

2 Baustelleneinrichtungen

Sozialeinrichtungen

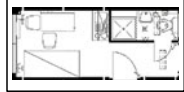
Wasserversorgung

Stromversorgung

Druckluftversorgung

Separationsanlagen

Sozialeinrichtungen



2.1 Sozialeinrichtungen [15], [16]

Die hier angegebenen Werte dienen nur zur Vordimensionierung der Sozialeinrichtungen. In jedem Land müssen die speziellen Vorschriften der Arbeitsstättenverordnung beachtet werden.

Tabelle 2-1: Richtwerte der Sozialeinrichtungen

Nr.	Sozialräume	m ² / Arbeiter	m ³ / Arbeiter	Andere
1	Tagesunterkünfte	1		
2	Schlaf-/Wohnunterkunft	> 6	> 10	
3	Kantine (mit Küche und Magazin)	2.5		
4	WC			1/Baustelle bzw. 1/(15 Arbeiter)
5	Waschraum			1 Waschraumplatz/ Baustelle bzw. 1 Waschraumplatz/ (5 Arbeiter)
6	Duschen bei mehr als 10 Arbeitern und Baustellen- dauer > 2 Wochen			1 Dusche/ (20 Arbeiter)
7	Mindestraumhöhen			2.3 m
8	Fensterfläche			1/10 der Grund- fläche

Zudem sind spezifische Anforderungen hinsichtlich Tischen, Stühlen, Schränken und anderer Einrichtungsgegenstände zu beachten.



2.2 Wasserversorgung [17]

Begriffsbestimmung und Berechnungsvorgang

- **Wasserbedarfsermittlung:**

Die Wasserbedarfsermittlung ist notwendig zur Dimensionierung der Versorgungsquelle, der Versorgungsleitungen und eventueller Zusatzeinrichtungen wie Pumpanlagen.

Ermittlung anhand von Richtwerten (Tabelle 2-2):

a) Arbeitnehmer

Trink- und Brauchwasserbedarf der Arbeitnehmer (AN) am Arbeitstag (AT)
[l/AN und AT]

Anzahl AN \times Richtwert [$\text{m}^3/\text{AN und AT}$] = [m^3/AT]

b) Aufbereitungsanlagen

Beton- und Mörtelanmachwasserbedarf
[m^3/m^3]

Leistung Anlage [m^3/AT] \times Richtwert [m^3/m^3] = [m^3/AT]

c) Sonstige Anlagen

Sonstiger Brauchwasserbedarf für Wasch-, Sieb- oder Trennanlagen für Zuschlagstoffe [m^3/m^3]

Leistung Anlage [m^3/AT] \times Richtwert [m^3/m^3] = [m^3/AT]

Zwischensumme 1 = [m^3/AT]

Wasserversorgung



- d) Zuschlag für Betonnachbehandlung usw.

Pauschaler Zuschlag auf den ermittelten Wasserbedarf für weiteres Brauchwasser zur Nachbehandlung von Beton, zum Feuchthalten der Schalung, zur Reinigung von Geräten und Fahrzeugen [%]

$$\text{Zuschlag} \times \text{Zwischensumme 1 [m}^3/\text{AT]} = \dots\dots\dots [\text{m}^3/\text{AT}]$$

$$\textbf{Zwischensumme 2} = \dots\dots\dots [\text{m}^3/\text{AT}]$$

- e) Zuschlag für Verluste in prov. Leitungen

Pauschaler Zuschlag auf den ermittelten Wasserbedarf für Verluste in provisorischen Leitungen [%]

$$\text{Zuschlag} \times \text{Zwischensumme 2 [m}^3/\text{AT]} = \dots\dots\dots [\text{m}^3/\text{AT}]$$

$$\textbf{Gesamtwasserbedarf } Q_{\emptyset} = \dots\dots\dots [\text{m}^3/\text{AT}]$$

• Dimensionierung der Rohrleitung

Maximaler Wasserbedarf Q [l/s]

Wassermenge für allgemeinen Gebrauch Q_{\max}^1 [l/s]

Der maximale Wasserbedarf (Q_{\max}^1) ergibt sich aus dem 1.5fachen des durchschnittlichen täglichen Gesamtbedarfs (s.o.).

$$Q_{\max}^1 = \frac{Q_{\emptyset}}{T_{\text{AT}}} \times \frac{1.5}{3.6} \quad [\text{l/s}]$$

Q_{\max}^1	maximaler Wasserbedarf der Baustelle	[l/s]
Q_{\emptyset}	durchschnittl. tägl. Gesamtwasserbedarf	[m ³ /AT]
T_{AT}	tägliche Arbeitszeit	[h/AT]

Wasserversorgung



Wassermenge für Betonmischer Q_{\max}^2 [l/s]

Für die Dimensionierung der Leitung zum Betonmischer muss gewährleistet sein, dass eine Wassermenge von einem Fünftel des Nenninhalts des Mixers innerhalb von z.B. 20 Sekunden gleichmässig zugegeben werden kann. [17]

$$Q_{\max}^2 = \frac{\frac{1}{5} \times V_{\text{misch}}}{\Delta t} \quad [\text{l/s}]$$

Q_{\max}^2 maximaler Wasserbedarf zur Betonherstellung [l/s]

V_{misch} Nenninhalt des Mixers [l]

Δt 20 Sekunden Zulauf für Betonmischer [s]

Bei grossem Wasserbedarf für den Mischer empfiehlt sich die Anordnung eines Zwischenspeichers.

