

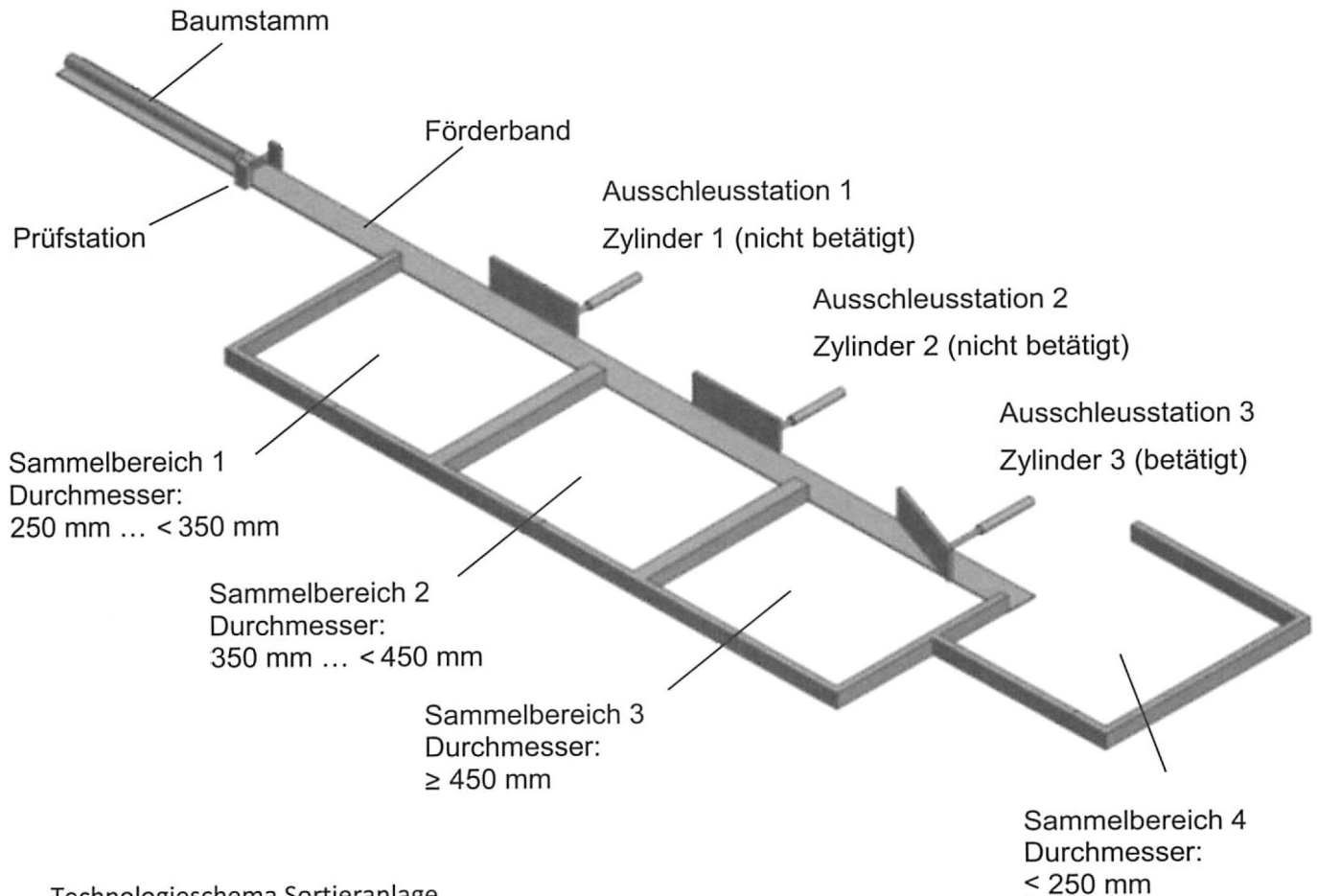


tgtm HP 2017/18-3: Baumstammsortieranlage

(Wahlaufgabe)

Im Sägewerk angekommen, werden die angelieferten Baumstämme einer Sortieranlage zugeführt und dabei einzeln auf einem Förderband abgelegt.

