



Universität  
Zürich<sup>UZH</sup>

Institut für Betriebswirtschaftslehre

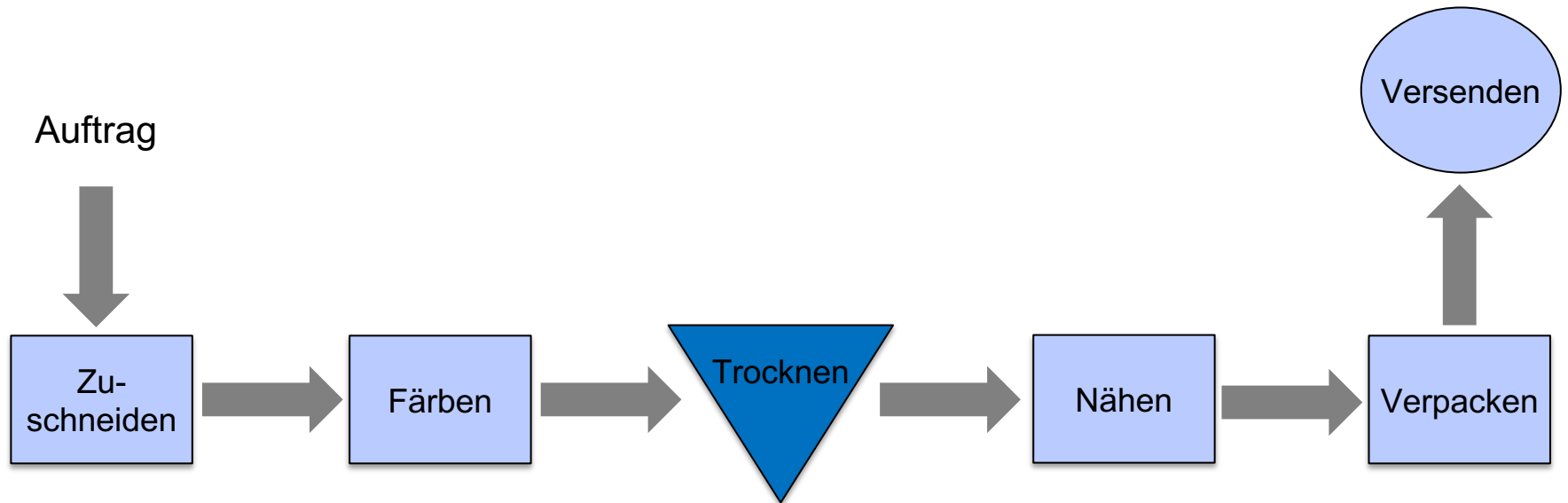
# Operations Management

Prozessauswahl und Prozessanalyse – Übung





# Aufgabe 1





## Aufgabe 2a) – Lösung

Die Zykluszeit eines Prozess-  
schrittes berechnet sich wie folgt:

$$\frac{\text{Dauer der Aktivität}}{\text{Anzahl Arbeitskräfte für Prozessschritt}}$$

Somit ergeben sich für die  
einzelnen Arbeitsschritte die  
Zykluszeiten in nebenstehender  
Tabelle.

| Teilprozess | Zykluszeit (min)   |
|-------------|--------------------|
| Zuschneiden | $12/1 = 12$        |
| Färben      | $(40 + 20)/1 = 60$ |
| Trocknen    | -                  |
| Nähen       | $20/1 = 20$        |
| Verpacken   | $10/1 = 10$        |



## Aufgabe 2b) – Lösung

Als Flaschenhals wird derjenige Arbeitsschritt bezeichnet, welcher die Kapazität des Gesamtprozesses limitiert bzw. die höchste Zykluszeit aufweist. Bei Tommys Jeans handelt es sich dabei um den Produktionsschritt „Färben“.

