

# Fertigungsstättenplanung

- 1.) Erläutern Sie die Begriffe **Produktionssystem, Fabrikstrukturebenen, Produktionsfaktoren, Ressourcen** !

## **Produktionssystem:**

- Menge von Elementen der Produktion, denen eine bestimmte Struktur (S) aufgeprägt ist.
- Elemente = Objekte der Produktion
- Produktionsfaktoren, Ressourcen, Strukturebenen, Daten, Kennzahlen ...
- Strukturen = Beziehung, Relationen, stoffliche, personelle, informationelle, technisch-technologisch

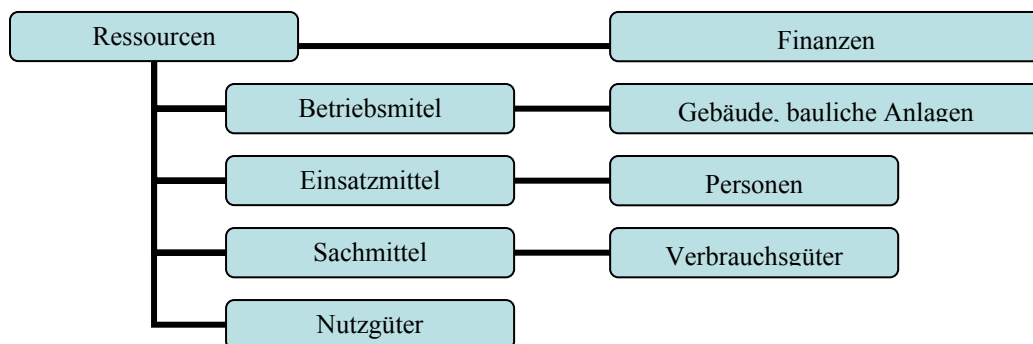
## **Produktionsfaktoren:**

- 1. Technik
  - Maschine
  - Anlagen
  - Prüfmittel
  - Kommunikationstechnik
  - technologische Ausrüstung
- 2. Menschen - nicht wertschöpfend, wertschöpfend
- 3. Stoff
  - Material
  - Medien
  - Abfall
- 4. Information

## **Fabrikstrukturebenen:**

- Infrastruktur
- Fabrik
- Gebäude
- Bereich
- Arbeitsplatz

## **Ressourcen:**



2.) Ordnen Sie die wesentlichen rechnerunterstützten Ingenieurarbeiten (**CAE-Module**) dem **PEP** (Produktionsentwicklungsprozess) zu !

- CAD       => Konstruktion und Entwicklung
- CAP       => Arbeitsplanung
- CAM       => Teilefertigung, Montage, Lagerung und Transport
- CAQ       => Qualitätssicherung
- (- PPS       => Produktionsplanung und -steuerung)

3.) Beschreiben Sie die Stellung der **FSP (Fertigungsstättenplanung) innerhalb der AVO (Arbeitsvorbereitung) !**

- Überschaubarkeit der Fertigung wird aufgrund steigender Komplexität der Produkte schwieriger
- => Notwendigkeit, die Vorbereitung und Durchführung zu planen

4.) Erläutern Sie die **Gleichung für den Maschinenstundensatz !**

$$MSS = MSK_{\text{fix}} + MSK_{\text{var}}$$
$$MSK_{\text{fix}} = \frac{1}{T_n} * \underbrace{(\text{Zinskosten} + \text{Abschreibungskosten} + \text{Raumkosten} + \text{planmäßige Wartungskosten})}_{\text{über das Jahr}}$$

$T_n$  => Einsatzdauer, jährliche Nutzungszeit

5.) Wodurch wird die **Generalstruktur** der Fabrik (Produkt, Produktion, Logistik, Organisation) beschrieben ?

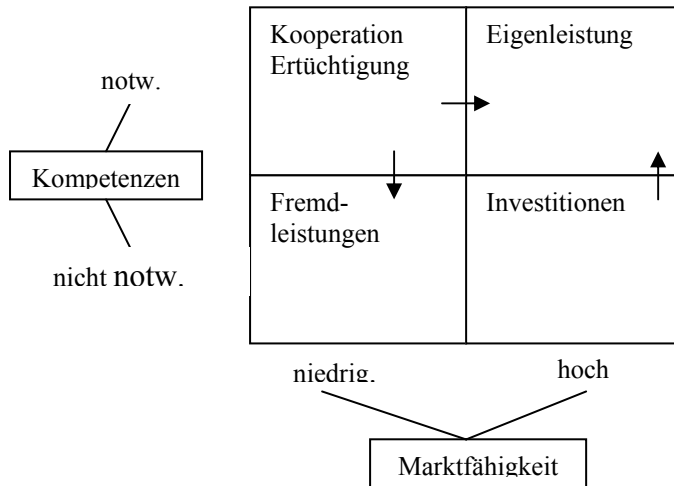
→ **Generalstrukturplan**

1. Produkt - Produktsegmente

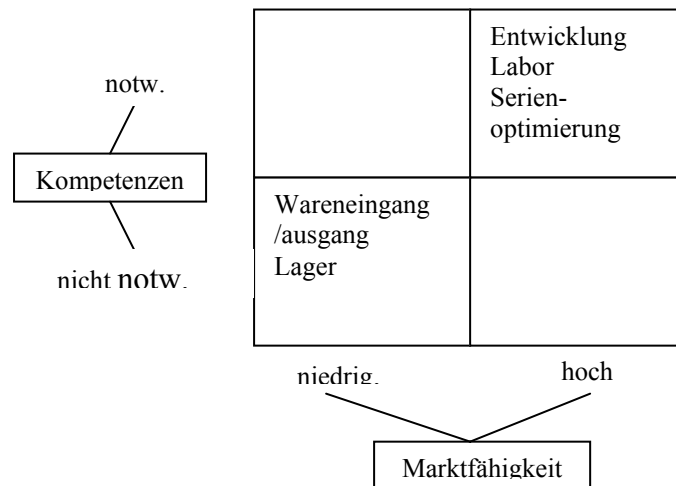
- A) standardisierte Produkte
- B) Produktion mit standardisierten Teile
- C) kundenspezifische Sonderprodukte

