

Bericht
Prüfkonzepte Magnetventile und
Mischer



Juni 2020

1 Abstract

In diesem Bericht werden stichpunktartig Prüfkonzepete beschrieben, welche bei der Identifizierung von Fehlfunktionen der Magnetventile und des Mischers helfen.

2 Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1 - Maßnahmen Dosierventil.....	6
Tabelle 2 - Maßnahmen Drossel/Düse	8
Tabelle 3 - Maßnahmen Mischer	8
Tabelle 4 - Maßnahmen Temperatursensor	9
Tabelle 5 - Maßnahmen Drucksensor.....	11
Tabelle 6 - Maßnahmen Magnetventile.....	11

3 Inhaltsverzeichnis

1 Abstract	2
2 Abbildungsverzeichnis	3
3 Inhaltsverzeichnis	4
4 Aufgabenstellung	5
5 Prüfungskonzepte	5
5.1 Dosierventil	6
5.2 Drossel/Düse	8
5.3 Mischer	8
5.4 Temperatursensor	9
5.5 Drucksensor	10
5.6 Magnetventile	11
6 Zusammenfassung	15
7 Literaturverzeichnis	16

4 Aufgabenstellung

Zugrunde liegt der Statusbericht und der Hydraulikplan einer sich noch in der Entwicklung befindlichen Siebträger-Espressomaschine, sowie Datenblätter der verwendeten Bauteile. Mit der Maschine soll es möglich sein, den Geschmack des hergestellten Kaffees durch die Änderung von Wassertemperatur, Durchflussrate und Zeitspanne der ersten Benetzung des Kaffeemehls mit Wasser, technisch zu beeinflussen. Damit ist es auch möglich verschieden, auf dem Markt befindliche Siebträger-Espressomaschinen abzubilden.

Die Maschine soll später in unterschiedlichen Modellen umgesetzt werden. Dieser Bericht behandelt den Aufbau und die Funktion des labortechnischen Prototyps und der hydraulisch gleich aufgebauten 'Home' Variante.

Ziel ist es, Prüfkonzepte zu entwickeln, die als Anleitung dienen, um Tests nach dem Ausschlussprinzip durchzuführen. Zuerst muss der Fehlertyp erkannt werden, oder ausgeschlossen werden kann.

5 Prüfkonzepte

Die Maßnahmen für die verschiedenen Fehlermöglichkeiten der einzelnen Bauteile werden im Folgenden tabellarisch aufgeführt. Umfangreichere Prüfkonzepte werden in einem eigenen Abschnitt beschrieben.

Für die Prüfkonzepte wird ein vollständiger Aufbau der Maschine vorausgesetzt.

Übergeordnet kann eine allgemeine Prüfung der Versorgungsspannung definiert werden, die an den entsprechenden Bauteilen für die jeweilige Sollspannung durchgeführt wird.

Prüfung: Versorgungsspannung/Referenzspannung

Merkmal: Versorgungsspannung (Gleichspannung DC/ Wechselfspannung AC in Volt)
Merkmalswert: 24V AC / 24V DC / 5V DC

Beschreibung:

Multimetermessung der Versorgungsspannung/Referenzspannung

Ablauf:

1. Multimeter an Stromanschluss des Bauteils anklemmen
2. Stromversorgung einschalten

Ermittelbare Merkmale:

Spannungen von Multimeter gemessen

Wenn Spannung = Sollwert

→ in Ordnung

Ebenso kann eine Durchflussmessung definiert werden, welche durchgeführt werden kann, um die Baugruppe Mischer auf Durchflussminderungen durch Verschmutzungen, oder unpassende KV-Werte zu prüfen.