| Teilprozess | Zykluszeit (min) |
|-------------|------------------|
| Zuschneiden | 12               |
| Färben      | <b>60</b>        |
| Trocknen    | -                |
| Nähen       | 20               |
| Verpacken   | 10               |



## Aufgabe 2c) – Lösung

Der Zeitraum zwischen der Fertigstellung zweier Produkte wird als Zykluszeit des Gesamtprozesses bezeichnet. Sie wird durch die Zykluszeit des Flaschenhalses – hier das Färben – determiniert und beträgt somit 60 Minuten.

| Teilprozess                         | Zykluszeit (min)  |
|-------------------------------------|-------------------|
| Zuschneiden                         | 12                |
| <b>Färben</b>                       | <b>60</b>         |
| Trocknen                            | -                 |
| Nähen                               | 20                |
| Verpacken                           | 10                |
| <b>Zykluszeit<br/>Gesamtprozess</b> | <b>60 Minuten</b> |



## Aufgabe 2d) – Lösung

Bei der Durchlaufzeit handelt es sich um die Zeitdauer, die eine Produkteinheit im System verweilt. Die Durchlaufzeit einer Jeans beläuft sich auf **110 Minuten**, was  $(110/(8*60))$  0.23 Arbeitstagen entspricht.

| Teilprozess          | Verweildauer (min)         |
|----------------------|----------------------------|
| Zuschneiden          | 12                         |
| Färben               | 60                         |
| Trocknen             | 8                          |
| Nähen                | 20                         |
| Verpacken            | 10                         |
| <b>Durchlaufzeit</b> | <b>12+60+8+20+10 = 110</b> |



## Aufgabe 2e) – Lösung

Die Bestellung der Kundin bringt den Produktionsprozess erst in Gang. Bis die Jeans fertiggestellt ist, dauert es 0.23 Arbeitstage (Durchlaufzeit), danach wird sie versandt, was einen weiteren Arbeitstag in Anspruch nimmt. Insgesamt muss die Kundin 1.23 Arbeitstage auf ihre Jeans warten.

| Teilprozess          | Verweildauer (min)                        |
|----------------------|---|
| Zuschneiden          | 12  |
| Färben               | 60  |
| Trocknen             | 8   |
| Nähen                | 20  |
| Verpacken            | 10  |
| <b>Durchlaufzeit</b> | <b>110 Minuten =<br/>0.23 Arbeitstage</b> |
| Versenden            | 1 Arbeitstag                              |
| <b>Summe</b>         | <b>1.23 Arbeitstage</b>                   |



## Aufgabe 2f) – Lösung

Bei der Kapazität eines Arbeitstages handelt es sich um den maximal erreichbaren Output während – in diesem Fall – 8 Stunden. Die Kapazität des Gesamtprozesses wird wiederum durch den Flaschenhals determiniert und beläuft sich auf 8 Jeans pro Arbeitstag [J/d]. Die Kapazitäten der Teilprozesse sind in der Tabelle (letzte Spalte) ersichtlich.

| Teilprozess | Zykluszeit (min) | Kapazität (J/h)* | Kapazität (J/d)              |
|-------------|------------------|------------------|------------------------------|
| Zuschneiden | 12               | $60/12 = 5$      | <b><math>5*8 = 40</math></b> |
| Färben      | 60               | $60/60 = 1$      | <b><math>1*8 = 8</math></b>  |
| Trocknen    | -                | $\infty$         | $\infty$                     |
| Nähen       | 20               | $60/20 = 3$      | <b><math>3*8 = 24</math></b> |
| Verpacken   | 10               | $60/10 = 6$      | <b><math>6*8 = 48</math></b> |

\*J/h = Jeans/Stunde





## Aufgabe 2g) – Lösung

Der Auslastungsgrad für die einzelnen Schritte berechnet sich wie folgt:

$$\frac{\text{Tatsächlicher Output pro Zeiteinheit}}{\text{Kapazität pro Zeiteinheit}} * 100\%$$

