

# MARLA

Masters of Malfunction



## Lernheft für Auszubildende

### Autorinnen

Iken Draeger

Nadine Matthes

Dr. Pia Spangenberg



#1 Schritt für Schritt zur Fehlerlösung (35 min)

#2 Suchraum festlegen (15 min)

#3 Hypothesen aufstellen, bewerten und überprüfen (25 min)



#4 Fehlerdiagnose im Ausbildungsbetrieb (45 min)

#5 Fehlerdiagnose am realen Objekt (60 min)

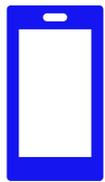
#6 Handwerker\*innenvideos (120 min)



# Hallo und Glückwunsch!

Sie haben es geschafft. Die Rotoren haben wieder Fahrt aufgenommen, der „**Brake pressure sensor error 228**“ ist behoben. Und Sie haben sich zusammengefunden, um nun an Land weiterzumachen. Teamwork ist jetzt gefragt. Diskutieren Sie in der Gruppe und suchen Sie gemeinsam nach Lösungen. So wie im Beruf.

Sie brauchen dazu...



Oder



+



+



... und dieses Heft.



Das Lernheft ist unter der Creative Commons Lizenz „[CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)“ veröffentlicht und darf für nicht-kommerzielle Zwecke verändert, angepasst und geteilt werden. Als Urheber bitte angeben: Wissenschaftsladen Bonn, Technische Universität Berlin / MARLA-Projekt

10  
min

## CONCEPT MAP

### Begriffslandschaft zur Fehlerdiagnose

Was haben Sie im Spiel unternommen, um den Fehler im hydraulischen Bremssystem der Offshore-Anlage zu finden und zu beheben?

1. Fertigen Sie hier zur Illustration Ihres Vorgehens bei der Fehlerdiagnose eine *Concept Map* an. Eine *Concept Map* ist eine Begriffslandschaft mit Wörtern, die über Pfeile oder andere Symbole zu einem Wörterbild verbunden werden.



15  
min

## ERFAHRUNGEN AUSTAUSCHEN

### Was sind die 8 Schritte der Fehlerdiagnose?

Im Spiel wurden Sie von einer virtuellen Kollegin systematisch Schritt für Schritt durch die Fehlerdiagnose geleitet.

1. Welche Tätigkeiten sind Ihnen auf der Offshore-Anlage leicht bzw. schwer gefallen? Notieren Sie diese in der Tabelle.
2. Tauschen Sie sich entlang der Notizen über Ihre Spielerfahrungen aus: Welche Handlungsschritte haben Ihnen Probleme bereitet? Woran lag das? Wie haben Sie die Situation schließlich gemeistert?

Ist mir leichtgefallen	Ist mir schwergefallen

10  
min

## SCREENSHOTS SORTIEREN

### Drag & Drop

Über die App bekommen Sie Screenshots zu den einzelnen Arbeitsschritten auf der virtuellen Offshore-Anlage eingespielt.

1. Scannen Sie den QR-Code ein und ordnen Sie die Screenshots den entsprechenden Schritten zu.
3. Notieren Sie hier die 8 Schritte in der richtigen Reihenfolge.



1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_

  
**8 Schritte der Fehlerdiagnose**



Hier können Sie Ihre Lösung überprüfen.