Maximaler Wasserbedarf Q [l/s]

$$Q = \max\{Q_{\max}^1; Q_{\max}^2\} \quad [\text{l/s}]$$

f) Durchmesser der Rohrleitung d [dm]

Der **Durchmesser der Rohrleitung d [dm]** ergibt sich aus dem **maximalen Wasserbedarf Q [l/s]**:

$$Q = \frac{d^2 \times \pi}{4} \times v \quad 1 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} \quad [\text{l/s}]$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \quad [\text{dm}]$$

Q Fördermenge bzw. max. Wasserbedarf [l/s]

d lichter Durchmesser der Rohrleitung [dm]

v Wassergeschwindigkeit in der Rohrleitung, meist 5 bis 8 dm/s [dm/s]

Wasserversorgung



Richtwerte für den Wasserbedarf

Tabelle 2-2: Wasserbedarf [17]

Trinkwasser und Waschen	20 – 30	l/(AN und AT)
Duschen	40	l/(AN und AT)
Trinkwasser, Waschen und Duschen	40 – 70	l/(AN und AT)
Trink- und Brauchwasserbedarf bei Tagesunterkünften	20 – 30	l/(AN und AT)
Trink- und Brauchwasserbedarf bei Wohn- und Schlafunterkünften	50 – 100	l/(AN und AT)
Betonanmachwasser	0.1 – 0.2	m ³ /m ³ _{Beton}
Mörtelanmachwasser	0.2 – 0.25	m ³ /m ³ _{Mörtel}
Brauchwasser für Kiesaufbereitung	1.0 – 3.0	m ³ /m ³ _{Kies}
Zuschlag für weiteres Brauchwasser	20 – 25	%
Wasserverluste bei provisorischen Leitungen	10 – 20	%

Wasserversorgung



Beispiel zur Ermittlung des Gesamtwasserbedarfs einer Bürogebäude-Baustelle

• Ausgangsdaten

Rohbau:

max. Anzahl Arbeitnehmer (AN) Betonarbeit	=	15	AN
davon in Wohnunterkünften	=	5	AN
in Tagesunterkünften	=	10	AN
max. Betonierleistung	=	180	$\text{m}^3_{\text{Beton}}/\text{AT}$
Betonanmachwasser	=	0.15	$\text{m}^3/\text{m}^3_{\text{Beton}}$
Zuschlag weiteres Brauchwasser	=	25	%
Zuschlag für Verluste	=	15	%

Ausbau:

Anzahl Arbeitnehmer in Tagesunterkünften	=	50	AN
--	---	----	----

• Wasserbedarf der AN

$10 \text{ AN} \times 0.03 \text{ m}^3/(\text{AT und AN})$	=	0.3	m^3/AT
$5 \text{ AN} \times 0.10 \text{ m}^3/(\text{AT und AN})$	=	0.5	m^3/AT

Der maximale Bedarf ergibt sich meist, wenn im letzten Geschoss noch die Rohbauarbeiten laufen und in den Untergeschossen schon der Ausbau beginnt.

$50 \text{ AN} \times 0.03 \text{ m}^3/\text{AT und AN}$	=	1.5	m^3/AT
--	---	-----	------------------------

• Wasserbedarf Betonherstellung

$180 \text{ m}^3_{\text{Beton}}/\text{AT} \times 0.15 \text{ m}^3/\text{m}^3_{\text{Beton}}$	=	27.00	m^3/AT
--	---	-------	------------------------

Zwischensumme 1	=	29.30	m^3/AT
------------------------	---	-------	------------------------

• Sonstiges

Nachbehandeln des Betons und Gerätereinigung	25 % von 29.30	=	7.33	m^3/AT
---	----------------	---	------	------------------------

Zwischensumme 2	=	36.63	m^3/AT
------------------------	---	-------	------------------------

Leitungsverluste	15 % von 36.63	=	5.49	m^3/AT
------------------	----------------	---	------	------------------------

• Gesamtwasserbedarf	=	42.12	m^3/AT
-----------------------------	---	--------------	--

Wasserversorgung



Beispiel zur Dimensionierung der Rohrleitung

- **Ausgangsdaten**

Wasserbedarf	=	42.12 m ³ /AT
Fliessgeschwindigkeit	=	0.8 m/s = 8 dm/s
Anzahl Arbeitsstunden pro Arbeitstag	=	9 h/AT
Faktor für stündlichen Spitzenbedarf	=	1.5
Zwangsmischergrösse	=	1250 l
Wasserzugabezeit in den Mischer	=	20 s

- **Max. Wasserbedarf pro Stunde**

aus Gesamtwasserbedarf

$$Q_{\max}^1 = \frac{42.12}{9} \times \frac{1.5}{3.6} = 1.95 \text{ l/s}$$

aus Betonmischergrösse

$$Q_{\max}^2 = \frac{0.2 \times 1250}{20} = 12.5 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max}^1 \ll Q_{\max}^2$$

⇒ Es empfiehlt sich die Anordnung eines Zwischenspeichers, da ansonsten die Leitungsdimensionierung zu einem unwirtschaftlichen Durchmesser führt. Für die Dimensionierung ist dann Q_{\max}^1 massgebend.

- **Durchmesser Gesamtzuleitung bis zum Baustellenverteiler**

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 1.95}{8 \times \pi}} = 0.56 \text{ dm} = 56 \text{ mm}$$

Stromversorgung



2.3 Stromversorgung [17], [18], [19]

Begriffsbestimmung und Berechnungsvorgang

- **Leistungsbedarf**

Der Bedarf der elektrotechnischen Einrichtungselemente der Baustelle zur Bestimmung der elektrischen Energie wird nach Einphasen- und Dreiphasenverbrauchern getrennt zusammengestellt. Die Richtwerte für die Anschlusswerte der Verbraucher können den Handbüchern der Gerätehersteller sowie [4] bzw. den nachfolgenden Seiten entnommen werden.

a) Leistungswerte der Verbraucher

Zusammenstellung der Leistungswerte der einzelnen Verbraucher getrennt nach:

- **Einphasenwechselstrom (230 V)**

Die Angabe der wirksamen Leistung in [kW] von Verbrauchern wie z.B. Beleuchtung, Wasserkocher entspricht dem Anschlusswert.

Stück	Verbraucher	Wirkleistung [kW]	
		einzel	Gesamt
2	Kranleuchten	40	80
..
..

- **Dreiphasenwechselstrom (400 V)**

Angabe der mechanischen wirksamen Leistung an der Antriebswelle von motorgetriebenen Verbrauchern in [kW]; dies kann dem Typenschild oder der BGL [4] entnommen werden. Diese Werte sind nicht dem Anschlusswert gleichzusetzen.

Stück	Verbraucher	Motorleistung [kW]	
		einzel	gesamt
2	Turmdrehkran	40	80
..
..