Es ist anzumerken, dass der Flaschenhals den tatsächlichen Output pro Arbeitstag determiniert und zu 100 Prozent ausgelastet ist.

| Teilprozess | Zykluszeit (min) | Tatsächlicher Output (J/d) | Kapazität (J/d) | Auslastungsgrad        |
|-------------|------------------|----------------------------|-----------------|------------------------|
| Zuschneiden | 12               | 8                          | 40              | <b>8/40*100% = 20%</b> |
| Färben      | 60               | 8                          | 8               | <b>8/8*100% = 100%</b> |
| Trocknen    | -                | 8                          | ∞               | -                      |
| Nähen       | 20               | 8                          | 24              | <b>8/24*100% = 33%</b> |
| Verpacken   | 10               | 8                          | 48              | <b>8/48*100% = 17%</b> |



## Aufgabe 3a) – Lösung

Aufbauend auf den Lösungen von Aufgabe 2a) wird die Dauer der Teilprozesse durch die (neue) Anzahl an Arbeitskräften dividiert. Die entsprechenden Zykluszeiten für die einzelnen Teilprozesse sind in untenstehender Tabelle in der letzten Spalte abzulesen.

| Teilprozess | Zykluszeit bei 1<br>Arbeitskraft<br>(min) | Produktionsrate<br>bei 1 Arbeitskraft<br>(J/h) | Anzahl<br>Arbeits-<br>kräfte | Zykluszeit<br>(min) |
|-------------|---|--|------------------------------|---------------------|
| Zuschneiden | 12  | 5  | 1                            | $12/1 = 12$         |
| Färben      | 60  | 1  | 5                            | $60/5 = 12$         |
| Trocknen    | -   | $\infty$                                       | 0                            | -                   |
| Nähen       | 20  | 3  | 2                            | $20/2 = 10$         |
| Verpacken   | 10  | 6  | 1                            | $10/1 = 10$         |



## Aufgabe 3b) – Lösung

Zuschneiden und Färben bilden den Flaschenhals, da diese beiden Prozessschritte die längste Zykluszeit aufweisen.

| Teilprozess | Zykluszeit bei 1 Arbeitskraft (min) | Produktionsrate bei 1 Arbeitskraft (J/h) | Anzahl Arbeitskräfte | Zykluszeit (min) |
|-------------|-------------------------------------|--|----------------------|------------------|
| Zuschneiden | 12                                  | 5  | 1                    | 12               |
| Färben      | 60                                  | 1  | 5                    | 12               |
| Trocknen    | -                                   | $\infty$                                 | 0                    | -                |
| Nähen       | 20                                  | 3  | 2                    | 10               |
| Verpacken   | 10                                  | 6  | 1                    | 10               |



## Aufgabe 3c) – Lösung

Die Zykluszeit des Gesamtprozesses wird durch den Flaschenhals determiniert und beträgt 12 Minuten.

| Teilprozess                     | Zykluszeit bei 1 Arbeitskraft (min) | Produktionsrate bei 1 Arbeitskraft (J/h) | Anzahl Arbeitskräfte | Zykluszeit (min)  |
|---------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Zuschneiden                     | 12                                  | 5  | 1                    | <b>12</b>         |
| Färben                          | 60                                  | 1  | 5                    | <b>12</b>         |
| Trocknen                        | -                                   | $\infty$                                 | 0                    | -                 |
| Nähen                           | 20                                  | 3  | 2                    | 10                |
| Verpacken                       | 10                                  | 6  | 1                    | 10                |
| <b>Zykluszeit Gesamtprozess</b> |                                     |  |                      | <b>12 Minuten</b> |



## Aufgabe 3d) – Lösung

Die Durchlaufzeit berechnet sich aus der Summe der Zeitdauern der einzelnen Prozessschritte. Annahme: Nur 1 Person kann jeweils an einer Jeans arbeiten. Daher beträgt die Durchlaufzeit somit wie in Aufgabe 2d immer noch **110 Minuten = 0.23 Arbeitstage**.