## #2 Suchraum festlegen

10  
min

### SUCHRAUM EINGRENZEN

#### Richtig oder falsch?

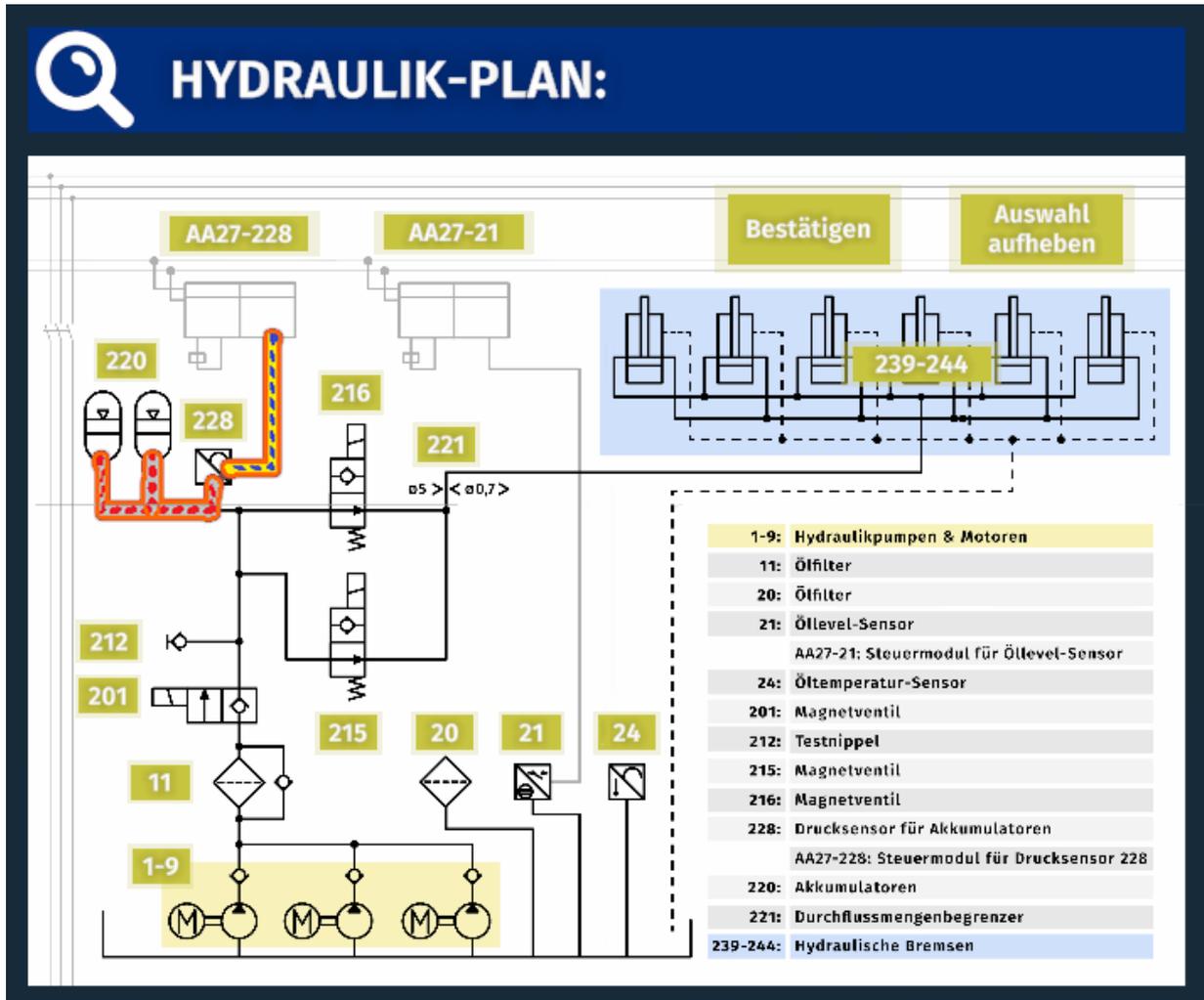
Mithilfe des HMI (*Human Machine Interface*), des Miniaturmodells der Windenergieanlage und des Hydraulikplans konnten Sie im Spiel möglicherweise betroffene Bauteile identifizieren.

1. Welche Schlussfolgerungen ließen sich daraus für die Eingrenzung des Suchraums ableiten? Kreuzen Sie die richtigen Aussagen unter den jeweiligen Tools an.