Stromversorgung



b) Leistungsaufnahme der Verbraucher

Die Leistungsaufnahme der Verbraucher bestimmt sich aus der dem Verbraucher zuzuführenden Leistung P_{zu} in [kW] unter Berücksichtigung der Energieausnutzung (Wirkungsgrad) des Verbrauchers. Die Leistung P_{zu} wird aus dem Wirkungsgrad η ermittelt:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \quad [-]$$

η	Wirkungsgrad	[-]
P_{ab}	vom Verbraucher abgegebene Leistung	[kW]
P_{zu}	dem Verbraucher zugeführte Leistung	[kW]

Für einzelne Motoren entspricht P_{ab} der Motorleistung in [kW], der Wirkungsgrad kann mit 0.6 – 0.9 angenommen werden.

Werden verschiedene Verbraucher zusammengefasst, d.h. ist P_{ab} die Summe aller erfassten Gerätewerte in [kW], so kann der Wirkungsgrad mit 0.8 – 0.85 angenommen werden.

Danach bestimmt sich **die dem Verbraucher zuzuführende Leistung P_{zu} [kW]** zu

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta} \quad [kW]$$

c) Leistungsbereitstellung des Netzes

Die Leistungsbereitstellung des Netzes bestimmt sich aus der gemessenen Spannung und Stromstärke im Netz unter Berücksichtigung der Phasenverschiebung von Spannung und Stromstärke in Wechselstromkreisen mit induktivem Widerstand (Motor).

Die sich daraus ergebende Scheinleistung P_s setzt sich zusammen aus einer **Wirkleistung P_w [kW]**

$$P_w = U \times I_w = U \times I \times \cos\varphi \quad [kW]$$

P_w	Wirkleistung	[kW]
U	Spannung	[V]
I	Scheinstrom	[A]
I_w	Wirkstrom	[A]

Stromversorgung



$\cos\varphi$ Leistungsfaktor für den Wirkstrom [-]
und einer senkrecht dazu stehenden **Blindleistung P_B [kVA]**

$P_B = U \times I_B = U \times I \times \sin\varphi$	[kVA]
--	-------

P_B	Blindleistung	[kVA]
U	Spannung	[V]
I	Scheinstrom	[A]
I_B	Blindstrom	[A]
$\sin\varphi$	Leistungsfaktor für den Blindstrom	[-]

Das Verhältnis von tatsächlich aus dem Netz entnommener Leistung in [kW] zu im Netz gemessener Leistung in [kVA] ist der **Leistungsfaktor $\cos\varphi$ [-]**.

$\cos\varphi = \frac{P_W}{P_S}$	[-]
---------------------------------	-----

P_S	Scheinleistung	[kVA]
P_W	Wirkleistung	[kW]
$\cos\varphi$	Leistungsfaktor für den Wirkstrom	[-]

Für einzelne Motoren kann der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ mit 0.8 – 0.9 angenommen werden. Bei Zusammenfassung mehrerer Verbraucher liegt der Wert für $\cos\varphi$ bei 0.6 – 0.8. Die Wirkleistung P_W entspricht der berechneten zugeführten Leistung P_{zu} .

Danach ergibt sich für die **Scheinleistung P_S [kVA]**:

$P_S = \frac{P_{zu}}{\cos\varphi}$ mit $P_{zu} = P_W$	[kVA]
---	-------

P_S	Scheinleistung	[kVA]
P_{zu}	zugeführte Leistung (= Wirkleistung P_W)	[kW]
$\cos\varphi$	Leistungsfaktor für den Wirkstrom	[-]

Stromversorgung



Vektoriell stellt sich der Zusammenhang zwischen Wirk-, Blind- und Scheinleistung wie folgt dar:

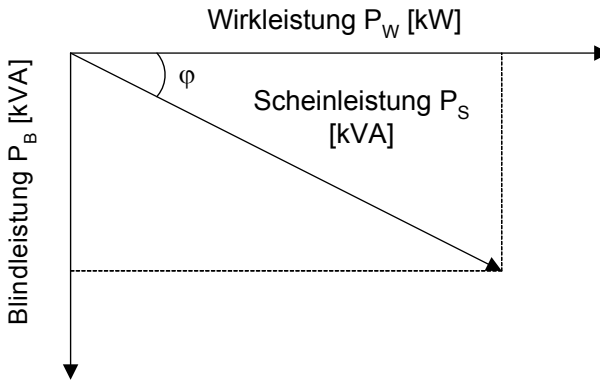


Bild 2-1: Schematische Darstellung der Leistung von Motoren

Die Angaben in kW sind die Verbrauchsleistungen. Die Angaben in kVA sind die bereitgestellten Leistungen (Scheinleistung) der Transformatoren.

Mechanisch durch den Motor nutzbar ist nur der wirksame Anteil der Scheinleistung P_w . Bei Beleuchtungseinrichtungen usw. ist nur die Wirkleistung zu berücksichtigen. Eine Blindleistung tritt nicht auf. Es ergibt sich die **gesamte erforderliche Scheinleistung** P_{Sges} [kVA] aus der geometrischen Addition von Scheinleistung der Motoren und Wirkleistung der Beleuchtung zu:

$$P_{Sges} = \sqrt{(P_S \times \cos\varphi + P_{WB})^2 + (P_S \times \sin\varphi)^2} \quad [\text{kVA}]$$

P_{Sges}	gesamte Scheinleistung	[kVA]
P_S	Scheinleistung	[kVA]
P_{WB}	Wirkleistung der Beleuchtung	[kW]
$\cos\varphi$	Leistungsfaktor für den Wirkstrom	[-]
$\sin\varphi$	Leistungsfaktor für den Blindstrom	[-]

Stromversorgung

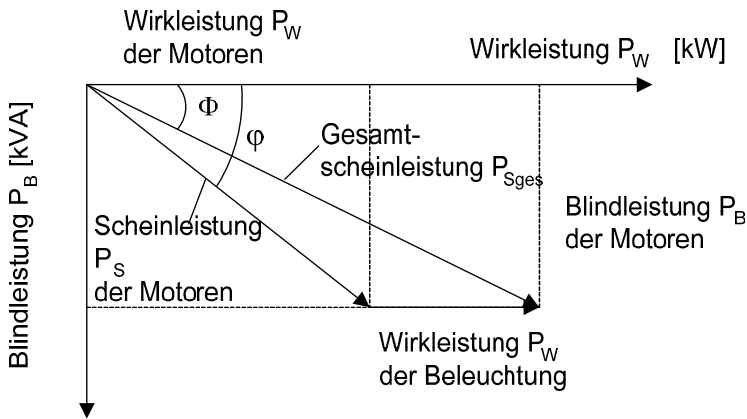


Bild 2-2: Schematische Darstellung der Gesamtleistung

d) Anschlusswert der Baustelle

Der Gesamtanschlusswert P_{AW} in [kVA] für die Baustelle ergibt sich aus der Gesamtscheinleistung P_{Sges} in [kVA] unter Berücksichtigung, dass nicht alle Verbraucher gleichzeitig eingeschaltet sind. Dies wird im Gleichzeitigkeitsfaktor a ausgedrückt, der das Verhältnis von tatsächlichem zu theoretisch möglichem Leistungsbedarf angibt.