Prüfung: Durchflussmessung

Merkmal: Volumenstrom

Beschreibung: Durchflussmessung bei Durchströmung des Mischers

Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Dosierventil öffnen
3. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)
4. Kaffeebezug und Schmutzwasserüberlauf öffnen (öffnen Magnetventile Y06 und Y10)

Ermittelbare Merkmale:

Durchflussmessung (Volumenstrom bei PWM = 25% versuchstechnisch zu ermitteln)

Wenn Messung gleich Volumenstrom bei PWM=25% $\pm 10\%$

→ keine Durchflussminderung

5.1 Dosierventil

Bauteil	Möglichkeit	Maßnahme
Dosierventil	keine Funktion: Falsche Beschaltung (Basisplatine)	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	Fehlfunktion: Anschluss Kabelpole vertauscht	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	Fehlfunktion: Kabelisolierung beschädigt	Widerstandsmessung mit Multimeter; wenn R=0 --> beschädigt
	Fehlfunktion: falsche Steuerungsspannung	<i>Prüfung: Steuerungsspannung Dosierventil</i>
	Fehlfunktion: Abschirmung Kabel beschädigt --> EMV	<i>Prüfung: Funktion Dosierventil</i>
	keine Durchflussänderung: Linearmotor bewegt sich nicht	<i>Prüfung: Funktion Dosierventil</i>
	Zerstörung Elektronik: Zu hohe Temperatur des Wassers (>80°C)	speichern von Maximal- und Minimalwerten -> auslesen
	Wasser in Elektronik: ungünstige Einbaulage (vorzugsweise stehend)	aufrecht einbauen
	keine Durchflussänderung: zu hoher Wasserdruck (>8bar) --> Linearmotor zu schwach	speichern von Maximal- und Minimalwerten -> auslesen
	kein Messergebnis: Sensor defekt (Produktionsfehler)	<i>Prüfung: Funktion Dosierventil</i>
	Durchflussminderung: Verschmutzung/ Ablagerungen/ Verkalkung	<i>Prüfung: Durchflussmessung;</i> Reinigungsprogramm (siehe Funktionsbeschreibung)
Platzmangel bei der Montage: Kabel zu lang	Kabellänge nur so lang wie nötig wählen	

Tabelle 1 - Maßnahmen Dosierventil

Prüfung: Funktion Dosierventil

Merkmal: kontinuierliche Verstellbarkeit Dosierventil

Beschreibung:

Funktionalität des Dosierventils

Stellung ändert sich proportional zur Steuerungsspannung

Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Alle Magnetventile und die Dampfzuleitung schließen.
3. Boiler befüllen und auf Betriebstemperatur/ Betriebsdruck bringen (siehe Funktionsbeschreibung *Boilerbefüllen* und *Boilerdruck*)
4. Kaffeebezug ermöglichen (öffnen Magnetventil Y06)
5. Überlauf öffnen (öffnen Magnetventil Y10)
6. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)
7. Spannung auf Dosierventil geben (10V)
8. Spannung absenken (10-0V, -0,2V/sec senken)

Ermittelbare Merkmale:

Erfassen einer Kennlinie (versuchstechnische Ermittlung der Mischtemperatur über der Dosierventilspannung für unterschiedliche Pumpenleistungen)

Temperatur nach Mischer (2 Messungen / sec)

Wenn Messung = Sollwert $\pm 2^\circ\text{C}$ (zu ermitteln aus Kennlinie)

→ Dosierventil funktioniert

Prüfung: Steuerungsspannung Dosierventil

Merkmal: Steuerungsspannung (Gleichspannung in Volt)

Merkmalswert: 0-10V

Beschreibung:

Am Dosierventil liegt die gleiche Spannung an, die als Sollwert vorgegeben wird

Ablauf:

1. Multimeter an Stromanschluss Dosierventil anklemmen
2. 3 Sollwerte für Steuerungsspannung setzen (0V, 5V, 10V)

Ermittelbare Merkmale:

Spannungen von Multimeter gemessen

Wenn Messung gleich Sollwert $\pm 5\%$ Abweichung, stimmt die Steuerungsspannung

5.2 Drossel/Düse

Bauteil	Möglichkeit	Maßnahme
Drossel/Düse	Durchflussminderung: unpassenden Kv-Wert	Prüfung: Durchflussmessung; Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	Durchflussminderung: Verschmutzung/ Ablagerungen/ Verkalkung	Prüfung: Durchflussmessung; Reinigungsprogramm (siehe Funktionsbeschreibung)