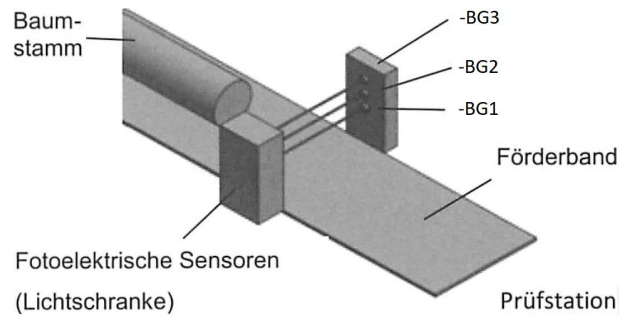
Auf dem Förderband gelangen die Stämme zu einer Prüfstation. Diese erkennt die Durchmesser der Stämme und teilt sie einer der drei nachfolgenden Ausschleusstationen zu. Zum Ausschleusen bewegt ein Pneumatikzylinder ein Leitblech, welches den Stamm in seinen Sammelbereich ausschleust. Nicht ausgeschleuste Baumstämme laufen durch bis in den Sammelbereich 4, um dort zu Hackschnitzeln weiterverarbeitet zu werden.



Bauteil	Funktion – Bemerkung	Anschluss
-BG1	Sensor 1, Lichtstrahl unterbrochen => 1-Signal	E0.1
-BG2	Sensor 2, Lichtstrahl unterbrochen => 1-Signal	E0.2
-BG3	Sensor 3, Lichtstrahl unterbrochen => 1-Signal	E0.3
-BG4	Vordere Endlage Zylinder 1, betätigt => 1-Signal	E0.4
-BG5	Vordere Endlage Zylinder 2, betätigt => 1-Signal	E0.5
-BG6	Vordere Endlage Zylinder 3, betätigt => 1-Signal	E0.6
-SF1	Taster für Entleerung, betätigt => 1-Signal	E0.7
-MM1	1-Signal => Zylinder 1 fährt aus	A0.1
-MM2	1-Signal => Zylinder 2 fährt aus	A0.2
-MM3	1-Signal => Zylinder 3 fährt aus	A0.3
-PF1	1-Signal => Kontrolllampe an	A0.4



- 1 An der Prüfstation soll der Durchmesser der ankommenden Baumstämme erfasst werden. Dazu sind drei Sensoren – wie abgebildet – in unterschiedlichen Höhen oberhalb des Förderbandes angeordnet.



- 1.1 Nennen Sie zwei Gründe, warum in diesem Fall fotoelektrische Sensoren verwendet werden. 2,0
- 1.2 Leiten Sie ab, in welchen Höhen zum Förderband die drei Sensoren -BG1, -BG2 und -BG3 jeweils anzubringen sind. 1,0
- 1.3 Entsprechend der Sensorsignale werden die Baumstämme ihren Sammelbereichen zugewiesen. 3,0

	Sammelbereich 1	Sammelbereich 2	Sammelbereich 3	Sammelbereich 4
Sensor -BG1				
Sensor -BG2				
Sensor -BG3				

Übernehmen Sie die oben dargestellte tabellarische Vorlage und ordnen Sie den einzelnen Sammelbereichen die entsprechenden Sensorsignale „0“ bzw. „1“ zu.

- 2 Jede Ausschleusstation verfügt über einen doppelwirkenden Zylinder mit Endlagensensor und elektromagnetisch betätigtem Wegeventil mit Federrückstellung. Die Steuerung der Sortieranlage muss folgende Randbedingungen erfüllen: 5,0
- Das Ausfahren der entsprechenden Zylinder erfolgt, nachdem die Sensoren der Prüfstation den Baumstamm erfasst haben.
 - Das Einfahren der entsprechenden Zylinder soll 12 Sekunden nach dem vollständigen Ausfahren erfolgen.

Entwerfen Sie das SPS-Programm in Funktionsbausteinsprache exemplarisch für das Ausschleusen eines Baumstammes mit 400 mm Durchmesser.

- 3 Die Sammelbereiche 1 bis 3 können je maximal 500 Baumstämme aufnehmen. Ist einer der Sammelbereiche voll, so soll die Warnlampe -PF1 leuchten. Daraufhin werden alle Sammelbereiche vom Anlagenbediener manuell geleert und die vollzogene Entleerung durch Betätigung des Tasters -SF1 bestätigt. 5,0

Entwerfen Sie das entsprechende SPS-Programm in Funktionsbausteinsprache.