| Teilprozess          | Dauer Prozessschritt (min) |
|----------------------|----------------------------|
| Zuschneiden          | 12                         |
| Färben               | 60                         |
| Trocknen             | 8                          |
| Nähen                | 20                         |
| Verpacken            | 10                         |
| <b>Durchlaufzeit</b> | <b>110</b>                 |



## Aufgabe 3e) – Lösung

Die Kapazität des Gesamtprozesses wird wiederum durch den Flaschenhals determiniert und beläuft sich auf 40 Jeans pro Arbeitstag. Die Kapazitäten der Teilprozesse sind in der Tabelle (letzte Spalte) ersichtlich.

| Teilprozess | Zykluszeit (min) | Kapazität (J/h) | Kapazität (J/d) |
|-------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Zuschneiden | 12               | 5               | 40              |
| Färben      | 12               | 5               | 40              |
| Trocknen    | -                | $\infty$        | $\infty$        |
| Nähen       | 10               | 6               | 48              |
| Verpacken   | 10               | 6               | 48              |



## Aufgabe 4a) – Lösung

Durch die Batchproduktion beim Färben fallen die 40 Minuten an Rüstzeit nur einmal pro 10 Jeans an. Dadurch wird die Zykluszeit beim Färben auf 4.8 Minuten verkürzt. Die Zykluszeiten der anderen Teilprozesse bleiben unverändert.

| Teilprozess | Zykluszeit bei 1<br>Arbeitskraft<br>(min) | Produktionsrate<br>bei 1<br>Arbeitskraft (J/h) | Anzahl<br>Arbeits-<br>kräfte | Zykluszeit<br>(min) |
|-------------|---|--|------------------------------|---------------------|
| Zuschneiden | 12  | 5  | 1                            | $60/(5*1) = 12$     |
| Färben      | $(40 + 20*10)/10$<br>$= 24$               | 2.5  | 5                            | $60/(2.5*5) = 4.8$  |
| Trocknen    | -   | $\infty$                                       | 0                            | -                   |
| Nähen       | 20  | 3  | 2                            | $60/(3*2) = 10$     |
| Verpacken   | 10  | 6  | 1                            | $60/(6*1) = 10$     |



## Aufgabe 4b) – Lösung

Zuschneiden ist der Flaschenhals, da es die längste Zykluszeit aufweist.

| Teilprozess        | Zykluszeit bei 1 Arbeitskraft (min) | Produktionsrate bei 1 Arbeitskraft (J/h) | Anzahl Arbeitskräfte | Zykluszeit (min) |
|--------------------|-------------------------------------|--|----------------------|------------------|
| <b>Zuschneiden</b> | 12                                  | 5  | 1                    | <b>12</b>        |
| Färben             | 24                                  | 2.5                                      | 5                    | 4.8              |
| Trocknen           | -                                   | $\infty$                                 | 0                    | -                |
| Nähen              | 20                                  | 3  | 2                    | 10               |
| Verpacken          | 10                                  | 6  | 1                    | 10               |





## Aufgabe 4c) – Lösung

Die Zykluszeit des Gesamtprozesses wird durch den Flaschenhals – das Zuschneiden – determiniert und beträgt 12 Minuten.

| Teilprozess                     | Zykluszeit bei 1 Arbeitskraft (min) | Produktionsrate bei 1 Arbeitskraft (J/h) | Anzahl Arbeitskräfte | Zykluszeit (min)  |
|---------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Zuschneiden                     | 12                                  | 5  | 1                    | <b>12</b>         |
| Färben                          | 24                                  | 2.5                                      | 5                    | 4.8               |
| Trocknen                        | -                                   | $\infty$                                 | 0                    | -                 |
| Nähen                           | 20                                  | 3  | 2                    | 10                |
| Verpacken                       | 10                                  | 6  | 1                    | 10                |
| <b>Zykluszeit Gesamtprozess</b> |                                     |  |                      | <b>12 Minuten</b> |