Tabelle 2 - Maßnahmen Drossel/Düse

5.3 Mischer

Bauteil	Möglichkeit	Maßnahme
Mischer	Durchflussminderung: unpassenden Kv-Wert	Prüfung: Durchflussmessung; Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	Durchflussminderung: Verschmutzung/ Ablagerungen/ Verkalkung	Prüfung: Durchflussmessung; Reinigungsprogramm (siehe Funktionsbeschreibung)
	Temperaturschwankungen Wasser: ungleichmäßige Mischung durch Geometrie	Prüfung: Wassermischung

Tabelle 3 - Maßnahmen Mischer

Prüfung: Wassermischung

Merkmal: Gleichmäßige Durchmischung von Kalt- und Warmwasser

Merkmalswert: Temperaturschwankungen $\leq 1^\circ\text{C}$

Beschreibung:

Messung der Temperaturschwankungen durch ungleichmäßige Durchmischung von Kalt- und Warmwasser

Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Alle Magnetventile und die Dampfzange schließen.
3. Boiler befüllen und auf Betriebstemperatur/ Betriebsdruck bringen (siehe Funktionsbeschreibung *Boilerbefüllen* und *Boilerdruck*)
4. Kaffeebezug ermöglichen (öffnen Magnetventil Y06)
5. Überlauf öffnen (öffnen Magnetventil Y10)
6. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)
7. Spannung auf Dosierventil geben (5V)

Ermittelbare Merkmale:

Nach 5 sec Anlaufphase, Temperaturmessung (3 Messungen/sec)

Wenn Temperaturänderung über 5 sec $\leq 1^\circ\text{C}$

→ Durchmischung in Ordnung

5.4 Temperatursensor

Bauteil	Möglichkeit	Maßnahme
Temperatursensor	kein Messergebnis: Kabel an falscher Stelle auf Basisplatine angeschlossen	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	falsches Messergebnis: Anschluss Kabelpole vertauscht	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	falsches Messergebnis: Abschirmung Kabel beschädigt --> EMV	<i>Prüfung: Funktion Temperatursensor</i>
	kein Messergebnis: Kabelisolierung beschädigt	Widerstandsmessung mit Multimeter; wenn $R=0$ --> beschädigt
	Platzmangel beim Einbau: Kabel zu lang	Kabellänge nur so lang wie nötig wählen
	kein Messergebnis: Referenzspannung zu hoch/niedrig (Basisplatine)	<i>Prüfung: Versorgungsspannung/Referenzspannung (Sollwert $xxV \pm y\% DC$)</i>
	kein Messergebnis: Fühler zu hoch positioniert --> kein Kontakt mit Wasser	<i>Prüfung: Funktion Temperatursensor</i>
	falsches Messergebnis: Umgebungstemperatur $< -10^\circ\text{C}$, oder $> 60^\circ\text{C}$ (Maschineninnenraum)	
	kein Messergebnis: Wasserstemperatur $> 125^\circ\text{C}$	speichern von Maximal- und Minimalwerten --> auslesen
	falsches Messergebnis: Verschmutzung/ Ablagerungen/ Verkalkung	Reinigungsprogramm (siehe Funktionsbeschreibung)
	falsches Messergebnis: Messungenauigkeit zu groß	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	kein Messergebnis: Sensor defekt (Produktionsfehler)	<i>Prüfung: Funktion Temperatursensor</i>
Durchflussminderung: unpassenden Kv-Wert	<i>Prüfung: Durchflussmessung;</i> Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen	

Tabelle 4 - Maßnahmen Temperatursensor

Prüfung: Funktion Temperatursensor

Merkmal: Temperaturabhängiger Widerstand (Widerstand in Ω steigt mit Temperaturerhöhung)

Beschreibung:

Funktionalität des Temperatursensors

Ablauf:

1. Im ausgebauten Zustand Multimeter anklemmen
2. Messung verschiedener Temperaturen (Raumtemperatur, siedendes Wasser, Leitungswasser; Temperaturen mit Thermometer gegenmessen)

Ermittelbare Merkmale:

Widerstandsmessung bei verschiedenen Temperaturen (bei Raumtemp. $\approx 10.000\Omega$)
 Vergleich mit Kennlinie (Kennlinie von Widerstand über Temperatur aus Sensor Datenblatt)
 Wenn Widerstandsmessung = Sollwert
 → Dosierventil funktioniert

5.5 Drucksensor

Bauteil	Möglichkeit	Maßnahme
Drucksensor	Kein Messergebnis: Drücke außerhalb Messbereich (0-16bar)	speichern von Maximal- und Minimalwerten --> auslesen
	Kein Messergebnis: zu hohe/niedrige Versorgungsspannung	<i>Prüfung:</i> <i>Versorgungsspannung/Referenzspannung</i> <i>(Sollwert 5V $\pm 10\%$ DC)</i>
	Kein Messergebnis: Kabel nicht richtig an Spannungsmessplatine angeschlossen	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	Kein Messergebnis: Isolierung Kabel beschädigt	Widerstandsmessung mit Multimeter; wenn $R=0$ --> beschädigt
	Kein Messergebnis: zu hoher Wasserdruck (max. 16-20 bar)	speichern von Maximal- und Minimalwerten --> auslesen
	Kein Messergebnis: Kein Kontakt mit Wasser (Fühler zu hoch positioniert)	<i>Prüfung: Funktion Drucksensor</i>
	kein Messergebnis: Sensoren vertauscht --> falscher Sensor verbaut	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	kein Messergebnis: Sensor defekt (Produktionsfehler)	<i>Prüfung: Funktion Drucksensor</i>
	falsches Messergebnis: Anschluss Kabelpole vertauscht	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	falsches Messergebnis: Abschirmung Kabel beschädigt	
	falsches Messergebnis: ungünstige Einbaulage (vorzugsweise stehend)	aufrecht einbauen
	falsches Messergebnis: Messungenauigkeit zu groß	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	Platzmangel bei der Montage: Kabel zu lang	Kabellänge nur so lang wie nötig wählen
	Durchflussminderung: Verschmutzung/ Ablagerungen/ Verkalkung	<i>Prüfung: Durchflussmessung;</i> Reinigungsprogramm (siehe Funktionsbeschreibung)
Durchflussminderung: unpassenden Kv-Wert	<i>Prüfung: Durchflussmessung;</i> Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen	

	falsches Messergebnis: EMV durch andere Kabel
--	--

Tabelle 5 - Maßnahmen Drucksensor

Prüfung: Funktion Drucksensor

Merkmalswert: Ausgangssignal (Gleichspannung in Volt)

Merkmalswert: 0,5-4,5V

Beschreibung:

Funktionalität des Drucksensors

Ändert sich proportional zur Pumpensteuerung

Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Boiler befüllen und auf Betriebstemperatur/ Betriebsdruck bringen (siehe Funktionsbeschreibung *Boilerbefüllen* und *Boilerdruck*)/,
3. Kaffeebezug ermöglichen (öffnen Magnetventil Y06)
4. Überlauf schließen (schließen Magnetventil Y10)
5. Pumpe schalten bei Nullförderung nach Kennlinie für (Pulsweite über der Zeit in der Entwicklung zu bestätigen → 10 sec lang PWM = 25%, danach 10 sec lang PWM = 75%)

Ermittelbare Merkmale:

Erfassen einer Kennlinie bei Nullförderung (versuchstechnische Ermittlung des Drucks über dem Pulsweitenbetrieb der Pumpe)

Anstieg Druckmessung auf Druckwert bei Nullförderung entsprechend PWM = 25% und 75%

→ Drucksensor funktioniert

5.6 Magnetventile

Bauteil	Möglichkeit	Maßnahme
Magnetventil	falsche Stellung: Kabel nicht richtig an SSR angeschlossen --> keine Bewegung	Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	falsche Stellung: falsches Magnetventil (öffnend/schließend)	Prüfung Funktion Magnetventil X; Beschriftung Kabel, Anschlüsse und Bauteilspezifikationen
	Platzmangel bei der Montage: Kabel zu lang	Kabellänge nur so lang wie nötig wählen
	Durchflussminderung: Verschmutzung/ Ablagerungen/ Verkalkung	Prüfung: Durchflussmessung ; Reinigungsprogramm (siehe Funktionsbeschreibung)