- 4 Der doppelwirkende Zylinder einer Ausschleusstation muss eine Haltekraft von 10 kN aufbringen. Der Wirkungsgrad des Zylinders beträgt 80 % bei einem Anlagendruck von 6,5 bar. 2,0

Bestimmen Sie den erforderlichen Normzylinder durch Berechnung.

- 5 Täglich werden 1500 Stämme sortiert. Der Kolbenhub eines doppelwirkenden Zylinders beträgt 500 mm. Ein Liter Druckluft kostet 1 Ct. 2,0

Berechnen Sie näherungsweise die Druckluftkosten der Anlage pro Tag in Euro und nennen Sie eine Möglichkeit, diese Kosten zu reduzieren.

20,0



- 6 Der Bereich Schreinerei der Specht & Wood GmbH stellt seit einigen Jahren Bier-tischgarnituren aus Holz, stabile hochwertige Holzbänke und -tische für den Privat-gebrauch sowie für die Gastronomie her. Zur Kalkulation künftiger Kundenaufträge muss ein Betriebsabrechnungsbogen für das 1. Halbjahr 2018 erstellt werden.
- 6.1 Unterscheiden Sie die Begriffe Einzelkosten und Gemeinkosten bei der Kosten-stellenrechnung und geben Sie jeweils zwei Beispiele an. 2,0
- 6.2 Ergänzen Sie den vorliegenden Betriebsabrechnungsbogen BAB (Arbeitsblatt 1) unter Berücksichtigung der Informationen aus dem internen Rechnungswesen (siehe unten Anlage 1). 3,0
- 6.3 Ermitteln Sie die Gemeinkosten-Zuschlagsätze (auf eine Dezimalstelle runden; Arbeitsblatt 1). Hinweis: Gehen Sie – unabhängig von Ihren hierfür in 6.2 errechneten Werten – von folgenden Zahlen aus: 2,0
- | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------|
| Summen der Hauptkostenstellen: | Material: | 30.000 € |
| | Fertigung I: | 220.000 € |
| | Fertigung II: | 150.000 € |
| | Verwaltung: | 40.000 € |
| | Vertrieb: | 60.000 € |
- 7 Aus Wettbewerbsgründen hat die Specht & Wood GmbH festgelegt, dass die Biertischgarnitur BGS maximale Selbstkosten in Höhe von 300,00 € je Stück nicht überschreiten darf. Gehen Sie bei der Kalkulation von Materialkosten netto in Höhe von 90,00 € je Stück aus. Beachten Sie weiter die berechneten Fertigungslöhne I mit 35,00 € je Stück und Fertigungslöhne II mit 30,00 € je Stück. 2,0
- Kalkulieren Sie in einer übersichtlichen Darstellung die Selbstkosten für die Bier-tischgarnitur und beurteilen Sie Ihr Ergebnis. Hinweis: Verwenden Sie hierzu – unabhängig von Ihren hierfür in 6.3 errechneten Werten – folgende Zuschlagssätze:
- | | |
|-------|-------|
| MGK: | 12% |
| FGK1: | 216% |
| FGK2: | 96% |
| VwGK: | 4,5 % |
| VtGK: | 7,2 % |
- 8 Beurteilen Sie die Auswirkung eines Anstiegs des Mindestlohnes von 8,50 € auf 8,84 € pro Stunde im Jahr 2018 auf den Materialgemeinkostenzuschlagssatz. Gehen Sie hierbei davon aus, dass einige Mitarbeiter und Hilfskräfte nach diesem Mindestlohn in unserem Unternehmen entlohnt werden und im Weiteren die Bedingungen gleich bleiben. 1,0

Anlage 1

Informationen aus dem internen Rechnungswesen der Specht & Wood GmbH 1.Halbjahr 2018

Umlage allgemeine Hilfskostenstelle Kantine im Verhältnis 15:5:150:170:30:130 auf die anderen Kostenstellen gemäß der jeweiligen Mitarbeiteranzahl