#### Welche Informationen sind dem HMI zu entnehmen?

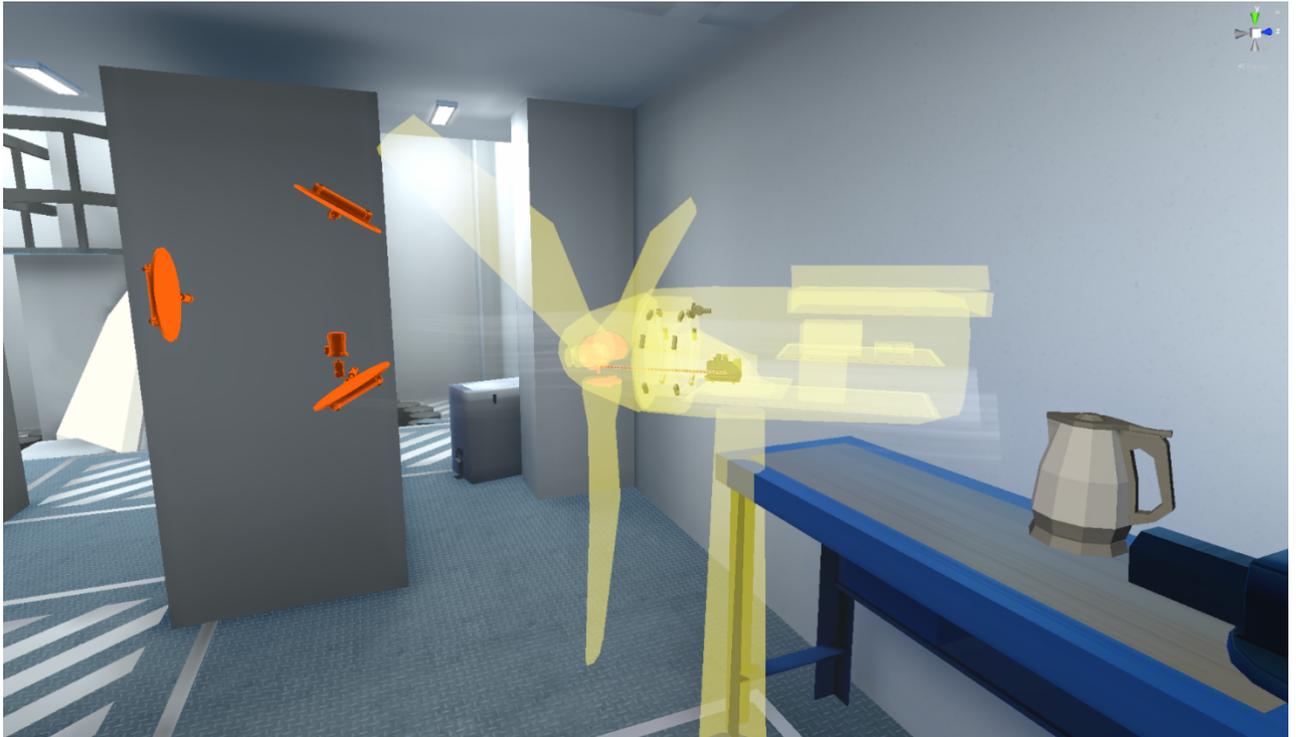
- Im HMI kann man sich alle fehlerhaften Bauteile anzeigen lassen.
- Die Fehlermeldung „*Brake pressure sensor error 228*“ sagt aus, dass der Fehler im hydraulischen Bremssystem der Windenergieanlage zu lokalisieren ist.
- Der Sensor 228 meldet einen Fehler.
- Um den Suchraum einzugrenzen, drückt man „*Manual Start*“.
- Es laufen drei Motoren, um den Druckverlust, der gemeldet wird, auszugleichen.



**Welche Informationen liefert der Hydraulikplan?**

- Der Sensor 228 überwacht das gesamte hydraulische Bremssystem der Windenergieanlage.
- Zum Sensor 228 gehört ein Steuermodul.
- Als fehlerhafte Bauteile kommen der Sensor 228, das Steuermodul des Sensors und die beiden Akkumulatoren 220 in Frage.
- Neben dem Sensor 228 und den beiden Akkumulatoren 220 könnten auch die mit Druck versorgten Bremsen 239-244 beschädigt sein.
- Die druckerzeugenden Motoren 1-9 könnten ebenfalls betroffen sein.
- Der Sensor 228 ist für die Überwachung der beiden Akkumulatoren zuständig.
- Für jedes Bauteil im hydraulischen Bremssystem gibt es einen eigenen Sensor, der das Bauteil überwacht.

