgung	Druckluftanschluss	Druck		
	Steuerung Eingang E2.2	Anschluss oberer Näherungsschalter	Spannung		
	Steuerung Eingang E2.1	Anschluss unterer Näherungsschalter	Spannung		
usw.	usw.	usw.	usw.		

Dazu müssen die Schnittstellen des Vereinzellers definiert werden.

Bild 2: Funktionsstruktur und Schnittstellen des Vereinzellers

Schnittstellendefinition

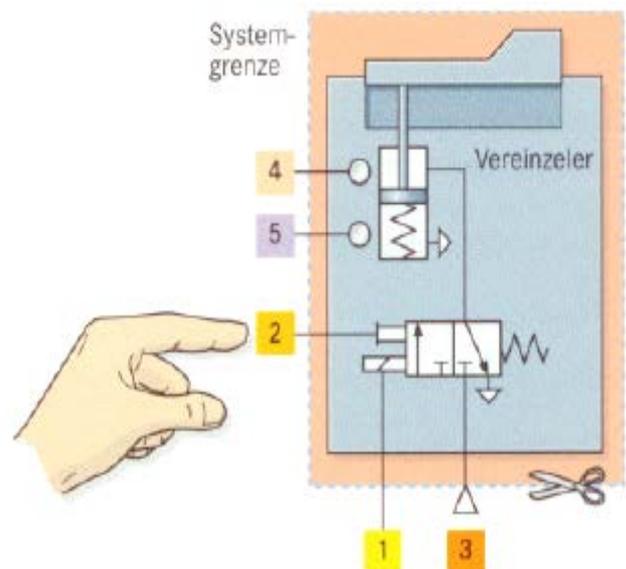
1 Die Auslösespule des Ventils ist über eine zweiadrige Leitung mit der Steuerung verbunden. Wenn die Spule nicht betätigt ist (Vereinzeler ausgefahren), liegt eine Spannung von 0 V zwischen den beiden Leitern. Bei betätigter Spule (Vereinzeler eingefahren) liegt hier eine Spannung von $U = 24\text{ V DC}$ an.

2 Das Ventil kann ebenfalls durch Handbetätigung geschaltet werden, wozu eine Kraft erforderlich ist.

3 Wenn das Ventil betätigt ist, wird mit Hilfe des Luftdruckes der Vereinzeler eingefahren.

4 Der ausgefahrene Zustand des Vereinzellers wird über den berührungslosen Näherungsschalter B1 an die Steuerung übertragen, der eine Gleichspannung von 24 V an den Eingang der SPS legt.

5 Gleiches gilt für die Überwachung des eingefahrenen Zustandes.



Anhand der Schnittstellendefinitionen lassen sich im folgenden Fehlersuchablauf alle Schnittstellen auf ihre Funktionsfähigkeit überprüfen.

Systematische Fehlersuche

Für die Fehlersuche und Überprüfung der Schnittstellen sind Messungen erforderlich. Das Ergebnis der Messungen wird in die Schnittstellentabelle eingetragen. Nach Abschluss der Instandsetzung wird diese mit dem Instandsetzungsbericht der Anlagendokumentation hinzugefügt. Im vorliegenden Fall darf die abgesperrte Anlage nur betreten werden, wenn diese zuvor stillgesetzt wurde. Hiermit werden ein unkontrollierter Anlauf und damit eine Personengefährdung vermieden. Da hierfür der Gang zum Steuerschrank erforderlich ist, bietet es sich an, dort mit der Überprüfung der Schnittstellen zu beginnen. Dies entspricht der **Vorwärtsstrategie** für Fehlersuchen.

Anlage sichern

Am Steuerschrank wird nun die Energiezufuhr für die einzelnen Antriebe unterbrochen und gegen Wiedereinschalten gesichert. Um die Schnittstellen prüfen zu können, wird die Steuerspannung für SPS, Sensoren und Kleinspannungsaktoren nicht abgeschaltet.

Fehlersuchstrategien

Prinzipiell lassen sich zwei Strategien nach ihrer Suchrichtung unterscheiden.