Umlage Fertigungshilfskostenstelle (AV = Arbeitsvorbereitung) im Verhältnis 1:3

<i>Einzelkosten:</i>	<i>Fertigungsmaterial</i>	<i>259.200,00 €</i>
	<i>Fertigungslöhne I</i>	<i>118.845,00 €</i>
	<i>Fertigungslöhne II</i>	<i>166.625,00 €</i>
<i>Fertige Erzeugnisse:</i>	<i>Mehrbestand</i>	<i>46.550,00 €</i>

Zuschlagsgrundlagen für die Verwaltungsgemeinkosten: Herstellkosten der Produktion

Zuschlagsgrundlagen für die Vertriebsgemeinkosten: Herstellkosten des Umsatzes



Lösungen

1 Sensoren

1.1 Vorteile von Lichtschranken

- anwendbar für alle (optisch intransparente) Werkstoffe
- große Distanzen möglich
- Genauigkeit ausreichend für die Aufgabe
- Baumstämme müssen nicht genau positioniert sein, z.B. vor dem Sensor.

Hinweis 1: Hier genügt es nicht, die Merkmale aus dem (→ [EuroTabM] „Sensoren“) abzuschreiben, denn die dort beschriebenen fotoelektrischen Sensoren sind keine Lichtschranken. Man muss also selbst denken.

1.2 Einbauhöhen

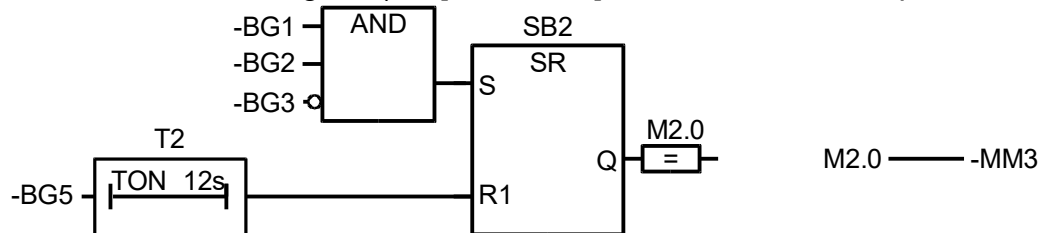
-BG1: 250 mm; -BG2: 350 mm; -BG3: 450 mm

1.3 Sensormatrix (die Visualisierung ist nicht gefragt)

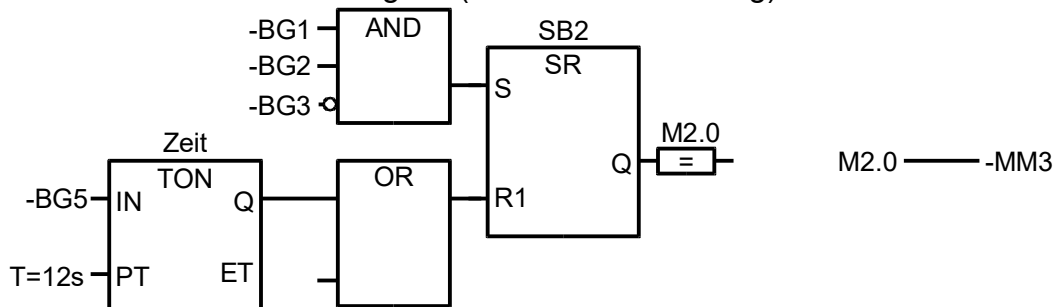
	Sammelbereich 1	Sammelbereich 2	Sammelbereich 3	Sammelbereich 4
Sensor -BG1	1	1	1	0
Sensor -BG2	0	1	1	0
Sensor -BG3	0	0	1	0

2 In Sammelbereich SB2 ausschleusen

mit vereinfachtem Zeitglied (→ [EuroTabM] „Funktionsbausteinsprache FBS“)