- Baukasten

2. Produktion    Eigenleistungen / Fremdleistungen

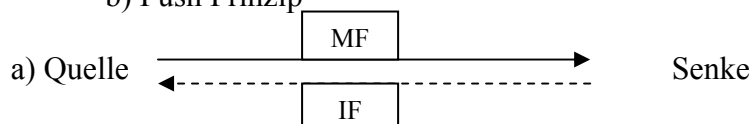


3. Organisation    Eigenleistungen / Fremdleistungen



4. Logistik => Produktionslogistik: Fertigungssteuerung

- a) Pull Prinzip
- b) Push Prinzip



6.) Nennen Sie **3 Grade, die für die FSP von Belang** sind und skizzieren Sie die Zusammenhänge !

- Automatisierungsgrad
- Spezialisierungsgrad
- Kooperationsgrad

7.) Nennen Sie zur Digitalen Fabrik Möglichkeiten der **digitalen Bestandserfassung** und **Referenzmodelle** für die **digitale Fertigungsstättenplanung** !

- Bestand/Bedarf: Vermessung, Dokumentation, Datenbank, Feststellung des IST-Zustandes
- Referenzmodell:
  - vereinfachte Nachbildung
  - Ableitung von Lösungsansätzen für den spez. Fall
  - Abbildung von Original
  - objektorientiert (z.B.: Klasseneinteilung, Kapselung)
  - nicht objektorientiert (z.B.: Materialfluss-, Layoutplanung)

8.) Welcher **Unterschied** besteht **zwischen den Gleichungen zur Dimensionierung der Objektzahl und Arbeitskräfteanzahl** ?

Objektzahl =  $Z_{ob}$  Berechnung nach Kennzahlen

Arbeitskräfteanzahl =  $Z_{AK}$  Berechnung nach Leistungskennzahlen

$$Z_{ob} = \frac{P}{p * z_{sch}} * (1 \pm f_k)$$

$p$  => spezifische Leistung einer Objekteinheit

$f_k$  => Korrekturfaktor welcher Änderung gegenüber Vergleichsbetrieb ausdrückt

$z_{sch}$  => Anzahl der Schichten

$P$  => für den Planungszeitraum geplante Leistung in Mengen- oder Werteinheiten

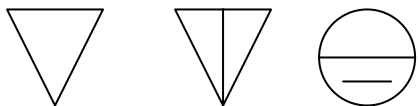
$$Z_{AK} = \frac{P}{p * (1 + f_p)}$$

=> spezifische Leistung einer Arbeitskraft (Durchschnitt) an Gesamtleistung

=>  $f_p$  Faktor der geplanten Produktionssteigerung

9.) Mit welchen Angaben wird ein **2D-Modell** für eine technologische Ausrüstung beschrieben ?

- Umrisse
- Bedienstellen



- VE-Stellen, Medien, Abfälle



E

p  
Druckluft

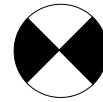
W  
Wasser

KSS

S  
Absaugung

Abfälle

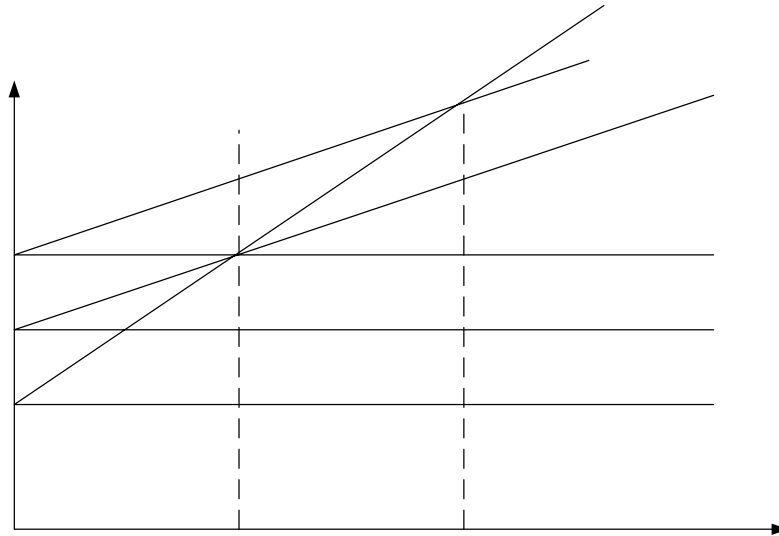
- Maßangaben (Höhen, Baugrößen, Maßbezugspunkt



)

- Ausrüstungsbezeichnung (z.B.: Maschinenbezeichnung)

10.) Wie kann in Abhängigkeit vom Wiederbeschaffungswert des Maschinenarbeitsplatzes die **wirtschaftliche Schichtnutzung in Diagramm** dargestellt werden ?



11.) Mit welcher Gleichung kann die **Anzahl der Montagestationen** berechnet werden (Gleichung, Berechnungsgrößen, Einheiten) ?

$$Z_{MS} = \frac{MU}{t_{\text{theor}}} \quad MU = \left[ \frac{s}{\text{Teil}}; \frac{\text{min}}{\text{Teil}} \right]$$

MU => Montageumfang

$t_{\text{theor}}$  => theoretische Taktzeit [s;min] (Zeit in der ein montiertes Teil aus MS ausgestoßen wird)

$$t_{\text{theor}} = \frac{AZF_{\text{verf}} * f_N * \eta_{\text{sch}}}{m}$$

$$AZF = (d_K - d_S) * \frac{8h}{\text{sch}} * z_{\text{sch}}$$

$d_K$  => Kalendertage

$d_S$  => arbeitsfreie Tage

$z_{\text{SCH}}$  => Anzahl der Schichten

AZF => Arbeitszeit ....