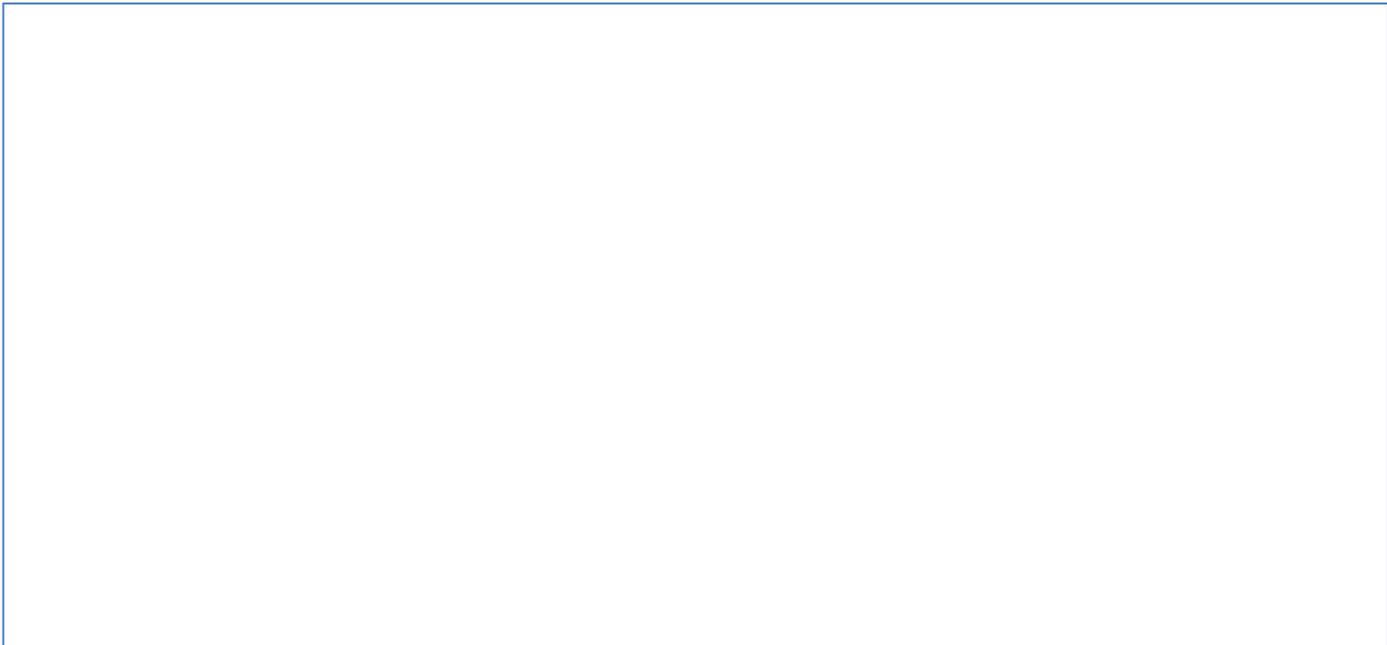
1. Vorwärtsstrategie

Es wird von **übergeordneten Systemen** zum **fehlerhaften Teilsystem** gesucht.
(Suche von Steuerung in Richtung Vereinzeler)

2. Rückwärtsstrategie

Es wird vom **fehlerhaften Teilsystem** zu **übergeordneten Systemen** gesucht.
(Suche von Vereinzeler in Richtung Steuerung)

Vorwärtsstrategie: Suche in Richtung Fehlfunktion
Rückwärtsstrategie: Suche von der Fehlfunktion weg



Die Suche lässt sich mit Hilfe von Fehlerbäumen bzw. Ereignis-Ablauf-Analysen (EAA) strukturieren. Je nach gewählter Suchstrategie wird der Fehlerbaum in unterschiedlicher Richtung abgearbeitet.