Tabelle 6 - Maßnahmen Magnetventile

Prüfung: Funktion Magnetventile Y01 und Y04

Merkmal: logisch richtige Funktionalität der öffnenden Magnetventile Y01, Y04

Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)
3. Entwässerung freigeben (öffnen Magnetventil Y04)

Ermittelbare Merkmale bei logischer Funktionalität:

- Leitfähigkeitsmessung (Leitfähigkeit des Leitungswassers ist in der Entwicklung zu Bestätigen)
- Fördermenge über Durchflusssensor (messtechnisch)
- Wasseraustritt aus Entwässerungsleitung (visuell)
- wird keine Fördermenge festgestellt, jedoch eine für Wasser spezifische Leitfähigkeit gemessen, dann ist Y04 nicht geöffnet
- wird keine Fördermenge festgestellt und keine Leitfähigkeit gemessen, dann ist Y01 nicht geöffnet

Prüfung: Funktion Magnetventil Y03

Merkmal: logisch richtige Funktionalität des öffnenden Magnetventils Y03

Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Boilerbefüllung freigeben (öffnen Magnetventil Y03)
3. Boiler befüllen (siehe Funktionsbeschreibung *Boiler befüllen*)

Ermittelbare Merkmale bei logischer Funktionalität:

- Fördermenge über Durchflusssensor (messtechnisch)
- Kontaktstab erkennt Füllstand nach X Sekunden (Dauer ist versuchstechnisch zu ermitteln)
- Füllt sich der Boiler nicht und es wird keine Fördermenge festgestellt, dann ist Y03 geschlossen

Prüfung: Funktion Magnetventil Y02

Merkmal: logisch richtige Funktionalität des öffnenden Magnetventils Y02

Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Boilerbefüllung freigeben (öffnen Magnetventil Y03)
3. Boiler befüllen (siehe Funktionsbeschreibung *Boiler befüllen*)
4. Boilerbefüllung stoppen (schließen Magnetventil Y03)
5. Boiler entwässern (öffnen Magnetventile Y02, Y04)
6. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)

Ermittelbare Merkmale bei logischer Funktionalität:

- Fördermenge über Durchflusssensor (messtechnisch)
- Kontaktstab erkennt abgefallenen Füllstand nach X Sekunden (Dauer ist versuchstechnisch zu ermitteln)
- Leert sich der Boiler nicht und es wird keine Fördermenge festgestellt, dann ist Y02 geschlossen

Prüfung: Funktion Magnetventil Y05

Merkmal: logisch richtige Funktionalität des öffnenden Magnetventils Y05

Ablauf:

1. Boiler auf Betriebsdruck bringen (siehe Funktionsbeschreibung *Boiler befüllen; Boilerdruck*)
2. Tassenwärmer einschalten Y05 öffnen

Ermittelbare Merkmale bei logischer Funktionalität:

- Dampfaustritt am Tassenwärmer (visuell)
- tritt kein Dampf aus, ist Y05 geschlossen

Prüfung: Funktion Magnetventile Y06, Y07 und Y10

Merkmal: logisch richtige Funktionalität der Magnetventile Y06, Y07 und Y10
Y10 ist ein schließendes Magnetventil, Y06 und Y07 sind öffnende Magnetventile

Die Prüfung erfolgt in folgenden Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)
3. Kaffeebezug ermöglichen (öffnen Magnetventil Y06)

Ermittelbare Merkmale bei logischer Funktionalität:

- Fördermenge über Durchflusssensor (messtechnisch)
- Druckanstieg (messtechnisch, Druckmesswert versuchstechnisch ermitteln)
- Wasseraustritt zum Schmutzwasserüberlauf (visuell)
- wird keine Fördermenge festgestellt und erfolgt gleichzeitig kein Druckanstieg, dann ist Y06 nicht geöffnet
- wird keine Fördermenge festgestellt und es erfolgt gleichzeitig ein Druckanstieg, dann ist Y06 geöffnet jedoch Y10 geschlossen
- fließt Wasser aus der Brühgruppe, dann ist Y07 geöffnet