$\eta_{\text{sch}}$  => Schichtauslastungsgrad (0,7 ... 0,8)

$f_N$  => Faktor der Normerfüllung (Durchschnittlicher Zeitgrad der Objektgruppe)

$m$  => Stückzahl /a

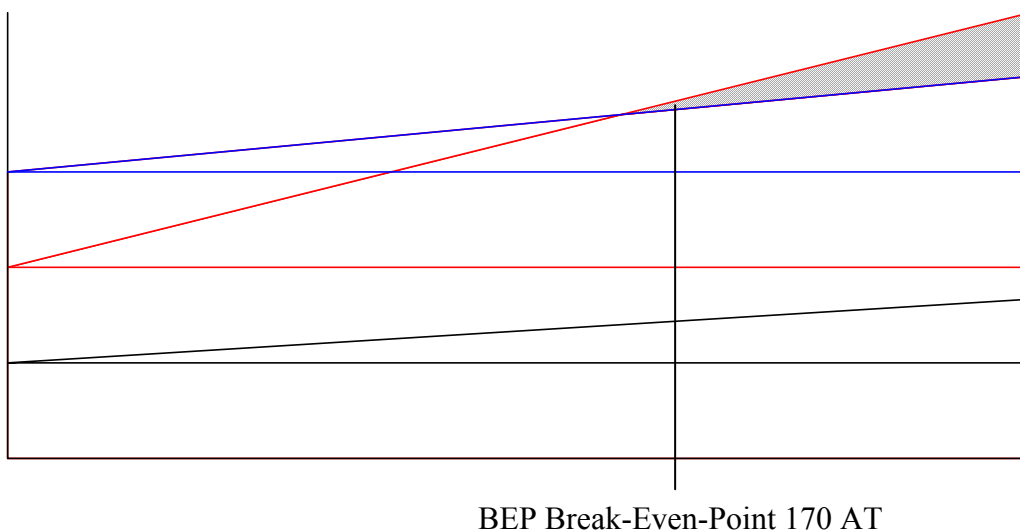
ntkosten

- 12.) Wie erfolgt eine **Kostenvergleichsrechnung** zur Ermittlung der Anzahl **auszuzondernder Maschinen für eine neue Maschine**, sowie des **Zeitpunktes, ab dem Gewinn erzielt werden kann** ?

Anzahl der auszuzondernden Maschinen

$$Z_{ob} = \frac{\text{Kosten fix neu} + \text{Kosten var neu}}{\text{Kosten fix alt} + \text{Kosten var alt}}$$

Beispiel:                      Kosten fix (alt) = 122T€/a    Kosten var (alt) = 81T€/a  
    Kosten fix (neu) = 303T€/a    Kosten var (alt) = 86T€/a  
 $Z_{ob} = 2$



- 13.) Erläutern Sie den Unterschied zwischen **Verbund-** und **Parallelnummern-System** ?

Parallelnummernsystem

- Sachnummer setzt sich aus zwei eigenständigen Nummern zusammen, der Ident-Nummer und der Klassifizierungsnummer, die je nach Bedarf einsetzbar sind

Verbundnummernsystem

- Sachnummer wird gebildet aus einer Nummer, welche sich aus identifizierendem klassifizierendem Teil zusammensetzt, beide Teilnummern sind nicht selbständig einsetzbar

- 14.) Nach welchen Merkmalen/Parametern können **Typenvertreter** zugeordnet werden ?

„Teile“-Typenvertreter (reale oder fiktive)

(- fiktiv > bedeutet Gewichtsbestimmung über gedachte TV)

(- real > Kapazitätsbestimmung)

- Konstruktion (geometrische Komponenten) > Form, Abmessungen, Werkstoff

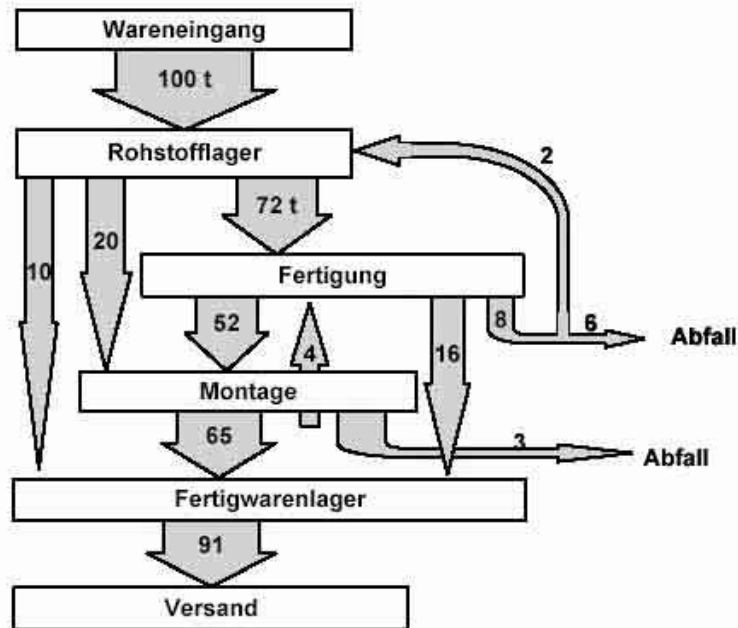
- Verfahren und Werkzeuge (technologische Komponenten) > Operation-Folge, Verfahrens Gruppe, Maschinen Gruppe

- PPS (organisatorische Komponenten) > Bruttobedarf (Stk/a)m Nettobedarf (Lagerbestände), Vorlaufzeit

- 15.) Skizzieren Sie zu den folgenden 3 Darstellungsmethoden ...;
- zweidimensionale Darstellung** (Sankey-Diagramm)
  - mathematische Darstellung** (Matrix)

### Sankey Diagramm

- zur Darstellung des Materialflusses anhand der Reihenfolge des Fertigungsablaufes, berücksichtigt nicht die tatsächliche räumliche Anordnung



### Matrix

- kann auch die Anzahl der Förder- und Förderhilfsmittel sowie Förderkosten und Entfernungen enthalten  
 - mit Matrizen können mehrere Materialfluschaubilder erzeugt werden, welche einen guten Überblick über quantitative und räumliche Materialflüsse und Arbeitsabläufe erzeugen.