Schnittstellensignale prüfen

Die einzelnen Schnittstellen zwischen den Komponenten werden nun gemäß einer Ereignis Ablauf Analyse (EAA) nacheinander überprüft

Zuerst wird festgestellt, welchen Zustand die SPS am Ausgang hat. Sie zeigt durch eine LED an, dass der Ausgang für den Vereinzeler aktiv ist. Da diese Information der Vorgabe entspricht, wird anschließend die Spannung am SPS-Ausgang gemessen, um zu überprüfen, ob der angezeigte Zustand auch am Ausgang vorliegt. Es wird eine Spannung von $U = 24\text{ V DC}$ gemessen. Dieser Wert entspricht den Vorgaben.

Die nächste zu prüfende Schnittstelle ist der Anschluss der Steuerleitung an der Auslösespule des Ventils. Auch hier wird die gleiche Spannung wie am SPS-Ausgang gemessen, wodurch ein Fehler auf der Steuerleitung ausgeschlossen werden kann. Da die Verbindung von der Steuerung zum Vereinzeler in Ordnung ist, wird die nächste Schnittstelle getestet. Dies ist hier der Anschluss der Druckluftversorgung. Dazu wird das Ventil von Hand betätigt. Da sich der Vereinzeler nun senkt, ist sichergestellt, dass die Druckluftversorgung, das Ventil und die Mechanik des Vereinzellers korrekt funktionieren.

Nachdem nun alle in Frage kommenden Schnittstellen geprüft wurden und diese keine Auffälligkeiten zeigen, muss die Spule des Ventils im Vereinzeler defekt sein.