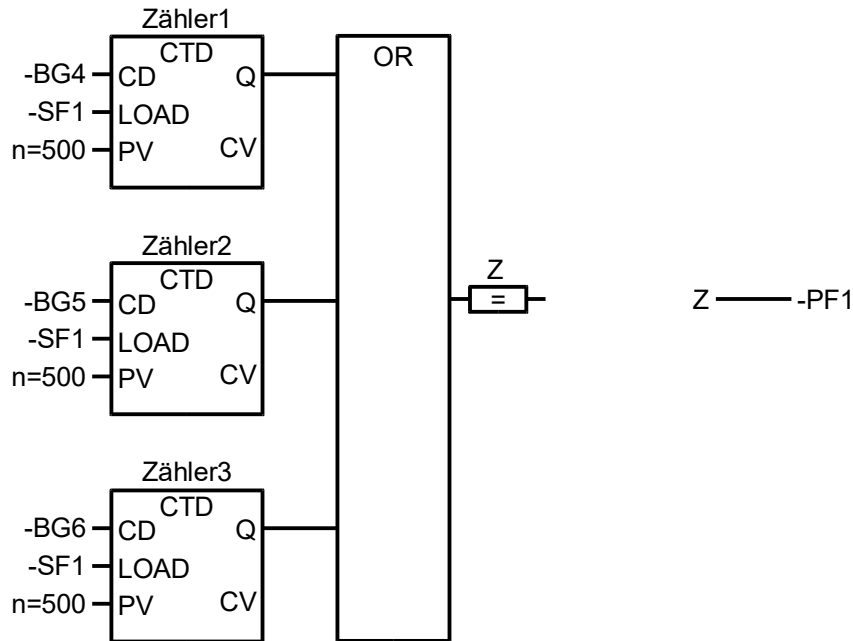
oder mit ausführlichem Zeitglied (→ Formelsammlung)



Hinweis 2: Wer sich hier fragt, was bei realen, nicht perfekt zylindrischen Baumstämmen mit einem Durchmesserbereich von z.B. 330 .. 370 mm passiert, steht kurz vor der Durchschnittsfalle: Die menschliche Welt ist für Durchschnitt gemacht, und auch wer zu viel denkt, kann Probleme bekommen – sogar in der Schule ;-)



3 Zähler für Entleerung (→ Formelsammlung)



4 Normzylinder

klassischer Ansatz: Reibung behindert das Ausfahren des Zylinders:

$$F = p_e \cdot A \cdot \eta \Rightarrow A_{\text{erf}} = \frac{F}{p \cdot \eta} = \frac{10 \text{ kN}}{6,5 \text{ bar} \cdot 0,8} = \frac{10 \cdot 1000 \text{ N}}{6,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,8} = 19230 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{\text{erf}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 19230 \text{ mm}^2}{\pi}} = 156,5 \text{ mm}$$

Gewählt: Normzylinder mit KolbenØ $d_1 = 160 \text{ mm}$ (und KolbenstangenØ $d_2 = 40 \text{ mm}$ → [EuroTabM] „Pneumatikzylinder, Abmessungen“)

kostenoptimierter Ansatz: Reibung unterstützt das Halten durch den Zylinder:

$$F \cdot \eta = p_e \cdot A \Rightarrow A_{\text{erf}} = \frac{F \cdot \eta}{p} = \frac{10 \text{ kN} \cdot 0,8}{6,5 \text{ bar}} = \frac{10 \cdot 1000 \text{ N} \cdot 0,8}{6,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 9846 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{\text{erf}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9846 \text{ mm}^2}{\pi}} = 112 \text{ mm}$$

Gewählt: Normzylinder mit KolbenØ $d_1 = 125 \text{ mm}$ (und KolbenstangenØ $d_2 = 32 \text{ mm}$ → [EuroTabM] „Pneumatikzylinder, Abmessungen“)

konservativer Ansatz: Reibung unterstützt das Halten durch den Zylinder zum Teil, und ohne Wirkungsgrad liegt man auf der sicheren Seite:

$$F = p_e \cdot A \Rightarrow A_{\text{erf}} = \frac{F}{p} = \frac{10 \text{ kN}}{6,5 \text{ bar}} = \frac{10 \cdot 1000 \text{ N}}{6,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 15385 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{\text{erf}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15385 \text{ mm}^2}{\pi}} = 139,96 \text{ mm}$$

Gewählt: Normzylinder mit KolbenØ $d_1 = 140 \text{ mm}$ (und KolbenstangenØ $d_2 = 40 \text{ mm}$ → [EuroTabM] „Pneumatikzylinder, Abmessungen“)