Anzahl Transporteinheiten									
nach									
von		Rohstofflager	Fertigung	Montage	Fertigwarenlager	Abfälle, Verschnitt	Versand	Schrott	Summe
Wareneingang		100							100
Rohstofflager			72	20	10				102
Fertigung				52	16	8			76
Montage			4		65	3			72
Fertigwarenlager							91		91
Abfälle, Verschnitt		2						9	11
Summe		102	76	72	91	11	91	9	

- 16.) Ermitteln Sie die **Systemzuverlässigkeit** für ein verkettetes Fertigungssystem, wenn gegeben ist: Eine Anlage A verkettet mit 2 redundanten Anlagen B1 und B2 und diese verkettet mit der Anlage C, wobei für alle Anlagen die Einzelzuverlässigkeit 0,8 gegeben ist !

17.) „Ungarisches Verfahren“

1.) Ausgangsmatrix erstellen (Transport-Leistungsmatrix)

47	25	39	75	32
47	26	39	74	36
43	27	35	69	38
46	22	46	74	36
52	23	56	83	44

2.) Zeilenreduktion

47	25	39	75	32
47	26	39	74	36
43	27	35	69	38
46	22	46	74	36
52	23	56	83	44

42	0	14	50	7	/-25
42	0	13	48	10	/-26
16	0	8	42	11	/-27
24	0	24	52	14	/-22
29	0	33	60	21	/-23

3.) Spaltenumformung

22	0	14	50	7
21	0	13	48	10
16	0	8	42	11
24	0	24	52	14
29	0	33	60	21

6	0	6	8	0
5	0	5	6	0
0	0	0	0	0
8	0	16	10	3
13	0	25	18	10
/-16	0	/-8	/-42	/-11

- Nullen überdecken



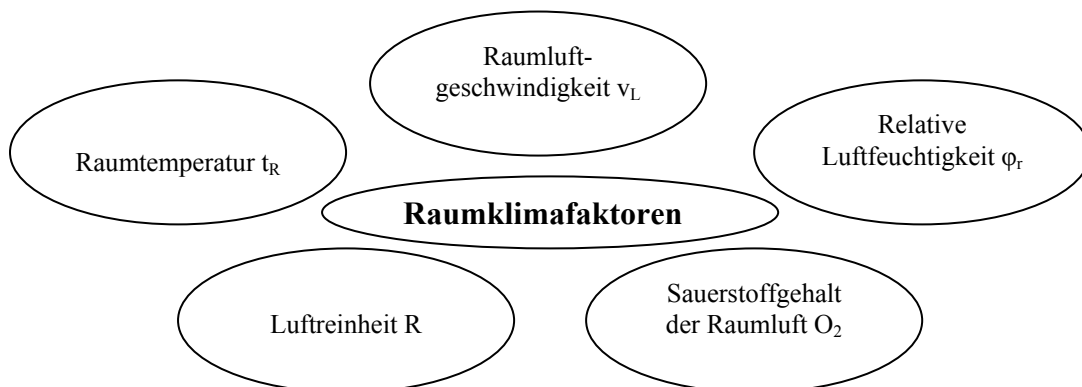
**1.) Welchen Einfluss haben raumklimatische Bedingungen im Arbeitsbereich auf Mensch, Produkt und Prozess ?**

- klimatische Bedingungen haben Einfluss auf das allgemeine Befinden und die Leistungsfähigkeit des Menschen
- werden bestimmte Größen des Raumklimas nicht eingehalten können mangelnde Arbeitsleistung, hoher Krankenstand, Prozessinstabilität, Messfehler (Messraum) und Qualitätseinbußen (Hochgenauigkeitsbearbeitung) die Folge sein

**2.) Nennen Sie relevante Raumanforderungen, die insbesondere die Wechselwirkungen zwischen Fabrikplanung und Bauwerk charakterisieren !**

- beim Begriff „Raumklima“ müssen insbesondere die Wechselwirkungen der Raumklimafaktoren betrachtet werden
- allgemein formulierter Anspruch: sauerstoffreiche, leicht bewegte (gleichzeitig zugfreie) Luft ohne Schadstoffe, die eine „angenehme“ Temperatur und Luftfeuchtigkeit hat

**3.) Durch welche Faktoren wird das Raumklima bestimmt ? Stellen Sie die spezifischen Forderungen des Menschen heraus !**



- das Behaglichkeitsgefühl des Menschen wird auch mit Begriff „Behaglichkeitsbereich“ verknüpft
- drückt das Wohlbefinden des Menschen in Abhängigkeit von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und Luftgeschwindigkeit aus

**4.) Wie wird die vom Menschen empfundene Raumtemperatur ( $t_{empf.}$ ) bestimmt ?**

$$t_{empf.} = \frac{t_L + t_U}{2} = \frac{t_L + t_{Str.}}{2}$$

$t_{empf.}$	...	empfundene Raumtemperatur
$t_L$	...	durchschnittliche Lufttemperatur
$t_U$	...	durchschnittliche Temperatur der Umschließungsflächen
$t_{Str.}$	...	durchschnittliche Strahlungstemperatur

**5.) Was sind MAK-Werte und wie werden sie in die Bestimmung des Raumlufbedarf einbezogen ?**

- MAK-Werte ... **Maximale Arbeitsplatzkonzentration**
- geben die Grenze einer Konzentration an, bei deren Einwirkung auf den Menschen in einer bestimmten Zeit keine Gesundheitsschäden befürchtet werden müssen
- die Überprüfung, ob MAK- oder TRK-Werte eingehalten werden, ist gefordert, wenn das Auftreten eines oder mehrerer gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen ist

- Berechnung der Schadstoffkonzentration: 
$$K_{St} = \frac{V_{Sch}}{z \circ V_R}$$