## Aufgabe 4d) – Lösung/1

Vorüberlegungen:

- Die **Rüstzeit im Prozessschritt Färben** kann durch die 5 Arbeitskräfte reduziert werden, da sie das Farbbad gemeinsam auffüllen. Somit reduziert sich die Rüstzeit auf  $40 \text{ Minuten} / 5 = 8$  Minuten.
- Die anschließende **Bearbeitungszeit im Teilprozess Färben** beträgt aber weiterhin 20 Minuten.
- Nur je 1 Arbeitskraft kann die Jeans nähen und anschliessend verpacken, daher beträgt die **Bearbeitungszeit im Teilprozess Nähen** weiterhin 20 Minuten und im **Teilprozess Verpacken** weiterhin 10 Minuten.



## Aufgabe 4d) – Lösung/2

Die Durchlaufzeit berechnet sich wiederum aus der Summe der Zeitdauern der einzelnen Prozessschritte. Das Färben dauert nun noch 28 Minuten, weshalb sich die Durchlaufzeit auf 78 Minuten = 0.16 Arbeitstage verkürzt.

| Teilprozess                     | Anzahl Arbeitskräfte | Zeitdauer Eilauftrag (min)           |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Zuschneiden                     | 1                    | 12                                   |
| Färben                          | 5                    | $40/5 + 20 = 28$                     |
| Trocknen                        | 0                    | 8                                    |
| Nähen                           | 2                    | 20                                   |
| Verpacken                       | 1                    | 10                                   |
| <b>Durchlaufzeit Eilauftrag</b> |                      | <b>78 Minuten = 0.16 Arbeitstage</b> |



## Aufgabe 4d) – Lösung/3

Nach Eingang eines Eilauftrags dauert es **1.16 Arbeitstage** bis die Jeans fertiggestellt und bei der Kundin angekommen ist.

| Teilprozess                       | Zeitdauer<br>Eilauftrag (min)            |
|-----------------------------------|--|
| Zuschneiden                       | 12                                       |
| Färben                            | 28                                       |
| Trocknen                          | 8  |
| Nähen                             | 20                                       |
| Verpacken                         | 10                                       |
| <b>Durchlaufzeit</b>              | <b>78 Minuten =<br/>0.16 Arbeitstage</b> |
| Versenden                         | 1 Tage                                   |
| <b>Gesamtdauer<br/>Eilauftrag</b> | <b>1.16 Arbeitstage</b>                  |



## Aufgabe 5a) – Lösung

Um die Arbeitskosten pro Einheit zu berechnen, wird für jeden Teilprozess die Zykluszeit in Stunden umgerechnet und mit dem Stundensatz der Arbeitskosten multipliziert. In der Summe liegen die Arbeitskosten einer Jeans bei **22.00 CHF**.

| Teilprozess  | Zykluszeit bei einer<br>Arbeitskraft (min) | Arbeitskosten<br>(CHF/h) | Arbeitskosten pro<br>Einheit (CHF)                   |
|--------------|--|--------------------------|--|
| Zuschneiden  | 12   | 20                       | $12/60 \cdot 20 = 4.00$                              |
| Färben       | 24   | 20                       | $24/60 \cdot 20 = 8.00$                              |
| Trocknen     | -  | 0                        | 0  |
| Nähen        | 20   | 20                       | $20/60 \cdot 20 = 6.67$                              |
| Verpacken    | 10   | 20                       | $10/60 \cdot 20 = 3.33$                              |
| <b>Summe</b> |  |                          | <b><math>4+8+6.67+3.33 =</math><br/><b>22.00</b></b> |



## Aufgabe 5b) – Lösung

Um das in einer Jeans gebundene Kapital zu berechnen, summiert man diejenigen Kosten auf, welche für die Produktion aufgewendet werden. Dabei handelt es sich um die Material- und Arbeitskosten sowie die Kosten für das Verpackungsmaterial.