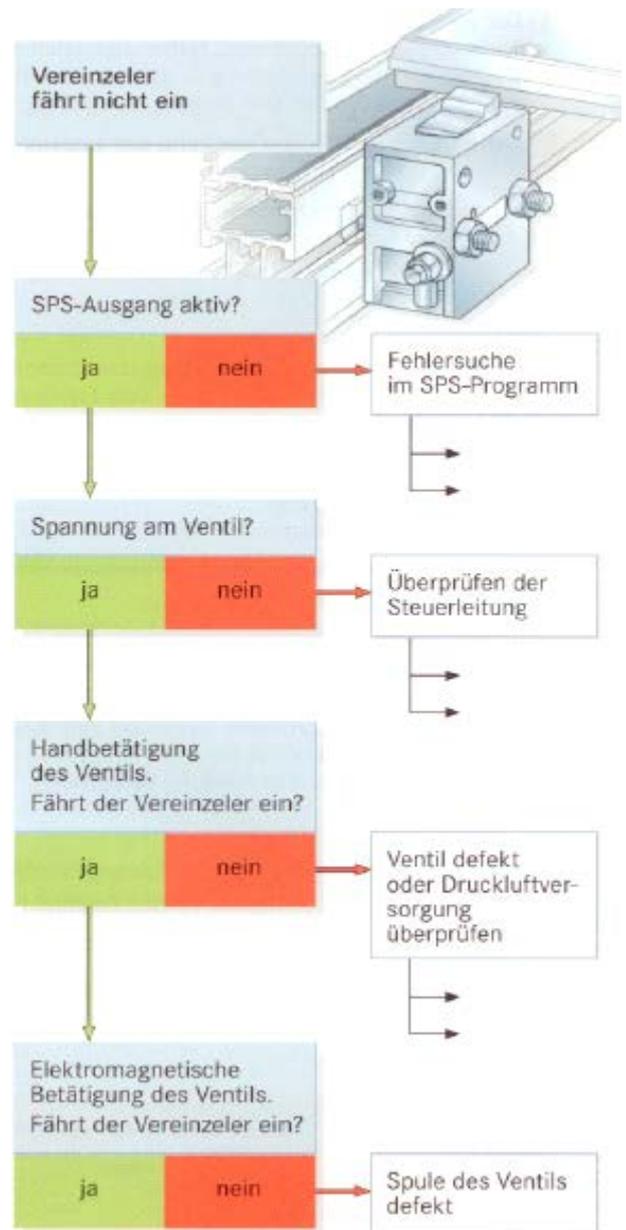
Fehlerbehebung

Nachdem die Fehlerquelle gefunden wurde, kann die Instandsetzung beginnen. Der Vereinzeler bildet eine Einheit und wird somit komplett ausgetauscht. Als Schnittstellen nach außen bestehen die mechanische Verbindung, sowie der elektrische und pneumatische Anschluss. Vor Beginn der Demontage sind Steuerspannung und Druckluftzufuhr abzuschalten. Anschließend können die elektrischen und pneumatischen Leitungen sowie die Befestigung an den Stütz- und Trageinheiten gelöst werden. Der Einbau des neuen Vereinzellers erfolgt in umgekehrter Reihenfolge zur Demontage.

Wiederinbetriebnahme

Mit Hilfe der Steuerung kann die Funktion des Vereinzellers getestet werden. Nach erfolgreichem Test sind an der Montagestelle alle Bauteile, Werkzeuge etc. zu entfernen. Sofern sich keine Person mehr im Gefahrenbereich der Anlage befindet, wird die Absperrung geschlossen und am Schaltschrank die Energiezufuhr für die elektrischen Antriebe wieder hergestellt. Abschließend kann die Störungsmeldung an der Steuerung quittiert werden und die Anlage nimmt ihren ordnungsgemäßen Betrieb wieder auf.

Bild 3: EAA



3.0 Dokumentation in der Störungskarte (Maschinenbuch/-karte)

Der Instandsetzungsprozess ist erst abgeschlossen, wenn die durchgeführten Arbeiten und gewonnenen Erfahrungen ausreichend dokumentiert wurden.

Hierzu gibt es betriebsspezifische Störungskarten, in denen die geforderten Informationen aufgelistet sind und eingetragen werden können (Bild 4).

- Wichtige Informationen sind:**
- Datum, Uhrzeit,
 - Fehlereintritts-Zeitpunkt,
 - Stillstandsdauer,
 - Störung,
 - Ursache,
 - Fehlerart,
 - beteiligte Personen,
 - durchgeführte Maßnahme,
 - benötigte Ersatzteile.

Um nicht alle Informationen ausführlich eintragen zu müssen, können vorgegebene Abkürzungen verwendet werden. Dies kann wie in Bild 3, z.B. der **Fehlerindex** sein.

Dieser Fehlerindex bietet einen ersten Ansatz für das Lokalisieren der Fehlerquelle.

Diese Informationen werden mit Hilfe von Instandhaltungssoftware ausgewertet. Weicht das Verhalten der Anlage wiederholt von den bisher getroffenen Annahmen und Erfahrungen ab, sollte die Instandhaltungsstrategie angepasst werden.