$K_{St}$  ... Konzentration im stationären Zustand g/m<sup>3</sup>

$V_{Sch}$  ... Schadstoffeintrag in g/h

$z$  ... Luftwechselzahl in h<sup>-1</sup>

$V_R$  ... Raumvolumen in m<sup>3</sup>

- der Vergleich der vorliegenden Konzentration mit dem MAK-Wert lässt Rückschlüsse über notwendige Be- und Entlüftung zu
- damit kann der erforderliche Luftvolumenstrom bestimmt werden:

$$\dot{V} = \frac{\dot{V}_{Sch}}{n \circ MAK}$$

$\dot{V}$  ... Luftvolumenstrom in m<sup>3</sup>/h  
 $n$  ... Sicherheitsfaktor (< 1)

**6.) Welche Möglichkeiten der Lüftung unterteilen Sie ? Nennen Sie wesentliche Unterscheidungsmerkmale !**

Möglichkeiten der Lüftung: - freie Lüftung (natürliche Lüftung)  
- lüftungstechnische Anlagen (Zwangslüftung)

Unterscheidungsmerkmale:

*Freie Lüftung:*

- Förderung der Luft durch Druckunterschiede infolge Wind und/oder Temperaturdifferenzen zwischen außen und innen
- keine dauerhafte Sicherstellung der Minderung gefährlicher Stoffe am Arbeitsplatz
- Verschlechterung der Erfassung gefährlicher Stoffe infolge unregelmäßiger bzw. undefinierter Raumlufströmungen
- keine Reinigung der Zu- und Abluft (gezielte Konditionierung)
- keine Rückgewinnung der in der Abluft enthaltenen Wärme

*Zwangslüftung:*

- maschinelle Förderung der Luft zur Sicherstellung eines angestrebten Raumlufzustandes
- wenn freie Lüftung nicht möglich ist

- wenn die Lage der Räume einer freien Lüftung entgegensteht (z.B. Fußboden tiefer als 2m unter Geländeroberfläche oder umliegender Bebauung)
- wenn eine besondere Nutzung vorliegt (Arbeitsräume ohne Fenster oder Oberlichter, hohe innere Wärmelast, Gefahr des Überschreitens der MAK-Werte)

**7.) Geben Sie Möglichkeiten zur Berechnung des Raumlufthedarfs in Arbeitsstätten (Luftvolumenstrom) an !**

Bestimmung des Raumlufthedarfs unter Berücksichtigung der im Arbeitsraum anwesenden Personenzahl und ggf. zusätzlicher Luftbelastung:

$$\dot{V}_L = \dot{V}_A \circ z_P$$

$\dot{V}_L$	...	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h
$\dot{V}_A$	...	Außenluftstrom in m <sup>3</sup> /(h Person)
$z_P$	...	Anzahl der Personen im Raum

Bestimmung des Raumlufthedarfs über die Luftwechselzahl und empirischer Erfahrungen zur Luftreinhaltung bei Verfahren und Prozessen:

$$\dot{V}_L = z_L \circ V_R$$

$\dot{V}_L$	...	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h
$z_L$	...	Luftwechselzahl in h <sup>-1</sup>
$V_R$	...	Raumvolumen in m <sup>3</sup>

**8.) Mit welchen Maßnahmen kann die natürliche Be- und Entlüftung in Industriegebäuden unterstützt werden ?**

- Anordnung der Bauwerkslängsseite senkrecht zur Hauptwindrichtung (HWR)
- bei stark gegliederten Bauwerken HWR - Orientierung auf Ausgliederungen
- Abstimmung von Hauptwärmequellen und Dachentlüfter (Dachaufsätze)
- Freihalten der Lüftungsöffnungen

**9.) Welche Aufgaben können mit Raumlufthedarfsanlagen (RLT) erfüllt werden ?**

- Abführen von Luftverunreinigungen aus Räumen (von Arbeitsplätzen)
- Abführen von Wärmelasten (Heizlasten, Kühllasten)
- Abführen von Befeuchtungslasten, Entfeuchtungslasten
- Schutzdruckhaltung (Druckhaltung in Gebäuden, Räumen) zum Schutz gegen ungewollten Luftaustausch (Überdruck, Unterdruck)
- Wärmerückgewinnung
- Teilumlufthedarfsbetrieb

**10.) Wie werden die Transmissionsheizlast, die Lüftungsheizlast, die Produktionswärmeabgabe berechnet ?**

Transmissionsheizlast:  $\dot{Q}_T = \sum_{i=1}^n \dot{Q}_i$  in W

$$\dot{Q}_i = A \circ k \circ \Delta t \quad \text{in W}$$

$$k = \frac{1}{R_K} = \frac{1}{R_i + R_w + R_a} \quad \text{in W / (m}^2 \text{ K)}$$

$$\Delta t = t_i - t_a$$

$\dot{Q}_T$	...	Norm-Transmissionsheizlast in W <b>(Wärmeverluste durch Wärmeleitung über die Umschließungsflächen)</b>
$A$	...	Fläche in m <sup>2</sup>
$k$	...	Wärmedurchgangskoeffizient in W / (m <sup>2</sup> K)
$R_K$	...	Wärmedurchgangswiderstand in (m <sup>2</sup> K) / W
$R_i$	...	innerer Wärmedurchgangswiderstand in (m <sup>2</sup> K) / W
$R_a$	...	äußerer Wärmedurchgangswiderstand in (m <sup>2</sup> K) / W
$R_K$	...	Wärmeleitwiderstand bzw. Wärmedurchlasswiderstand in (m <sup>2</sup> K) / W

Lüftungsheizlast:  $\dot{Q}_L = \dot{V}_L \circ c_L \circ \rho_L \circ \Delta t$  in W

$\dot{Q}_L$	...	Norm-Lüftungsheizlast <b>(Heizlast für die Aufheizung eindringender Außenluft)</b>
$\dot{V}_L$	...	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> / h
$c_L$	...	spezifische Wärmekapazität der Luft (ca. 1000 J / (kg K))
$\rho_L$	...	Dichte der Luft (ca. 1,3 kg / m <sup>3</sup> )
$\Delta t = t_R - t_a$		