|                                | Kosten pro Jeans (CHF) |
|--------------------------------|------------------------|
| Materialkosten                 | 50.00                  |
| Arbeitskosten                  | 22.00                  |
| Kosten für Verpackungsmaterial | 40.00                  |
| <b>Gebundenes Kapital</b>      | <b>112.00</b>          |



## Aufgabe 5c) – Lösung

Der **durchschnittliche Lagerbestand** beläuft sich auf einen halben Batch für jede der zwei Farben:

$$\left(\frac{1}{2} \text{Batchgrösse}\right) * (\text{Anzahl Farben}) = \left(\frac{1}{2} * 10 \text{Jeans}\right) * 2 = 10 \text{Jeans}$$

Das **im Lager gebundene Kapital** ergibt sich aus dem durchschnittlichen Lagerbestand multipliziert mit dem gebundenen Kapital pro Jeans.

$$112.00 \frac{\text{CHF}}{\text{Jeans}} * 10 \text{Jeans} = 1120 \text{CHF}$$

Die **Gesamtkosten des Lagers** belaufen sich auf 10% des im Lager gebundenen Kapitals und belaufen sich somit auf:

$$1120 \text{CHF} * 0.1 = \mathbf{112 \text{CHF}}$$



## Aufgabe 5d) – Lösung

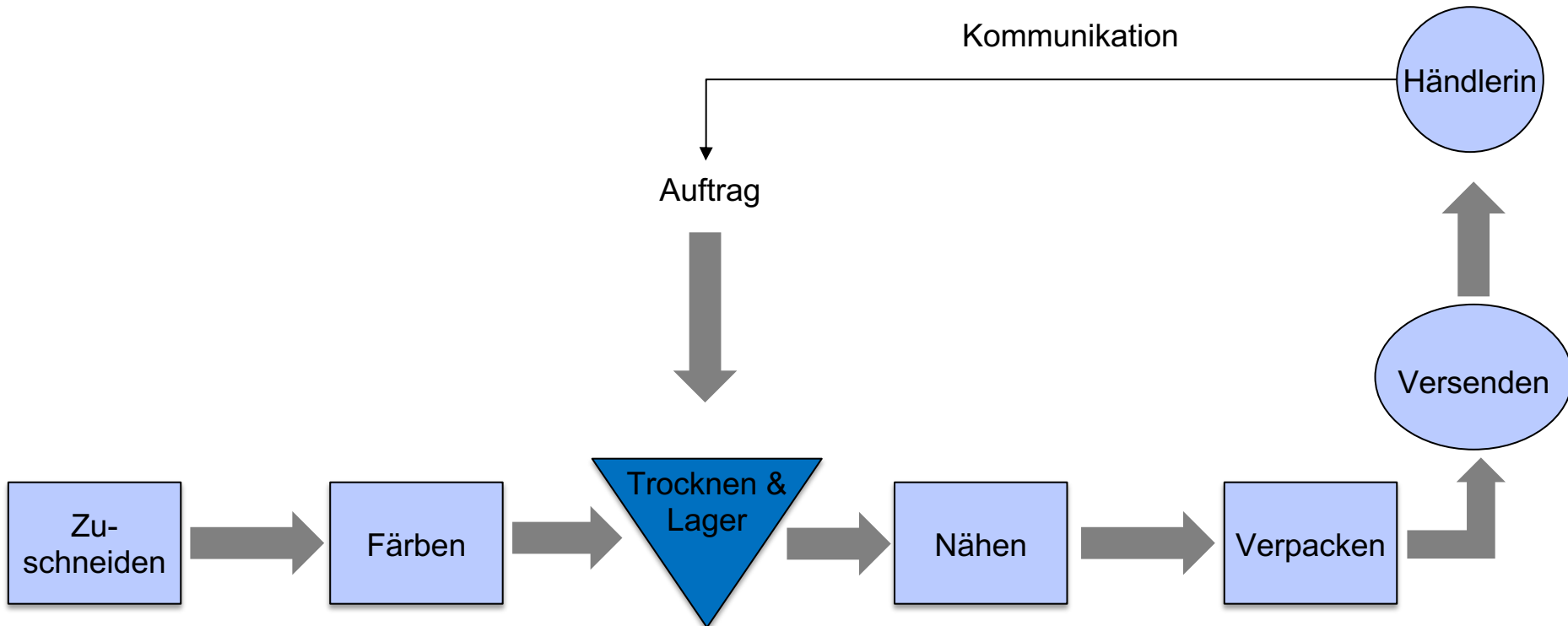
In diesem Fall handelt es sich um einen Produktionsvorgang, welcher „to stock“ – also auf Lager – produziert. Geht eine Bestellung ein, kann die Jeans sofort versandt werden. Kundinnen müssen somit **1 Arbeitstag** auf ihre Jeans warten.