## #2 Suchraum festlegen



### Welche Aussagen zum diesem Miniaturmodell der Windenergieanlage stimmen?

- Das Miniaturmodell gibt Auskunft dazu, welche Teilsysteme zum hydraulischen Bremssystem gehören: hydraulische Blattverstellung, hydraulische Scheibenbremsen und Rotorlock.
- Akkumulatoren, Motoren und Hydraulikleitungen sind Bauteile des hydraulischen Bremssystems.
- Um zu wissen, was die Aufgabe der Akkumulatoren ist, hilft es, die Funktionszusammenhänge im hydraulischen Bremssystem zu kennen.
- Die Funktionszusammenhänge des hydraulischen Systems zu kennen, hilft beim Lesen des Hydraulikplans.



Hier können  
Sie Ihre Lösung  
überprüfen.

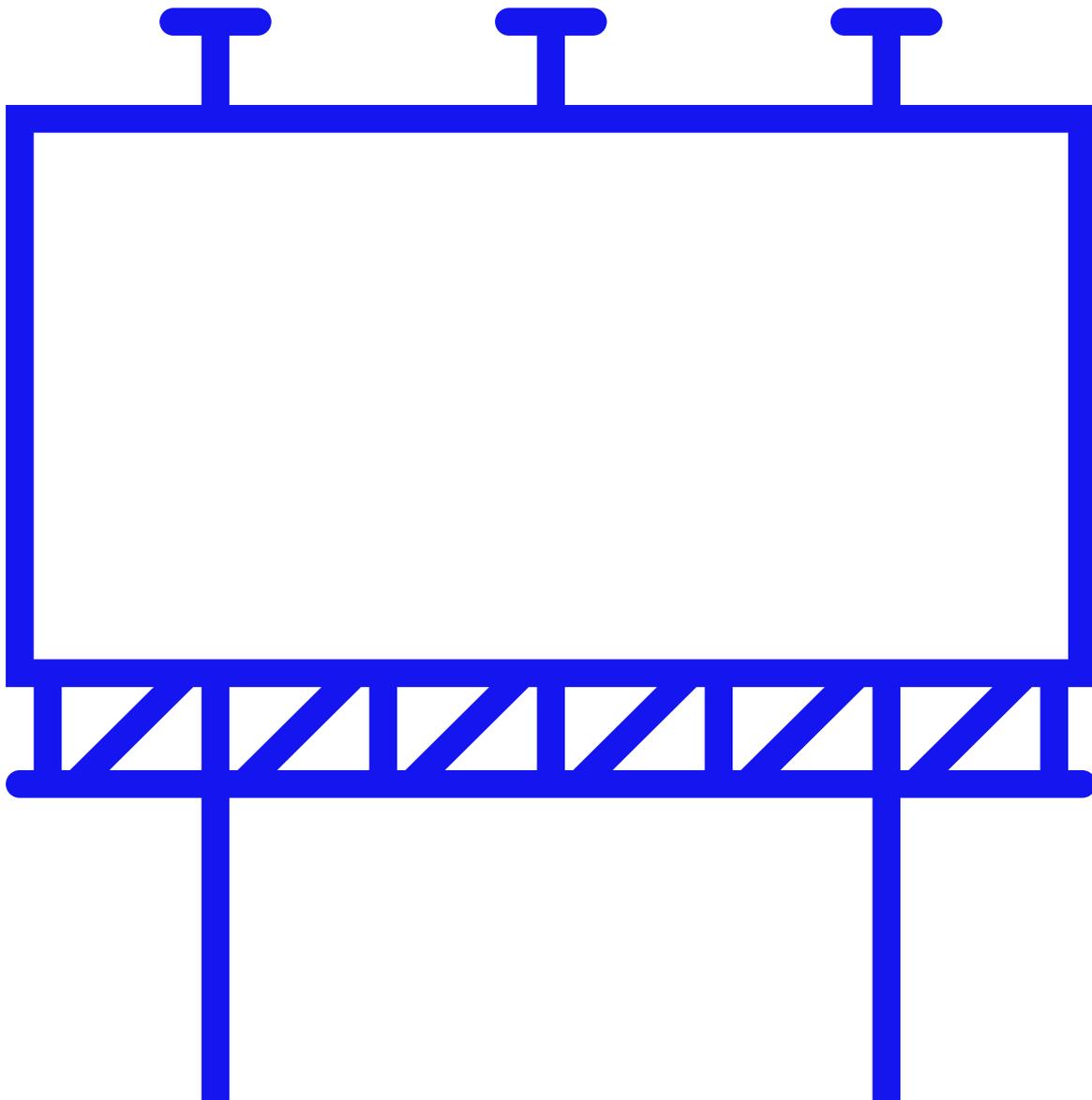


## HILFSMITTEL FÜR DIE FEHLERDIAGNOSE

### HMI, Hydraulikplan und Co

Bei der Fehlerdiagnose auf der Offshore-Anlage konnten Sie u.a. auf das HMI und den Hydraulikplan zurückgreifen, um den Suchraum einzugrenzen (Schritt 3 der Fehlerdiagnose). Wie sieht es in anderen beruflichen Handlungssituationen aus? Welche Informationsquellen kennen und nutzen Sie in Ihrem Ausbildungsbetrieb für die Fehlerdiagnose?

1. Notieren Sie alle Informationsquellen, die Ihnen einfallen, auf der Leinwand.