Produktionswärmeabgabe:  $\dot{Q}_P = \dot{Q}_{PMe} + \dot{Q}_{PMa} + \dot{Q}_{PBel} + /- \dot{Q}_{PV}$  in W

$$\dot{Q}_{PMa} = P_N \circ f_a \circ f_g \quad \text{in W}$$

$$\dot{Q}_{PBel} = E \circ A \circ q \quad \text{in W}$$

$\dot{Q}_P$	...	Produktionswärmeabgabe in W
$\dot{Q}_{PMe}$	...	Wärmeabgabe des Menschen (ca. 100 – 600 W je Arbeitskraft)
$\dot{Q}_{PMa}$	...	Wärmeabgabe der Maschinen
$\dot{Q}_{PBel}$	...	Wärmeabgabe durch Beleuchtungsanlagen
$\dot{Q}_{PV}$	...	Wärmeabgabe bzw. –entzug durch Prozessquellen (Öfen, Trockner usw. aus Einzelermittlungen)
$P_N$	...	Nennleistung in W

$f_a$	...	Auslastungsfaktor (Auslastung hinsichtlich Leistungsanspruchnahme)
$f_g$	...	Gleichzeitigkeitsfaktor (zeitliche Auslastung)
$E$	...	Beleuchtungsstärke in lx
$A$	...	Raumfläche ( $SL \circ SB$ ) in m <sup>2</sup>
$q$	...	Kennwerte für den spezifischen Energieverbrauch durch Beleuchtung

$$q_{GL} = 0,2 \frac{W}{lx \circ m^2}$$

$$q_{LL} = 0,07 \frac{W}{lx \circ m^2}$$

**11.) Nennen Sie den Ansatz für die Berechnung des Heizenergiebedarfs und die Dimensionierung der Heizungsanlage !**

- die Dimensionierung der Raumheizungsanlage, die die geforderte Raumtemperatur zu Arbeitsgewinn gewährleisten muss, ist entsprechend Spitzenbedarf auszulegen

$$\dot{Q}_H = (1 + x) \circ \dot{Q}_N \quad \text{in W}$$

$$\dot{Q}_N = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L \quad \text{in W}$$

$\dot{Q}_H$	...	Auslegungswärmeleistung (-wärmeheizlast) der Raumheizungsanlage
$\dot{Q}_N$	...	Norm-Heizlast eines Raumes in W <b>(Wärmeleistung, die dem Raum unter Norm-Witterungsbedingungen zugeführt werden muss)</b>
$\dot{Q}_T$	...	Norm-Transmissionsheizlast in W <b>(Wärmeverluste durch Wärmeleitung über die Umschließungsflächen)</b>
$\dot{Q}_L$	...	Norm-Lüftungsheizlast <b>(Heizlast für die Aufheizung eindringender Außenluft)</b>

**12.) Erläutern Sie im Zusammenhang mit der Wärmebedarfsrechnung die Wärmebilanz eines Raumes ! Begründen Sie davon ausgehend Möglichkeiten zur Wärmeenergieeinsparung !**

Wärmebilanz eines Raumes:  $\dot{Q}_N = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L - \dot{Q}_P - \dot{Q}_S \quad \text{in W}$

$\dot{Q}_T$	...	Norm-Transmissionsheizlast in W
$\dot{Q}_L$	...	Norm-Lüftungsheizlast in W
$\dot{Q}_P$	...	Produktionswärmeabgabe in W
$\dot{Q}_S$	...	Solargewinn in W

13.) Berechnen Sie mit den u.a. Werten die Transmissionsheizlast eines Bauwerkteiles ! Um welchen Wert ändert sich diese, wenn durch eine andere Bauwerkausführung der Wärmedurchgangskoeffizient auf 60% verringert wird ? (A = 500 m<sup>2</sup>, k = 2 W/m<sup>2</sup>K, t<sub>i</sub> = 20°C, t<sub>a</sub> = -10°C, Wärmespeicherung = 0)

a)  $k = 100 \% = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\dot{Q}_T = \sum_{i=1}^n \dot{Q}_i$$

$$\dot{Q}_i = A \circ k \circ \Delta t$$

$$\Delta t = t_i - t_a$$

$$\dot{Q}_i = 500 \text{ m}^2 \circ 2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \circ \text{K}} \circ (20^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C}))$$

$$\underline{\dot{Q}_i = 30 \text{ kW}}$$

$$\underline{\underline{\dot{Q}_T = 30 \text{ kW}}}$$

b)  $k = 60 \% = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\dot{Q}_i = 500 \text{ m}^2 \circ 1,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \circ \text{K}} \circ (20^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C}))$$

$$\underline{\dot{Q}_i = 18 \text{ kW}}$$

$$\underline{\underline{\dot{Q}_T = 18 \text{ kW}}}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\Delta \dot{Q}_T = 12 \text{ kW}}}$$

14.) Erläutern Sie wesentliche Unterschiede zwischen Hell- und Dunkelstrahlern !