MASCHINENSTÖRUNGSLISTE: Bearbeitungsstation						
Lfd.-Nr.	Datum Uhrzeit	Störung	Ursache	Fehler- index	behooben durch	Maßnahme
1	06.03.2002 10.45	Spannzylinder fährt nicht aus	Druckbegrenzungsventil defekt	H	H. Kaese (Instandhaltung)	Ventil gewechselt, Maschinenbediener H. Decker unterwiesen
2	07.03.2002 16.46	Fräser ausgebrochen	Fräser ausgeglüht	M	H. Decker (Bediener)	Fräser ausgetauscht
3	07.03.2002 22.50	Spannzylinder fährt aus, obwohl kein Werkstück bereitliegt	Sensor Werkstückabfrage verschmutzt	E	H. Dzieia (Instandhaltung)	Sensor gereinigt
4	08.03.2002 9.30	Fräser ausgebrochen	Fräser ausgeglüht	M	H. Decker (Bediener)	Fräser ausgetauscht
5	08.03.2002 13.40	QS: Kreistasche nicht in Toleranz und mit vorgeschriebener Rautiefe	Fräser stumpf	M	H. Decker (Bediener)	Fräser ausgetauscht
6	08.03.2002 14.41	Fräser ausgebrochen	Drossel für Kühlwasserzufuhr verstellt	B	H. Kirschberg (Instandhaltung)	Drossel neu eingestellt, Maschinenbediener und Vorgesetzten unterwiesen
7	09.03.2002 20.40	Greifzylinder fährt nicht aus	Zuluftschauch geknickt	P	H. Kaese (Instandhaltung)	Schlauch gewechselt
8	12.03.2002 10.50	Vereinzelner 2 fährt ein, obwohl kein Werkstück bereitliegt	Lichtschanke, Werkstückabfrage dejustiert	M	H. Schmid (Instandhaltung)	Lichtschanke justiert
9	20.03.2002 10.00	Anlage bleibt plötzlich stehen	Leitungsbruch bei AUS-Schalter	E	H. Jagla (Instandhaltung)	Leitung ausgetauscht
10	03.04.2002 10.52	Geräusentwicklung Antrieb Transportband	Lager Umlenkstation defekt	W	H. Seefelder (Instandhaltung)	Lager ausgetauscht
11	12.04.2002 10.53	Anlage lässt sich nicht starten	Druckabfall in Pneumatik, Wartungseinheit verschmutzt	P	H. Kaese (Instandhaltung)	Wartungseinheit gereinigt, Leitungssystem überprüft
12	05.05.2002 11.33	Anlage steht, Trägerplattenstau, Vereinzelner 1				

Fehlerindex:	A = Arbeitsergebnis falsch	H = Hydraulischer Fehler
	M = Mechanischer Fehler	P = Pneumatischer Fehler
	E = Elektrischer Fehler	B = Bedienerfehler

In dem Arbeitsauftrag geht es darum, das Gelernte aus dem Fachtext anzuwenden und zu vertiefen.

1. Die Bearbeitungsstation besteht aus mehreren Teilsystemen. Zählen Sie die verschiedenen prinzipiellen Eigenschaften der Teilsysteme auf, die bei den Instandhaltungsabläufen berücksichtigt werden müssen.

2. Welche Instandhaltungsstrategien lassen sich unter anderem aus diesen Eigenschaften (aus Punkt 1.) herleiten?

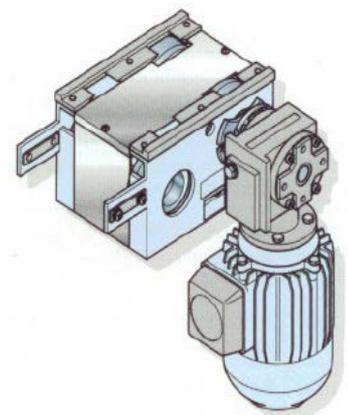
3. Geben Sie (siehe Punkt 2.) noch weitere Punkte und Beispiele an welche die Auswahl der Instandhaltungsstrategie beeinflussen können.

4. Erläutern Sie unterschiedliche Fehlersuchstrategien.

Vorwärtsstrategie

Rückwärtsstrategie

5. Sie werden wegen einer Störung an die Bearbeitungsstation gerufen. Das Transportband steht, es ist eine Transportschale auf dem Band und die Meldeleuchte "Transportband gestört" blinkt. Wie gehen Sie prinzipiell bei der Fehlersuche vor?



6. Welche Angaben gehören in die Störungsdokumentation?

7. Gegeben ist das Ablaufdiagramm bei einer Instandhaltung (Fehlerbehebung). Beschreiben Sie aus Ihrer Sicht stichpunktartig jeden Punkt.

	Störfallmeldung
	Überblick anhand technischer Unterlagen verschaffen
	IST-Zustand der Anlage analysieren
	Fehler eingrenzen (Funktionsstruktur, Schnittstellen)
	Fehlersuchstrategie festlegen
	Fehler suchen (Ereignis-Ablauf-Analyse)
	Fehler beheben
	Anlage wieder in Betrieb nehmen
	Instandsetzungsmaßnahmen dokumentieren (Störungskarte/Maschinenkarte)
	Anlage an Betrieb übergeben
	Störungsdokumentation auswerten

Viel Spaß!