Hier können  
Sie Ihre Lösung  
überprüfen.

15  
min

## BAUTEILE UND FEHLERURSACHEN

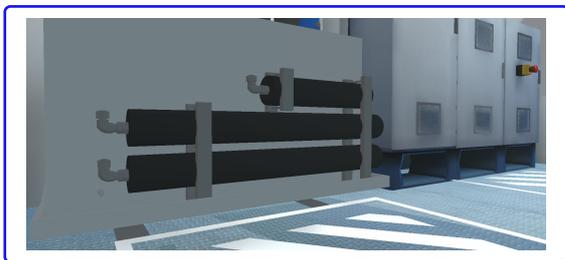


### Realitätscheck im Memory

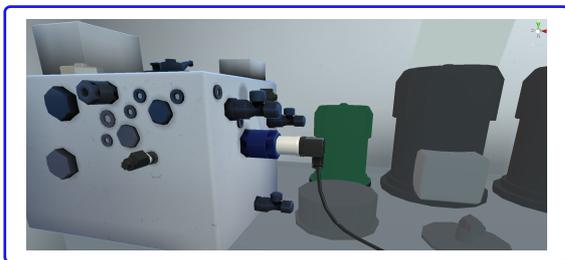
Diese vier Bauteile konnten im Spiel überprüft werden, um die Fehlerursache zu finden. Aber wie sehen sie in echt aus?

1. Scannen Sie den QR-Code ein und suchen Sie die passenden Fotos zu den virtuellen Bauteilen. Dabei werden Ihnen auch noch einmal die jeweiligen Funktionen der Bauteile angesagt.
2. Tragen Sie dann in der Gruppe die sieben möglichen Fehlerursachen zusammen. Schreiben Sie diese hier zu den entsprechenden Bauteilen.

#### Akkumulator



#### Sensor



#### Steuerungsmodul



#### Kabel zwischen Sensor und Steuerungsmodul



Hier können Sie Ihre Lösung überprüfen. Dafür müssen Sie noch einmal sortieren.



min

## HYPOTHESEN AUFSTELLEN, BEWERTEN UND ÜBERPRÜFEN

### Was zuerst überprüfen?

Der Entscheidung, in welcher Reihenfolge mögliche Fehlerursachen überprüft werden sollen, liegen verschiedene Gedankengänge zugrunde. Ihre Aufgabe ist es nun, die hier aufgeführten Gedankengänge auf Plausibilität zu überprüfen.