5 Druckluftkosten

Für KolbenØ $d_1 = 160 \text{ mm}$:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (160 \text{ mm})^2}{4} = 20106 \text{ mm}^2$$

$$Q \approx 2 \cdot A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{pe}} = 2 \cdot 20106 \text{ mm}^2 \cdot 500 \text{ mm} \cdot \frac{1500}{\text{Tag}} \cdot \frac{6,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} = 226 \cdot 200 \frac{\text{dm}^3}{\text{Tag}}$$

$$\text{Kosten} = Q \cdot k = 226 \cdot 200 \frac{\text{dm}^3}{\text{Tag}} \cdot 1 \frac{\text{Ct}}{\text{dm}^3} = 226 \cdot 200 \frac{\text{Ct}}{\text{Tag}} = 2 \cdot 262 \frac{\text{€}}{\text{Tag}}$$

Für KolbenØ $d_1 = 140 \text{ mm}$:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (140 \text{ mm})^2}{4} = 15394 \text{ mm}^2$$

$$Q \approx 2 \cdot A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{pe}} = 2 \cdot 15394 \text{ mm}^2 \cdot 500 \text{ mm} \cdot \frac{1500}{\text{Tag}} \cdot \frac{6,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} = 173 \cdot 200 \frac{\text{dm}^3}{\text{Tag}}$$

$$\text{Kosten} = Q \cdot k = 173 \cdot 200 \frac{\text{dm}^3}{\text{Tag}} \cdot 1 \frac{\text{Ct}}{\text{dm}^3} = 173200 \frac{\text{Ct}}{\text{Tag}} = 1 \cdot 732 \frac{\text{€}}{\text{Tag}}$$

Für KolbenØ $d_1 = 125 \text{ mm}$:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (125 \text{ mm})^2}{4} = 12271 \text{ mm}^2$$

$$Q \approx 2 \cdot A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{pe}} = 2 \cdot 12271 \text{ mm}^2 \cdot 500 \text{ mm} \cdot \frac{1500}{\text{Tag}} \cdot \frac{6,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} = 138 \cdot 100 \frac{\text{dm}^3}{\text{Tag}}$$

$$\text{Kosten} = Q \cdot k = 138 \cdot 100 \frac{\text{dm}^3}{\text{Tag}} \cdot 1 \frac{\text{Ct}}{\text{dm}^3} = 138100 \frac{\text{Ct}}{\text{Tag}} = 1 \cdot 381 \frac{\text{€}}{\text{Tag}}$$

Maßnahmen zur Verringerung der Druckluftkosten:

- Einfachwirkende Zylinder verwenden
- Auf Hydraulik umstellen

– Baumstämme $\text{Ø}500 \text{ mm} \times 5 \text{ m}$ haben das Volumen $V = \frac{\pi \cdot (0,5 \text{ m})^2}{4} \cdot 5 \text{ m} \approx 1 \text{ m}^3$

Da die Dichte heimischer Hölzer etwas unter der von Wasser liegt, wiegt dieser Stamm eine knappe Tonne, und das bedeutet, dass die geforderte Haltekraft etwa so groß ist wie die Gewichtskraft der (großen) Stämme, bei den kleineren Stämmen weit über ihrer eigenen Gewichtskraft. Auf den ersten Blick ist das recht viel, deshalb sollte man die Mechanik der Ausschleusung überdenken. Z.B. könnte man die Zylinder nur zum Aus- und Einfahren der Ausschleusklappen verwenden, die große Haltekraft aber in einer mechanischen Verriegelung aufnehmen → geringere Kolbenkräfte → kleinere Kolben und/oder weniger Luftdruck erforderlich.

- Die erforderliche Haltekraft hängt vermutlich auch vom Gewicht der Stämme ab. Deshalb könnte man die Zylinder oder den Betriebsdruck nach Sammelbereich abstufen. Außerdem sollte man nicht die dünnsten (=leichtesten) Stämme ohne Ausschleusung in ihren Sammelbereich durchlaufen lassen, sondern die schwersten.
- Entsprechende Internetportale berechnen Druckluftkosten mit rund 2 Ct/m^3 bei modernen Anlagen. Demgegenüber ist der hier genannte Preis von 10 €/m^3 exorbitant hoch, sodass dringend die Druckluftherzeugungsanlage geprüft werden sollte.

SPS (20 P): Sensor begründen und geeignet anordnen, FBS Verknüpfungssteuerung, Normzylinder auswählen; Luftverbrauch mit Kosten,