Dunkelstrahler	Hellstrahler
Niedertemperaturstrahlung (z.B. 300°C)	Hochtemperaturstrahlung (z.B. 900°C)
Geräusche vorhanden	keine Geräusche
Abgasleitung erforderlich	Kopplung mit Be- und Entlüftung des Raumes
bevorzugt für niedrige Räume (unter 10m)	bevorzugt für hohe Räume (ca. ab 10m)

**15.) Geben Sie die wichtigsten Vorteile einer Strahlungsheizung an !**

- hohe thermische Behaglichkeit
- durch Wärmestrahlung kann Lufttemperatur niedriger gehalten werden
- Wärmeenergieeinsparung gegenüber konvektiven Heizsystemen
- Lüftungsheizlast geringer
- geringere Investitionsaufwendungen
- sehr guter Anlagenwirkungsgrad
- gezielte Voll- und Teilbeheizung der Arbeitsplätze
- ausgeglichener Temperaturverlauf in Räumen (kein Wärmestau unter Decke)
- kurze Aufheizzeiten
- keine Staubaufwirbelung durch Luftbewegungen

**Künstliche Beleuchtung**

**1.) Geben Sie relevante Effekte einer guten Beleuchtung in Arbeitsstätten an !**

- Zunahme der Leistung durch Erhöhung der Beleuchtungsqualität
- geringere Ermüdung
- bessere Konzentrationsfähigkeit
- höhere Ausdauer
- weniger Ausschuss
- Abnahme der Arbeitsunfälle
- verbesserte Merkfähigkeit
- verbessertes Wohlbefinden

**2.) Erläutern Sie wichtige Wechselwirkungen zwischen dem vom Fabrikplaner beeinflussten Gesamtprozess und der künstlichen Beleuchtung !**

Eine Reihe von Fragestellungen können nur durch den Fabrikplaner im Zusammenhang mit dem Gesamtprozess beantwortet werden:

- Welche spezifischen Sehaufgaben resultieren aus dem Tätigkeitsspektrum und der Arbeitsumgebung (Art der Tätigkeit, Größe und Farbe des Sehobjektes, Dauer der Sehaufgabe, Aspekte der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes, räumliches Sehen, Schattenbildung, Blendung usw.)?
- Welche Beziehungen zwischen dem Fertigungsstättenlayout (insbesondere dem Maschinenaufstellungsplan) und der Beleuchtungsgestaltung sind zu beachten?
- Was muss bei der Einordnung der Beleuchtungsanlage in die Fertigungsstätte bei unterschiedlichster Ausstattung (Einsatz von Überflurtransportmitteln, übrige Haus- und Versorgungstechnik,...) berücksichtigt werden?
- Welche Wechselwirkungen der Beleuchtung mit der Farbgestaltung sind zu beachten und was wird durch das Industriebauwerk hinsichtlich künstlicher und natürlicher Beleuchtung beeinflusst?

**3.) Welche Beleuchtungsarten unterscheiden Sie ? Welcher Beleuchtungsart ist in Fertigungswerkstätten der Vorzug zu geben und warum ?**

Beleuchtungsarten: - Tageslichtbeleuchtung (natürliche Beleuchtung)  
- künstliche Beleuchtung

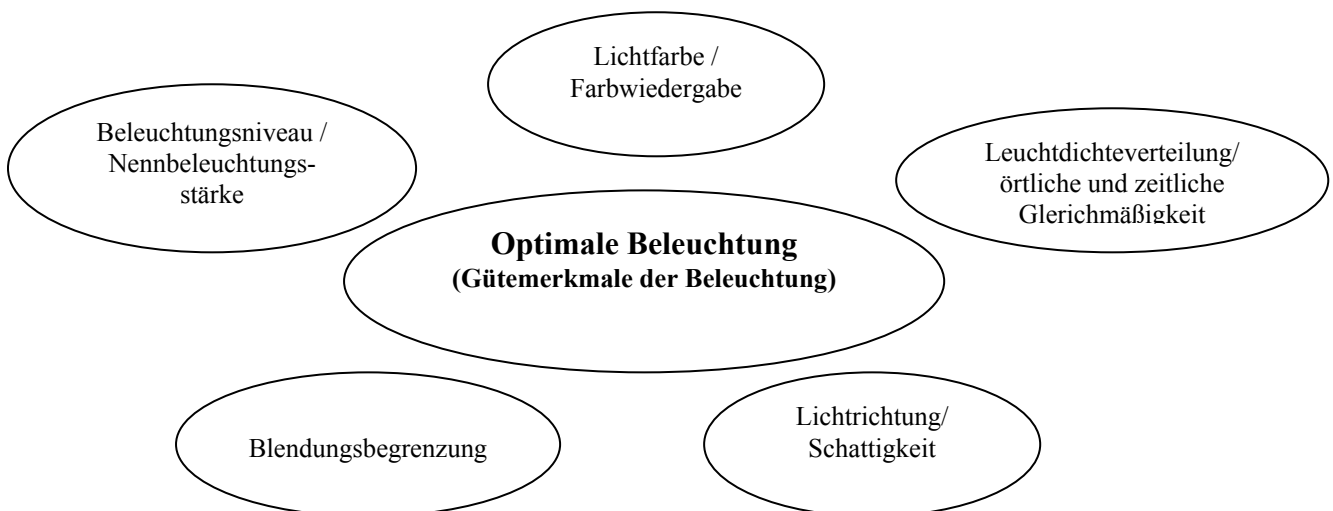
- der künstlichen Beleuchtung ist der Vorzug zu geben, wegen schwankender Tageslichtverhältnisse und Nacharbeit

**4.) Von welchen Faktoren hängt die optimale künstliche Beleuchtung (Gütemerkmale) ab, geben Sie eine kurze Erläuterung dazu !**

Die Beleuchtungsanlagen sollen Sehaufgaben wirksam unterstützen. Diese unterscheiden sich durch:

- die Größe der auftretenden Leuchtdichte- und Farbkontraste
- die Größe der wesentlichen Strukturelemente (Details)
- die Geschwindigkeit, mit der diese wahrgenommen werden müssen
- die gewünschte Sicherheit des Erkennens
- Dauer der Seharbeit

Die Gestaltung einer optimalen Beleuchtung muss eine Vielzahl von Einflussgrößen (Gütemerkmale der Beleuchtung) einbeziehen



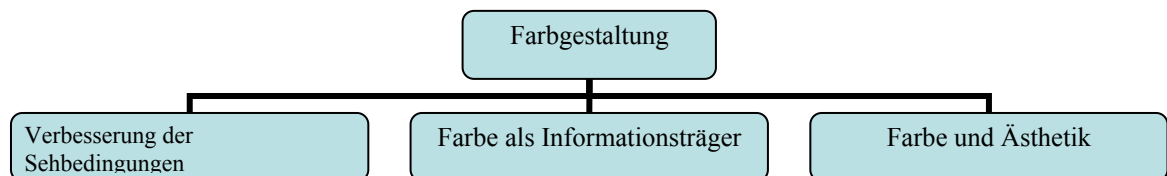
**5.) Nennen Sie relevante Aspekte bei der Lampenauswahl !**