1. Setzen Sie ein Häkchen neben den Denkblasen, die Ihnen schlüssig erscheinen.

Lose Kabel können schon mal vorkommen, wenn man beim Einbauen nicht sorgfältig arbeitet.

Sensoren sind sehr fehleranfällig, deshalb sind wohl so viele auf Lager.

Die Leitzentrale schwört auf die lange Haltbarkeit von Steuerungsmodulen.

Einen kaputten Akkumulator zu tauschen ist aufwendig, dafür müsste ich erst den Hydraulikkreislauf druckfrei machen.



Drucksensoren sind schnell zu überprüfen, einfach ausbauen und mit dem Multimeter ausmessen.

Ein Kabelbruch im Signalkabel zwischen Steuerungsmodul und Sensor kommt nicht so häufig vor, da das Kabel unter den Bodenplatten verlegt ist.

Schraubverbindungen in Hydraulikkreisläufen festziehen, ist eine extreme Herausforderung.

Drucksensoren müssen im eingebauten Zustand ausgemessen werden und ich brauche eine Messkurve, um den korrekten Messwert bestimmen zu können. Das ist aufwendig.



Hier können Sie Ihre Lösung überprüfen.

## 5 Kriterien für die Hypothesenbewertung



### Worträtsel mit Merksatz

Für die Bewertung der Hypothesen, also die Festlegung, in welcher Reihenfolge die möglichen Fehlerursachen überprüft werden sollen, sind zwei Kriterien zu betrachten. Im Spiel haben Sie die Hypothesen in einer Liste nach diesen beiden Kriterien sortiert. Und auch aus den Gedankengängen können Sie die Kriterien herauslesen. Welche sind das?

1. Lösen Sie das Worträtsel, indem Sie die beiden Begriffe umkreisen.
2. Vervollständigen Sie den Merksatz.

V	E	C	L	X	Y	Z	W	T	T	I	J	J	P	L	E	C	G
K	J	S	Y	J	O	W	A	R	H	M	U	N	N	H	C	F	C
Y	Z	U	M	Z	W	E	H	D	U	D	R	Q	E	T	S	H	B
G	P	X	E	U	B	L	R	S	Z	V	H	E	H	T	F	W	W
X	C	O	W	V	W	C	S	A	S	H	M	B	J	W	L	Q	X
O	R	O	P	N	Y	X	C	W	H	E	E	P	M	L	K	E	E
R	N	U	L	F	X	U	H	H	Q	Y	I	X	Y	R	V	B	L
P	Q	R	W	S	L	W	E	I	C	Y	X	O	R	O	M	S	N
N	B	R	U	I	N	Q	I	B	H	E	A	F	R	Q	P	L	T
I	S	I	B	M	X	X	N	L	P	H	U	P	N	P	O	Q	I
F	V	Q	T	R	O	E	L	J	T	R	F	N	D	O	M	Y	E
M	Y	I	Q	Y	X	L	I	B	P	F	W	V	U	C	C	C	U
L	A	P	R	I	B	J	C	J	M	E	A	K	X	P	H	K	Y
O	U	A	R	O	Y	Z	H	H	M	E	N	U	T	V	F	F	U
B	D	W	D	P	Y	K	K	D	H	I	D	L	N	J	W	H	T
J	K	E	T	U	S	Y	E	Z	Z	R	C	Z	T	X	Q	T	T
L	U	V	P	E	N	F	I	Q	H	M	H	D	P	S	S	C	O
K	A	I	D	M	Y	K	T	Q	L	O	T	V	Q	E	V	A	O

Bei der Hypothesenbewertung gilt es, den \_\_\_\_\_ für die Überprüfung und die \_\_\_\_\_ des Auftretens der vermuteten Fehlerursachen abzuschätzen, bevor man mit der Überprüfung beginnt. So kommt man schneller zum Ziel.