Für den Gleichzeitigkeitsfaktor a kann angenommen werden:

- **0.4 – 0.5 für Grossbaustellen**
- **0.6 – 0.75 für sonstige Baustellen**
- **0.75 – 0.85 für Einzelgeräte mit mehreren Motoren**

Danach wird der **Anschlusswert P_{AW} [kVA]**:

$P_{AW} = P_{Sges} \times a$		[kVA]
P_{AW}	Anschlusswert der Baustelle	[kVA]
P_{Sges}	Gesamtscheinleistung	[kVA]
a	Gleichzeitigkeitsfaktor	[-]

Stromversorgung



• Dimensionierung der elektrischen Versorgungsleitungen [17]

a) Nach dem zulässigen Spannungsabfall

Vertretbare Spannungsverluste ΔU in Versorgungsleitungen sind:

- 5 % der Nennspannung bei 400 V d.h. 20 V
- 3 % der Nennspannung bei 230 V d.h. 6,9 V

Nachfolgend sind die Formeln für die Berechnung des erforderlichen Leitungsquerschnitts aufgeführt.

Tabelle 2-3: Formeln zur Berechnung des erforderlichen Leitungsquerschnitts A [mm²]

	Spannungsabfall ΔU [V]	Leitungsquerschnitt A [mm ²]
Einphasen- wechselstrom	Strom I bekannt	
	$\Delta U = \frac{2 \times I_L \times l}{\chi \times A} \times \cos \varphi$	$A = \frac{2 \times I_L \times l}{\chi \times \Delta U} \times \cos \varphi$
	Leistung P_W bekannt	
	$\Delta U = \frac{2 \times I_L \times P_W}{\chi \times A \times U}$	$A = \frac{2 \times I_L \times P_W}{\chi \times \Delta U \times U}$
Dreiphasen- wechselstrom	Strom I bekannt	
	$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times I_L \times l}{\chi \times A} \times \cos \varphi$	$A = \frac{\sqrt{3} \times I_L \times l}{\chi \times \Delta U} \times \cos \varphi$
	Leistung P_W bekannt	
	$\Delta U = \frac{I_L \times P_W}{\chi \times A \times U}$	$A = \frac{I_L \times P_W}{\chi \times \Delta U \times U}$

U	Spannung	[V]
ΔU	Spannungsabfall	[V]
I	Stromstärke	[A]
P_W	Wirkleistung bzw. Anschlusswert P_{AW}	[W]
l_L	Leitungslänge	[m]
A	Leitungsquerschnitt	[mm ²]
χ	Leitfähigkeit	[m/Ωmm ²]
$\cos \varphi$	Leistungsfaktor	[-]

Stromversorgung



Die **Stromstärke I [A]** ergibt sich

- **für Einphasenwechselstrom aus:**

$$I = \frac{P_w}{U \times \cos\varphi} \quad [\text{A}]$$

- **für Dreiphasenwechselstrom aus:**

$$I = \frac{P_w}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \quad [\text{A}]$$

b) Nach der zulässigen thermischen Belastung

Durch die Verlustleistung wird im Kabel Wärme erzeugt, die über die Oberfläche abgeleitet werden muss. Die Temperatur ist vom Isolierstoff abhängig. Sie begrenzt die maximal zulässige Stromstärke. Für kurze Leitungen ist fast immer die thermische Belastbarkeit massgebend.

Wurde der erforderliche Leitungsquerschnitt A_{erf} bestimmt, kann die vorhandene Stromstärke I_{vorh} ermittelt werden. Im Anschluss muss dieser Wert mit der zulässigen thermischen Dauerbelastbarkeit I_{zul} der Leitung überprüft werden. Die zulässige Dauerbelastungen in [A] und die Leitungsschutzsicherungen sind in Tabelle 2-4 aufgeführt.

Stromversorgung



Tabelle 2-4: Zulässige Dauerbelastung und Zuordnung von Überstrom-Schutzorganen für isolierte Leitungen [20]

Nenn- quer- schnitt mm ²	Gruppe 1 Bis zu 3 Leitungen in Rohren				Gruppe 2 Rohrdrähte, Feuchtraumleitungen, Stegleitungen, frei in Luft verlegte mehradrige Leitungen und mehradrige Leitungen zum Anschluss ortsveränderlicher Stromverbraucher (einschliessl. Leitungstrossen)				Gruppe 3 Frei in Luft verlegte einadrige Leitungen, wobei die Leitungen mit Zwischenraum von mindestens Leitungsdurchmesser verlegt sind, und einadrige Leitungen zum Anschluss ortsveränderlicher Stromverbraucher			
	Kupfer		Aluminium		Kupfer		Aluminium		Kupfer		Aluminium	
	Belast- barkeit in A	Höchstzu- lässiger Nenn- strom der Strom- sicherung in A	Belast- barkeit in A	Höchstzu- lässiger Nenn- strom der Strom- sicherung in A	Belast- barkeit in A	Höchstzu- lässiger Nenn- strom der Strom- sicherung in A	Belast- barkeit in A	Höchstzu- lässiger Nenn- strom der Strom- sicherung in A	Belast- barkeit in A	Höchstzu- lässiger Nenn- strom der Strom- sicherung in A	Belast- barkeit in A	Höchstzu- lässiger Nenn- strom der Strom- sicherung in A
0.75	—	—	—	—	13	10	—	—	16	15	—	—
1	12	10	—	—	16	15	—	—	20	20	—	—
1.5	16	15	—	—	20	20	—	—	25	25	—	—
2.5	21	20	16	15	27	25	21	20	34	35	27	25
4	27	25	21	20	36	35	29	25	45	50	35	35
6	35	35	27	25	47	50	37	35	57	60	45	50
10	48	50	38	35	65	60	51	50	78	80	61	60
16	65	60	51	50	87	80	68	60	104	100	82	80
25	88	80	69	60	115	100	90	80	137	125	107	100
35	110	100	86	80	143	125	112	100	168	160	132	125
50	140	125	110	100	178	160	140	125	210	200	165	160
70	—	—	—	—	220	225	173	160	260	260	205	200
95	—	—	—	—	265	260	210	200	310	300	245	225
120	—	—	—	—	310	300	245	225	365	350	285	260
150	—	—	—	—	355	350	280	260	415	430	330	300
185	—	—	—	—	405	350	320	300	475	430	375	350
240	—	—	—	—	480	430	380	350	560	500	440	430
300	—	—	—	—	555	—	435	—	645	—	510	—
400	—	—	—	—	—	—	—	—	770	—	605	—
500	—	—	—	—	—	—	—	—	880	—	690	—