- erzeugter Lichtstrom (Größe, Impulscharakteristik)
- Lichtausbeute
- Lebensdauer
- Anlaufzeit / Wiederezündzeit
- Lichtfarbe (Farbwiedergabe)
- Leuchtdichte



**6.) Beschreiben Sie Anforderungen an die Beleuchtungslösung, die aus der Farbwiedergabe resultieren !**

- Farbwiedergabe beschreibt das farbige Aussehen beleuchteter Gegenstände
- unterschiedliche Niveaustufe der Farbwiedergabe nach DIN
- farbliche Gestaltungen richtet sich nach Menschen im Arbeitsumfeld (nach Tätigkeit, ästhetischen und psychologische Wirkung)
- Empfindung des Menschen gegenüber den verschiedenen Farben ist unterschiedlich und muss beachtet werden
- max. 3 bis 5 unterschiedliche Blickfänge am Arbeitsplatz



**7.) Charakterisieren Sie das Lichtstrom-/Wirkungsgradverfahren und das Lichtstärkeverfahren (punktförmige Lichtquelle) hinsichtlich Zielstellung, Eingangsgrößen, Voraussetzungen (für die Anwendung) und Ergebnis !**

**Lichtstromverfahren (Wirkungsgradverfahren)**

- Voraussetzungen:
  - Ansatz einer mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke
  - gleichmäßig verteilte, in der Periode symmetrische Anordnung der Lampen im Raum
  - Berücksichtigung der Reflexion durch die Raumbegrenzungsflächen
  - die Betrachtungsebene (Nutzenebene) und Leuchtebene liegen parallel
- Ziel:
  - gutes Beleuchtungsniveau (Nennbeleuchtungsstärke soll lange gehalten werden)
  - Berechnung der Leuchtenanzahl, als Grundlage für die Anordnung der Leuchten im Raum

**8.) Beschreiben Sie in Anlehnung an die Vorgehensweise beim Wirkungsgradverfahren (Lichtstrommethode) Einsparungsmöglichkeiten von Elektroenergie bei künstlicher Beleuchtung !**

Einsparungen durch:

- neue Leuchten verwenden (ältere rechtzeitig auswechseln)
- ausreichend natürliche Beleuchtung
- Leuchten so tief wie nötig am Arbeitsplatz
- regelmäßige Wartung
- hoher Beleuchtungswirkungsgrad daraus folgt hoher Leuchtenwirkungsgrad und hoher Raumwirkungsgrad

- 9.) **Wieviele Leuchten mit einem Lichtstrom von 8600 lm/Leuchte werden zur Beleuchtung eines Produktionsraumes mit den Abmessungen SL = 30 m und SB = 18 m benötigt, wenn eine Nennbeleuchtungsstärke von 300 lx realisiert werden soll ? Der Raumwirkungsgrad beträgt 0,6; der Leuchtenwirkungsgrad 0,75 und der Verminderungsfaktor 0,8.**

$$z_{LE} = \frac{\Phi_{erf}}{\Phi_{Le}} = \frac{E_n * SL * SB}{\eta_{Le} * \eta_R * \Phi_{LE}}$$

$$\Phi_{erf} = \frac{E_n * A}{\eta_B} = \frac{E_n * SL * SB}{\eta_{Le} * \eta_R}$$

$$\eta_B = \eta_{Le} * \eta_R$$

$$z_{LE} = \frac{30 * 18 * 300}{0,6 * 0,75 * 8600}$$

$$\underline{\underline{z_{LE} = 41,8 \Rightarrow 42}}$$

**10.) Beschreiben Sie Wege zur energieeffizienten Beleuchtung !**

- Beispiel:** moderne Beleuchtungsanlagen mit Leuchtstofflampen
1. energieeffiziente Leuchten - Spiegelrasterleuchten
  2. wirtschaftlicher Betrieb der Lichtquelle - elektronische Vorschaltgeräte
  3. gezielte Nutzung des Tageslichtes - tageslichtabhängige Dimmer
- => Energie sparen - Beleuchtungskosten senken

## PPS

### 1) Welche Trends sind bei der Entwicklung von PPS - Systemen zu erkennen ?

- modularer Aufbau aller Funktionen
- graphische Nutzeroberflächen
- hohe Transparenz der Abläufe
- sichere Datenrückmeldung
- Simulationsmöglichkeiten
- Online- Fähigkeit / Intranet
- Einbindung von Qualitäts und Umweltmanagement

### 2) Wann PPS?

- überwiegend organisatorische Probleme
- großer Datenaustausch im Unternehmen
- viele Mitarbeiter nutzen Informationen mehrfach
- häufig zyklischer Erzeugnisverdegang

### 3) Beschreiben Sie die Möglichkeit der DLZ-Reduzierung eines Auftrages mit Hilfe der PPS, welcher Modul kann hier Hilfe geben ?

- Liegezeitreduzierung
- zeitl. Verlagerung, Prioritäten neu
- Komplettbearbeitung
- Lossplittung
- Parallelbearbeitung
- Kapazitätserhöhung
- Auslagerung / Fremdleistung

### 4) Funktionen

- Management (Logistik)
- Arbeitsplanung
- Personalwesen (Personalverwaltung)
- Konstruktion / Entwicklung
- Materialwirtschaft

### 5) Was ist PPS?

- organisatorische Planung und Steuerung der Produktion von Erzeugnissen im gesamten Unternehmen
- Integration und Realisierung wesentlicher Unternehmensfunktionen

### 6) Beweggründe

- kurze DLZ
- Marktflexibilität
- Reduzierung von Lagerbeständen
- Qualitätssicherung
- Kosteneinsparung