## Fehlerdiagnose im Ausbildungsbetrieb

### Scribbles anfertigen

Fehlerdiagnose gehört zum Alltag in technischen Berufen, denn bewegliche Bauteile sind Belastungen ausgesetzt. Je komplexer das technische System, desto schwieriger gestaltet sich auch die Fehlersuche.

1. Berichten Sie sich gegenseitig, mit welchen technischen Fehlern Sie während der Ausbildung bereits konfrontiert waren, wie Sie bei der Fehlerdiagnose vorgegangen sind und welche Schwierigkeiten dabei aufgetreten sind.
2. Wählen Sie aus den eigenen Beispielen eins aus und beschreiben Sie exakt ihr Vorgehen, Schritt für Schritt – vom Auftreten der Störung bis zur Behebung des Fehlers. Vergessen Sie dabei nicht, auch Ihre Vermutungen zu Fehlerursache zu visualisieren. Zeichnen Sie Ihr Vorgehen in Form eines *Scribbles* auf. Ein *Scribble* ist ein Kritzelbild mit Zeichnungen, Begriffen und Symbolen, das nicht schön, dafür aber verständlich sein muss.



### Scribbles auswerten

Nutzen Sie für die Auswertung untenstehende Fragen und notieren Sie die wichtigsten Ergebnisse in den Kästen.

1. Präsentieren Sie reihum Ihre Scribbles und gleichen Sie jeweils im Anschluss Ihr Vorgehen im Ausbildungsbetrieb mit den 8 Schritten der Fehlerdiagnose ab, die auf der virtuellen Offshore-Anlage zu durchlaufen waren.
2. Sammeln Sie gemeinsam Optimierungsmöglichkeiten für Ihre berufliche Praxis und notieren Sie hier die Ergebnisse.

### FEHLERDIAGNOSE IN 8 SCHRITTEN

1. Störung wahrnehmen
2. IST-Zustand erfassen
3. Suchraum eingrenzen
4. Hypothesen aufstellen und bewerten
5. Hypothesen überprüfen
6. Instandsetzen
7. Wiederinbetriebnahme
8. Fehlerdokumentation ausfüllen

Welche Schritte haben Sie ausgelassen?

Warum?

Vorschläge zur Optimierung des eigenen Vorgehens



## HANDLUNGSLEITFADEN ZUR FEHLERDIAGNOSE

### Jetzt wird es praktisch!

Auf dem Tisch finden Sie ein technisches Gerät mit einem eingebauten Funktionsfehler. Um es wieder zum Laufen zu bringen, sollen Sie an diesem Gerät nun eine Fehlerdiagnose durchführen.

1. Folgen Sie dem Handlungsleitfaden und dokumentieren Sie darin jeden einzelnen Arbeitsschritt, indem Sie die fett gedruckten Fragen beantworten. Später können Sie dazu noch ein Handwerker\*innenvideo drehen.

### Schritt 1: Störung wahrnehmen

**Welcher Fehler liegt vor?** Funktionsausfall kurz beschreiben

### Schritt 2: IST Zustand erfassen

**Gibt es Auffälligkeiten am Gerät bzw. an der Anlage? Wie ist der Gesamtzustand?**

Sichtprüfung (sehen, hören, riechen, tasten), Leuchtmelder/Leuchttaster erfassen (falls vorhanden), HMI oder anderes Fernmeldesystem auslesen (falls vorhanden)

### Schritt 3: Suchraum eingrenzen

**Welche Bauteile stehen mit dem Fehler in Verbindung?** Hilfsmittel nutzen (siehe vorne im Heft)

Hardware- oder Softwarefehler? Elektronik oder Mechanik betroffen?