Stromversorgung



Dreiphasenverbraucher-Richtgrößen für die Motorenleistung von elektrisch betriebenen Baumaschinen

Tabelle 2-5: Motorleistung von Baumaschinen [4]

Baumaschine	Kenngrösse	Motorleistung
Turmkrane	Nennlastmoment	
fahrbar	7 – 45 tm	15.0 – 33.0 kW
stationär	32 – 1250 tm	20.0 – 145.0 kW
Aufzug	Traglast	
Schnellbauaufzug	0.2 – 1.0 t	2.0 – 10.0 kW
Aufzug mit Fahrkorb	0.5 – 3.2 t	8.0 – 30.0 kW
Betonmischmaschine	Mischgefässinhalt	
Trommelmischer	250 – 750 l	5.0 – 15.0 kW
Trog- / Tellermischer	150 – 240 l	3.0 – 8.0 kW
	750 – 4500 l	19.0 – 35.0 kW
Betonmischanlage	Mischgefässinhalt	
Trog- / Tellermischer	500 – 2000 l	20.0 – 80.0 kW
Trog- / Tellermischer	2000 – 4500 l	80.0 – 130.0 kW
Kompressor	Volumenstrom	
Kleinkompressor	0.04 – 1.65 m ³ /min	0.4 – 15.0 kW
Kolbenkompressor	2.0 – 9.0 m ³ /min	15.0 – 65.0 kW
Schraubenkompressor	3.0 – 19.0 m ³ /min	20.0 – 130.0 kW
Kreissäge	Sägeblattdurchmesser	
Tischkreissäge	350 – 550 mm	2.0 – 9.0 kW
Handkreissäge	170 – 550 mm	0.6 – 4.0 kW
Förderband	Achsabstand	
500 mm Gurtbreite	4.0 – 15.0 m	1.0 – 2.0 kW
650 mm Gurtbreite	10.0 – 60.0 m	5.5 – 15.0 kW
Rüttler		
Aussenrüttler	Fliehkraft	
	1.0 – 25.0 kN	0.1 – 3.0 kW
Innenrüttler	Flaschendurchmesser	
	17.0 – 60.0 mm	0.6 – 3.0 kW

Stromversorgung



Zwei- und Dreiphasenverbraucher-Richtgrößen für die Anschlusswerte von Elektrogeräten und Beleuchtung

Tabelle 2-6: Anschlusswerte diverser Elektrogeräte [17]

Elektrogerät	Wechselstrom	Drehstrom	Anschlusswert
Elektroherd		x	8.0 – 14.0 kW
Kaffeemaschine	x		1.0 kW
Wasserkocher	x		1.0 kW
Duschspeicher 30 l		x	6.0 kW
Boiler 80 l		x	6.0 kW
Durchlauferhitzer		x	10.0 – 30.0 kW
Waschmaschine	x		3.0 kW
Wäschetrockner	x		3.0 kW
Händetrockner	x		2.0 kW
Kühlschrank	x		0.2 kW
Geschirrspüler	x		3.5 kW
Heizlüfter	x		2.0 kW

Tabelle 2-7: Anschlusswerte verschiedener Beleuchtungskörper [17]

Beleuchtung	Anschlusswert
Glühlampe	0.025 – 0.1 kW
Flutlichtlampen	0.2 kW
Tiefstrahler	1.0 kW
Kranleuchten	1.0 kW

Stromversorgung



Beispiel zur Ermittlung des Anschlusswerts einer Baustelle

- Zusammenstellung der eingesetzten Baumaschinen**

Tabelle 2-8: Motorleistung diverser Baumaschinen nach [4]

Stück	Baumaschine	Motorleistung [kW]	
		Einzeln	Gesamt
1	Turmkrane	45.0	45.0
2	Kompressor	40.0	80.0
1	Trommelmischer	15.0	15.0
1	Förderband	15.0	15.0
1	Tischkreissäge	4.0	4.0
2	Handkreissäge	1.7	3.4
1	Aussenrüttler	0.5	0.5
2	Innenrüttler	1.2	2.4
Gesamt		=	165.3 kW

- Zusammenstellung der eingesetzten Elektrogeräte**

Tabelle 2-9: Anschlusswerte diverser Elektrogeräte nach [4]

Stück	Elektrogerät	Anschlusswert [kW]	
		Einzeln	Gesamt
2	Kaffeemaschine	1.0	2.0
2	Wasserkocher	1.0	2.0
1	Kühlschrank	0.2	0.2
2	Heizlüfter	2.0	4.0
Gesamt		=	8.2 kW

Stromversorgung



- Zusammenstellung der eingesetzten Beleuchtung**

Tabelle 2-10: Berechnungsbeispiel der eingesetzten Beleuchtungen [4]

Stück	Beleuchtung	Anschlusswert [kW]	
		Einzeln	Gesamt
20	Flutlichtlampe	0.2	4.0
4	Tiefstrahler	1.0	4.0
1	Kranleuchte	1.0	1.0
100 m ² Unterkünfte; 1 Glühlampe je 5 m ²		0.06	100/5 × 0.06 = 1.2
Gesamt		=	10.2 kW