| Teilprozess     | Dauer               |
|-----------------|---------------------|
| <b>Endlager</b> |                     |
| Versenden       | 1 Arbeitstag        |
| <b>Summe</b>    | <b>1 Arbeitstag</b> |





## Aufgabe 6a) – Lösung





## Aufgabe 6b) – Lösung/1

Im Zwischenprodukt sind lediglich die Arbeitskosten fürs Zuschneiden und Färben gebunden. Diese belaufen sich auf 12.00 CHF pro Jeans.

| Teilprozess                              | Zykluszeit bei einer Arbeitskraft (min) | Arbeitskosten (CHF/h) | Arbeitskosten pro Einheit (CHF) |
|--|---|-----------------------|---------------------------------|
| Zuschneiden                              | 12                                      | 20                    | 4.00                            |
| Färben                                   | 24                                      | 20                    | 8.00                            |
| <b>Arbeitskosten pro Zwischenprodukt</b> |   |                       | <b>4.00 + 8.00 = 12.00</b>      |
| <b>Zwischenlager</b>                     |   |                       |                                 |



## Aufgabe 6b) – Lösung/2

Zu den Arbeitskosten kommen nun noch die Materialkosten von CHF 50 hinzu. Insgesamt beläuft sich das in einem Zwischenprodukt gebundene Kapital auf **62.00 CHF**.

|                               | Kosten pro<br>Jeans (CHF) |
|-------------------------------|---------------------------|
| Materialkosten                | 50.00                     |
| Arbeitskosten                 | 12.00                     |
| <b>Gebundenes<br/>Kapital</b> | <b>62.00</b>              |



## Aufgabe 6c) – Lösung

Der **durchschnittliche Lagerbestand** beläuft sich auf einen halben Batch für jede der zwei Farben:

$$\left(\frac{1}{2} \text{Batchgrösse}\right) * (\text{Anzahl Farben}) = \left(\frac{1}{2} * 10 \text{Jeans}\right) * 2 = 10 \text{Jeans}$$

Das **im Lager gebundene Kapital** ergibt sich aus dem durchschnittlichen Lagerbestand multipliziert mit dem gebundenen Kapital pro Zwischenprodukt.

$$62.00 \frac{\text{CHF}}{\text{Jeans}} * 10 \text{Jeans} = 620 \text{CHF}$$

Die **Gesamtkosten des Zwischenlagers** belaufen sich auf 10% des im Zwischenlager gebundenen Kapitals und belaufen sich somit auf:

$$620 \text{CHF} * 0.1 = 62 \text{CHF}$$



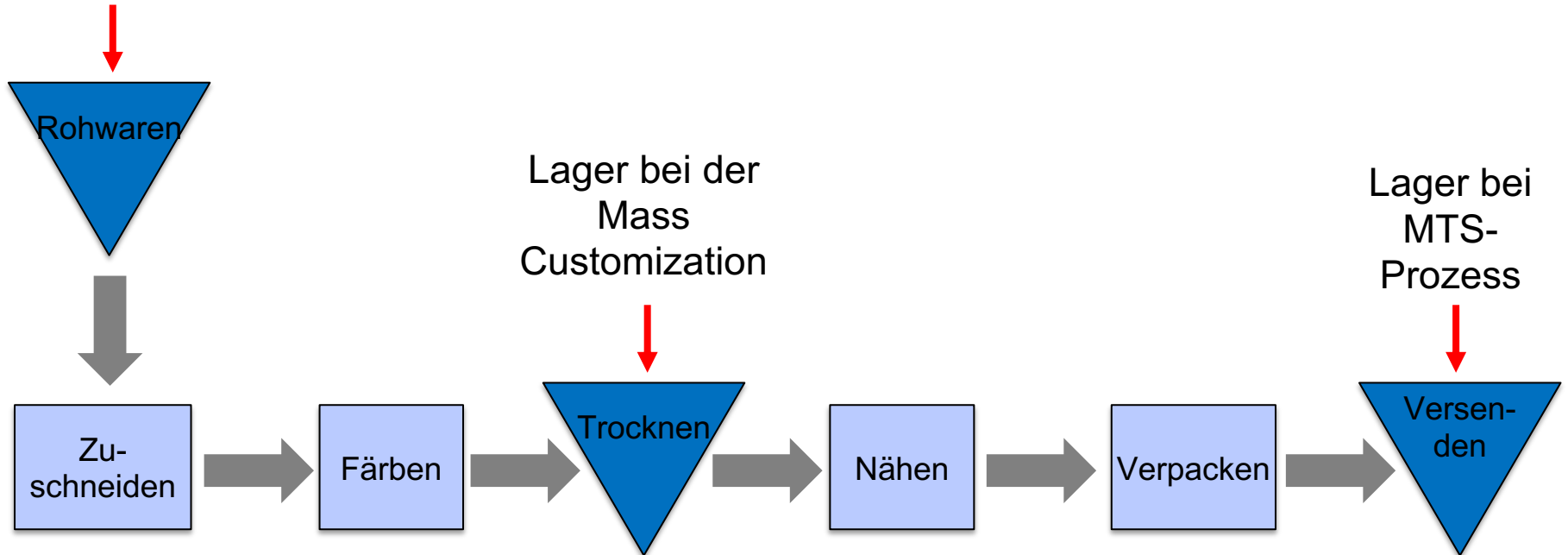
## Aufgabe 6d) – Lösung

Nach Eingang der Bestellung wird das Zwischenprodukt fertiggestellt und versandt. Insgesamt muss die Kundin **1.06 Arbeitstage** auf seine Jeans warten.

| Teilprozess          | Dauer                                |
|----------------------|--------------------------------------|
| Zwischenlager        |                                      |
| Nähen                | 20 Minuten                           |
| Verpacken            | 10 Minuten                           |
| <b>Durchlaufzeit</b> | <b>30 Minuten = 0.06 Arbeitstage</b> |
| Versenden            | 1 Arbeitstag                         |
| <b>Summe</b>         | <b>1.06 Arbeitstage</b>              |

## Aufgabe 7 – Lösung/1

Lager bei MTO-  
Prozess





## Aufgabe 7 – Lösung/2

|                    | <b>MTO</b>       | <b>MTS (Batch = 10)</b> | <b>Mass Customization</b> |
|--------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>Wartezeit</b>   | 1.23 Arbeitstage | 1 Arbeitstag            | 1.06 Arbeitstage          |
| <b>Lagerkosten</b> | 0 CHF            | 112 CHF                 | 62 CHF                    |

Der Trade-off besteht zwischen der Wartezeit für die Kundin und den Lagerkosten für Tommy. Je schneller die Jeans geliefert werden sollen, desto mehr Geld muss Tommy ins Lager investieren.