Weitere Infos sammeln (z.B. Austausch im Team)

#### Schritt 4: Hypothesen aufstellen und bewerten

**Was könnte an den Bauteilen defekt sein, damit dieser Fehler auftritt?**

- a) Mögliche Fehlerursachen identifizieren und Hypothesen formulieren
- b) Hypothesen nach Aufwand und Wahrscheinlichkeit bewerten, Reihenfolge für Überprüfung festlegen

#### Schritt 5: Hypothesen überprüfen

**Was ist zu tun, um die Fehlerursache festzustellen?**

Hypothesen der Reihenfolge nach überprüfen, um Fehlerursache zu identifizieren  
Messgeräte, Werkzeuge etc. organisieren

#### Schritt 6: Instandsetzen

**Wie kann der Fehler behoben, fehlerhafte Bauteile repariert werden?**

Werkzeuge und Ersatzteile besorgen, ggf. Unterstützung organisieren

### Schritt 7: Wiederinbetriebnahme

**Läuft das Gerät bzw. die Anlage wieder normal? Was ist bei der Wiederinbetriebnahme zu beachten?**

Aspekte der Arbeitssicherheit, Betriebsparameter prüfen

### Schritt 8: Fehlerdokumentation ausfüllen

**Bitte ausfüllen!**

- a) Datum und Uhrzeit: Wann ist der Fehler aufgetreten?
- b) Name der Fachkraft, die den Fehler behoben hat: Wer hat das Gerät bzw. die Anlage instandgesetzt?
- c) Fehlercode: Wie lautete die Fehlermeldung?
- d) Ersatzteile: Welche Bauteile wurden getauscht?

Geschafft! Herzlichen Glückwunsch.

120  
⌚  
min

## HANDWERKER\*INNENVIDEOS

### Heute erkläre ich euch mal...

Sicher kennen Sie die Handwerker\*innenvideos auf YouTube, wo Leute aus der Praxis ihr Wissen weitergeben. Ein solches Video dürfen Sie jetzt drehen. Im Mittelpunkt soll der Fehlerdiagnoseprozess stehen. Welches Gerät oder welche Maschine Sie wählen, ist Ihnen überlassen, ebenso der Fehler selbst. Sie können auch einfach das Objekt nehmen, das Sie gerade repariert haben.

1. Drehen Sie ein Handwerkervideo! Demonstrieren Sie im Detail und so anschaulich wie möglich, wie Sie Schritt für Schritt vorgegangen sind, um den technischen Fehler zu lokalisieren und zu beheben. Orientieren Sie sich an den unten genannten Kriterien und verwenden Sie den Handlungsleitfaden zur Fehlerdiagnose, um keinen Schritt zu vergessen. Das Video sollte 3-5 min lang sein.
2. Zeigen Sie sich im Anschluss gegenseitig Ihre Videos und werten Sie die Beiträge anhand der Kriterien aus.
3. Wenn alle einverstanden und die Bildrechte geklärt sind, stellen Sie Ihr Video auf YouTube, so dass andere von Ihren Erfahrungen profitieren können. Vielleicht legen Sie einen gemeinsamen Channel an.

#### KRITERIEN

- ✓ Zentrale Botschaft: Ein systematisches Vorgehen bei der Fehlerdiagnose macht Sinn, denn es spart Zeit!
- ✓ Vorgehen in 8 Schritten wird anschaulich erklärt
- ✓ Video ist ansprechend umgesetzt
- ✓ Zuschauer\*innen werden motiviert, ähnliche Reparaturen selbst durchzuführen

#### TIPPS FÜR DEN VIDEODREH

- ✓ Verwenden Sie dafür ein Smartphone
- ✓ Besprechen Sie vorher, wer vor und wer hinter der Kamera auftritt
- ✓ Schreiben Sie ein kurzes Drehbuch mit Sprechtext und Bildern für jede Szene
- ✓ Entscheiden Sie, ob Sie am Stück drehen oder später schneiden wollen
- ✓ Kostenlose Schnittprogramme gibt es auch fürs Smartphone

## MEINE ZENTRALEN ERKENNTNISSE SIND...

Was nehmen Sie für Ihre berufliche Praxis mit? Was wollen Sie zukünftig bei der Fehlerdiagnose beachten?