- Weitere Ausgangsdaten**

$$\begin{aligned}
 \text{Motorwirkungsgrad } \eta &= 0.85 \\
 \text{Leistungsfaktor } \cos \varphi &= 0.6 \Rightarrow \varphi = 53.1^\circ \Rightarrow \sin \varphi = 0.8 \\
 \text{Gleichzeitigkeitsfaktor } a &= 0.6
 \end{aligned}$$

- Leistungsaufnahme der Baumaschinen**

$$P_{zu} = \frac{140.3}{0.85} = 165.06 \text{ kW}$$

- Leistungsbereitstellung des Netzes**

$$\text{Scheinleistung Baumaschinen} \quad P_{S1} = \frac{165.06}{0.6} = 275.10 \text{ kVA}$$

$$\text{Scheinleistung Elektrogeräte} \quad P_{S2} = 8.2 \text{ kVA}$$

$$\text{Scheinleistung Beleuchtung} \quad P_{S3} = 10.2 \text{ kVA}$$

Gesamtscheinleistung

$$P_{Sges} = \sqrt{(275.10 \times 0.6 + 8.2 + 10.2)^2 + (275.10 \times 0.8)^2} = 286.52 \text{ kVA}$$

- Gesamtanschlusswert**

$$P_{AW} = 286.52 \times 0.6 = 171.91 \text{ kVA}$$

Stromversorgung



Beispiel zur Dimensionierung der elektrischen Versorgungsleitungen [17], [20]

- **Annahmen**

Bewegliche Verteilerleitung frei in Luft verlegt	
Motorleistung des Verbrauchers (Kran) P_K	= 45 kW
Wirkungsgrad des Motors η	= 0.80
Gleichzeitigkeitsfaktor (hoch, da Einzelgerät) a	= 0.85
Leistungsfaktor $\cos \varphi$	= 0.70
Leitungslänge (Verteiler – Verbraucher) l_L	= 30 m
Leitfähigkeit (Kupferkabel) χ	= 57 m/ Ω mm ²
Spannung U, Dreiphasenwechselstrom	= 400 V
Zulässiger Spannungsabfall zwischen Verteiler und Verbraucher ΔU	= 2.5 % (10V)

- **Aufgenommene Wirkleistung**

$$P_W = \frac{45}{0.80} = 56.25 \text{ kW}$$

- **Massgebend für die Bemessung**

$$P_{AW} = 56.25 \times 0.85 = 47.81 \text{ kW}$$

- **Erforderlicher Leitungsquerschnitt gemäss dem zulässigen Spannungsabfall**

$$A_{\text{erf}} = \frac{47.81 \times 30 \times 10^3}{57 \times 10 \times 400} = 6.3 \text{ mm}^2$$

- **Erforderlicher Leitungsquerschnitt gemäss der thermischen Belastbarkeit**

$$I = \frac{47.81 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.7} = 98.58 \text{ A}$$

Gemäss Tabelle 2-4 ist für einen höchstzulässigen Nennstrom der Stromsicherung von $I = 100 \text{ A}$ ein Nennquerschnitt von $A_{\text{erf}} = 25 \text{ mm}^2$ notwendig.

- **Gewählter Querschnitt**

vieradrige Kupferleitung mit Querschnitt $4 \times 25 \text{ mm}^2$ (Dreiphasenwechselstrom)

Stromversorgung

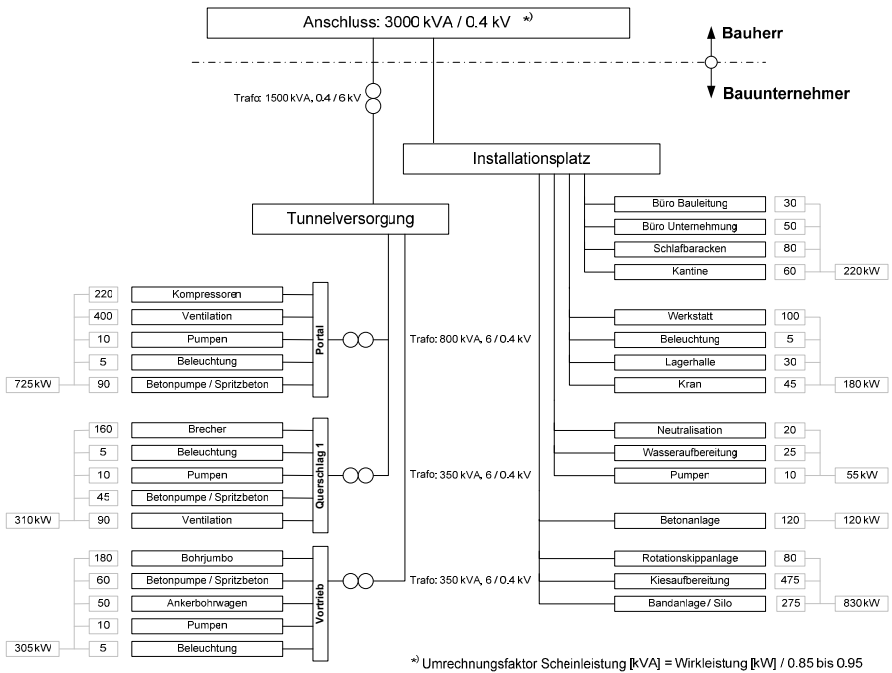
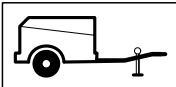


Bild 2-3: Elektroinstallationschema einer Baustelle (Tunnelbau, konventioneller Vortrieb) [2]