Prüfung: Funktion Magnetventil Y09 (wie *Funktion Magnetventile Y06, Y07 und Y10*)

Merkmal: logisch richtige Funktionalität des öffnenden Magnetventils Y09

Die Prüfung erfolgt in folgenden Ablauf:

1. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
2. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)
3. Teebezug ermöglichen (öffnen Magnetventil Y06)

Ermittelbare Merkmale bei logischer Funktionalität:

- Fördermenge über Durchflusssensor (messtechnisch)
- Druckanstieg (messtechnisch, Druckmesswert versuchstechnisch ermitteln)
- Wasseraustritt zum Schmutzwasserüberlauf (visuell)
- wird keine Fördermenge festgestellt und erfolgt gleichzeitig kein Druckanstieg, dann ist Y06 nicht geöffnet
- wird keine Fördermenge festgestellt und es erfolgt gleichzeitig ein Druckanstieg, dann ist Y06 geöffnet jedoch Y10 geschlossen
- fließt Wasser aus der Teewasserausgabe, dann ist Y07 geöffnet

Prüfung: Funktion Magnetventil Y08

Merkmal: logisch richtige Funktionalität des öffnenden Magnetventils Y08

Die Prüfung erfolgt in folgenden Ablauf:

5. Blindsieb einsetzen
6. Wasserzulauf freigeben (öffnen Magnetventil Y01)
7. Pumpe mit PWM=25% einschalten (der Wert PWM = 25% ist in der Entwicklung zu bestätigen)
8. Kaffeebezug ermöglichen (öffnen Magnetventil Y06)
9. Brühgruppe und Brühgruppenschmutzwasserventil freigeben (öffnen Magnetventile Y07, Y08)
10. Überlauf schließen (schließen Magnetventil Y10)

Ermittelbare Merkmale bei logischer Funktionalität:

- Fördermenge über Durchflusssensor (messtechnisch)
- Druckanstieg (messtechnisch, Druckmesswert versuchstechnisch ermitteln)
- Tritt kein Wasser aus Schmutzwasserauslauf der Brühgruppe aus (visuell) und es erfolgt gleichzeitig ein Druckanstieg, dann ist Y08 geschlossen

6 Zusammenfassung

Die beschriebenen Prüfkonzepete sind ein Leitfaden zur Identifizierung der Ursache einer Fehlfunktion in Magnetventilen und Mischer.

7 Literaturverzeichnis

Rohnen, Armin: *Hydraulikplan Labor und Home*
München, Hochschule, Fachbereich Maschinenbau, 2020

Rohnen, Armin: *Status Espressomaschine*
München, Hochschule, Fachbereich Maschinenbau, 2020

AVS Ing. J.C. Römer GmbH: *Katalog Dosierventil D*
Königsdorf Wiesen, www.avs-roemer.de

AVS Ing. J.C. Römer GmbH: *Datenblatt Drosselventil (Bez.: RFO-958-P315-6FF-S8)*
Königsdorf Wiesen, www.avs-roemer.de, 2018

AVS Ing. J.C. Römer GmbH: *Datenblatt Drucksensor (Bez.: IPS-958P3-6FF-04-S8)*
Königsdorf Wiesen, www.avs-roemer.de, 2016

AVS Ing. J.C. Römer GmbH: *Datenblatt Festdrossel (Bez.: FFO-947P3-6FF-D6-0.80-S8)*
Königsdorf Wiesen, www.avs-roemer.de, 2019

AVS Ing. J.C. Römer GmbH: *Datenblatt Temperaturfühler in Edelstahlausführung (Bez.: ITS-955P3-6PF-X04-NTC10-S85)*
Königsdorf Wiesen, www.avs-roemer.de, 2019

AVS Ing. J.C. Römer GmbH: *Katalog Einfach Lösbarer Steck-Anschluss (ELSA)*
Königsdorf Wiesen, www.avs-roemer.de

AVS Ing. J.C. Römer GmbH: *Datenblatt Gerade Einschraub Verbindung (Bez.: 951P3-6FF-1/8-S8)*
Königsdorf Wiesen, www.avs-roemer.de, 2016