Druckluftversorgung



2.4 Druckluftversorgung

Aus der allgemeinen Gasgleichung:

$$\frac{p_A \times V_A}{T_A} = \frac{p_B \times V_B}{T_B}$$

p_A	Druck im Punkt A des Systems	[bar]
V_A	Volumen des Gases im Punkt A	[m ³]
T_A	Temperatur des Gases im Punkt A	[K]
p_B	Druck im Punkt B des Systems	[bar]
V_B	Volumen des Gases im Punkt B	[m ³]
T_B	Temperatur des Gases im Punkt B	[K]

lässt sich die Volumenstromgleichung für Druckluftsysteme wie folgt darstellen:

$$\frac{p_0 \times Q_{N,Saug}}{T_0} = \frac{p_K \times Q_{N,K}}{T_K} = \frac{p_V \times Q_{N,V}}{T_V}$$

p_0	Luftdruck am Ansaugstutzen	[bar]
$Q_{N,Saug}$	Ansaugleistung bei Luftdruck p_0	[m ³ /min]
T_0	Lufttemperatur am Ansaugstutzen (Aussentemperatur)	[K]
p_K	Abgabeluftdruck am Kompressor ins Druckleitungs- system	[bar]
$Q_{N,K}$	Abgabeleistung des Kompressors bei Druck p_K	[m ³ /min]
T_K	Drucklufttemperatur am Kompressor	[K]
p_V	Betriebsdruck des Verbrauchers	[bar]
$Q_{N,V}$	Druckluftbedarf aller Verbraucher bei Druck p_V	[m ³ /min]
T_V	Drucklufttemperatur im Verbraucher	[K]

Die Volumenstromgleichung lässt sich überleiten zu:

$$Q_{N,K} = Q_{N,V} \times \frac{p_V}{p_K} \times \frac{T_K}{T_V} \quad [\text{m}^3/\text{min}]$$

mit $p_K = p_V + \Delta p$ (Δp entspricht den Druckverlusten entlang der Leitung) und $Q_{N,V}$ (Summe des Druckluftbedarfs aller Verbraucher), hierin sind die Leistungsfaktoren η_i und η_G bereits berücksichtigt.

Druckluftversorgung

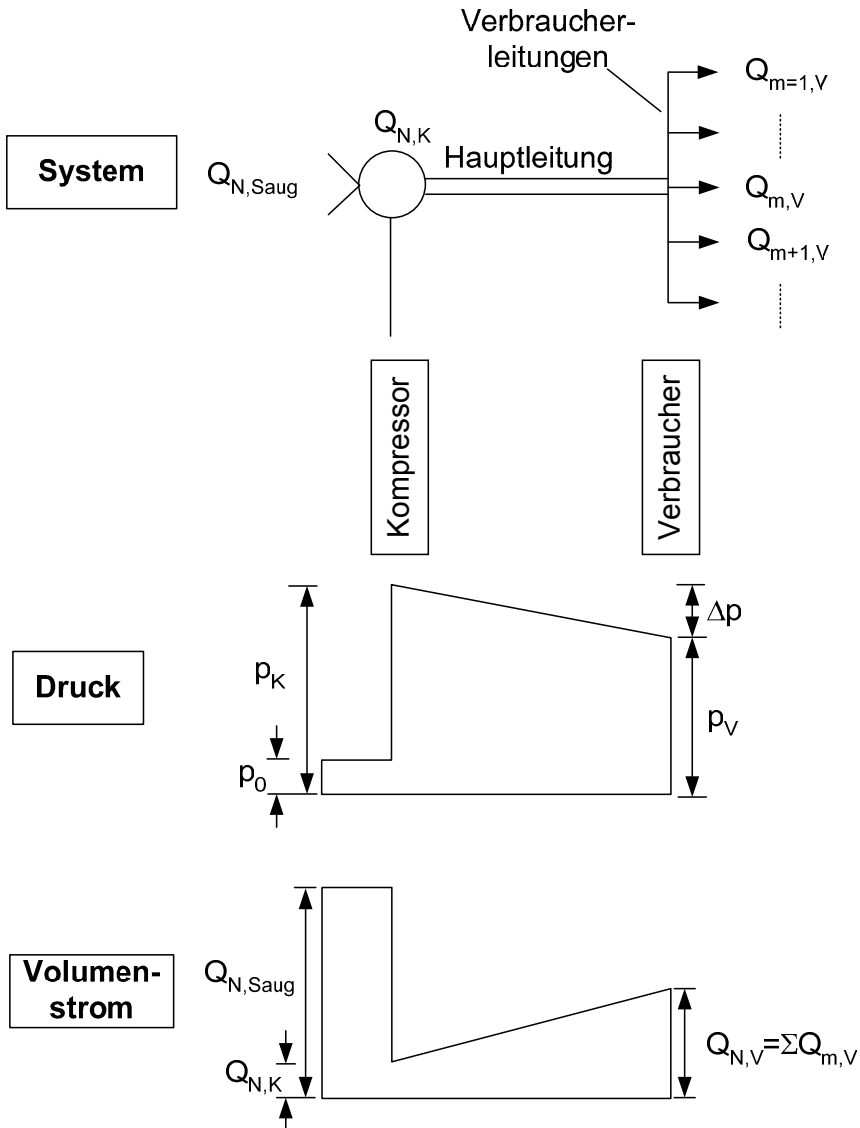
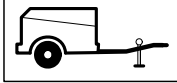


Bild 2-4: Druckverlauf eines Druckluftsystems

Druckluftversorgung



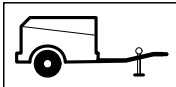
Der **Druckluftbedarf** $Q_{N,V}$ [m³/min] aller Verbraucher setzt sich zusammen aus:

$Q_{N,V} = \sum_m Q_{m,V} \times \prod_i k_i \times \eta_G$	[m ³ /min]
$k_1 = 1$	[-]
$k_2 = f_p \times f_v \times f_s \times f_u$	[-]
$k_3 = 1$	[-]
$\eta_G = 1$	[-]
$Q_{N,V}$	Druckluftbedarf aller Verbraucher bei Druck p_v [m ³ /min]
$Q_{m,V}$	Druckluftbedarf des Verbrauchers m bei Druck p_v [m ³ /min]
k_1	nicht massgebend [-]
k_2	Leistungseinflussfaktor [-]
k_3	nicht massgebend [-]
f_p	Abweichungsfaktor des effektiven Arbeitsdrucks [-]
f_v	Faktor zur Berücksichtigung des Verschleisses von Geräten und Werkzeugen [-]
f_s	Gleichzeitigkeitsfaktor für Betrieb mehrerer Geräte [-]
f_u	Faktor zur Berücksichtigung von Verlusten durch undichte Leitungen [-]
η_G	Geräteausnutzungsgrad [-]

Hieraus lassen sich die Gleichungen für die **Abgabeleistung** $Q_{N,K}$ [m³/min] des Kompressors und die **Ansaugleistung (Volumenstrom)** $Q_{N,Saug}$ [m³/min] bei Luftdruck p_0 wie folgt darstellen:

$Q_{N,K} = Q_{N,V} \times \frac{p_v}{p_K} \times \frac{T_K}{T_v}$	[m ³ /min]
$Q_{N,Saug} = Q_{N,V} \times \frac{p_v}{p_0} \times \frac{T_0}{T_v}$	[m ³ /min]
$Q_{N,K}$	Abgabeleistung des Kompressors bei Druck p_K [m ³ /min]
p_v	Betriebsdruck des Verbrauchers [bar]
p_K	Abgabeluftdruck am Kompressor ins Druckleitungssystem [bar]
T_K	Drucklufttemperatur am Kompressor ins Druckleitungssystem [K]
T_v	Drucklufttemperatur im Verbraucher [K]
$Q_{N,Saug}$	Ansaugleistung (Volumenstrom) bei Luftdruck p_0 [m ³ /min]

Druckluftversorgung



p_0	Luftdruck am Ansaugstutzen (atmosphärischer Druck)	[bar]
T_0	Lufttemperatur am Ansaugstutzen (Aussentemperatur)	[K]

In der Praxis kann vereinfachend angenommen werden, dass die Temperaturdifferenzen innerhalb des Druckluftsystems gering sind und somit die Quotienten $\frac{T_K}{T_V}$ bzw. $\frac{T_0}{T_V}$ vernachlässigt werden können.

Der **Leistungseinflussfaktor** k_2 [-] setzt sich aus vier Einzelkorrekturfaktoren zusammen:

Abweichungsfaktor für effektiven Arbeitsdruck f_p [-]

Tabelle 2-11: Abweichungsfaktor f_p [-]

Druck [bar]	f_p [-]
5	0.83
6	1.00
7	1.17

Verlustfaktor zur Berücksichtigung des Verschleisses von Geräten und Werkzeugen f_v [-]

Tabelle 2-12: Verlustfaktor f_v [-]

Zustand	f_v [-]
gut erhalten	1.05
ältere Geräte	1.10

Druckluftversorgung



Gleichzeitigkeitsfaktor für den Betrieb mehrerer Geräte f_s [-]

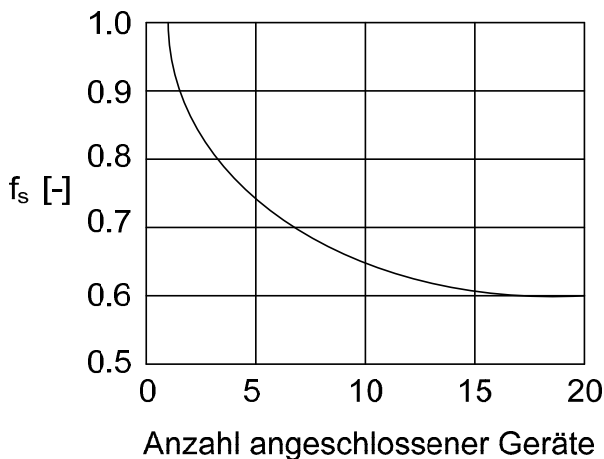


Bild 2-5: Gleichzeitigkeitsfaktor f_s [-] für Kompressoren [21]

Faktor zur Berücksichtigung von Verlusten durch undichte Leitungen f_u [-]

Tabelle 2-13: Verlustfaktor f_u [-] - Undichtigkeiten

Leitungszustand	f_u [-]
gut	1.2 – 1.3
schlecht	nach oben unbegrenzt

Druckluftbedarf $Q_{m,v}$ [m³/min] einiger Geräte

Tabelle 2-14: Druckluftbedarf $Q_{m,v}$ [4]

Gerät	Gewicht [kg]	Druckluftbedarf bei 6 bar $Q_{m,v}$ [m ³ /min]
Pick- und Abbauhämmer	5 – 10	0.8 – 1.0
	11 – 20	0.8 – 1.2
	21 – 40	0.2 – 4.0
Bohrhämmer	15 – 25	0.2 – 4.0
Drehschlagbohrmaschinen	80 – 110	8.0 – 10.0
	ca. 150	11.0 – 12.0

Druckluftversorgung



Bemessung der Rohrleitung

Die **inneren Verluste Δp [bar]** des Druckleitungssystems durch Reibung an Einbauteilen und Rohrrinnenflächen

$$\Delta p = p_K - p_V \quad [\text{bar}]$$

werden oft durch äquivalente Rohrleitungslängen ausgedrückt.

Die **Nennlänge L_{Nenn} [m]** kann daher wie folgt angegeben werden:

$$L_{\text{Nenn}} = \sum_i L_i \quad [\text{m}]$$

L_{Nenn}	Nennlänge der Druckluftleitung	[m]
L_i	äquivalente Rohrleitungslänge des Einbauteils i zur Berücksichtigung der Reibung	[m]
i	Einbauteil in Rohrleitung	[-]

Die Nennlänge eines Druckleitungssystems setzt sich zusammen aus der wahren Länge der Rohre plus äquivalenten Rohrleitungslängen L_i für druckverzehrende Einbauteile. Die Nennlänge kann auch vereinfacht als 1.5-mal wahre Länge angenommen werden. [22]

Äquivalente Rohrleitungslänge L_i [m] für einige Einbauteile:

Tabelle 2-15: Äquivalente Rohrleitungslängen L_i [m] [23]

Einbauteil i	äquivalente Rohrleitungslänge zur Berücksichtigung der Reibung L_i [m]
Rohrleitung	tatsächliche Länge
Absperrventil	16
Bogen 90°	5
Bogen 30°	3
Absperrschieber	3

Druckluftversorgung



Die Bemessung der Druckluftleitung, z.B. Hauptleitung bzw. Leitungsabschnitte j, erfolgt mittels Bild 2-6:

$$d = f\{Q_{N,\text{Saug}}; L_{\text{Nenn}}\} \quad [\text{mm}]$$

$$d_j = f\{Q_{N,j}; L_{\text{Nenn},j}\} \quad [\text{mm}]$$

d	Rohrleitungsdurchmesser	[mm]
L_{Nenn}	Nennlänge der Druckluftleitung	[m]
$Q_{N,\text{Saug}}$	Ansaugleistung bei Luftdruck p_0	[m ³ /min]
j	Rohrleitungsabschnitte	[-]

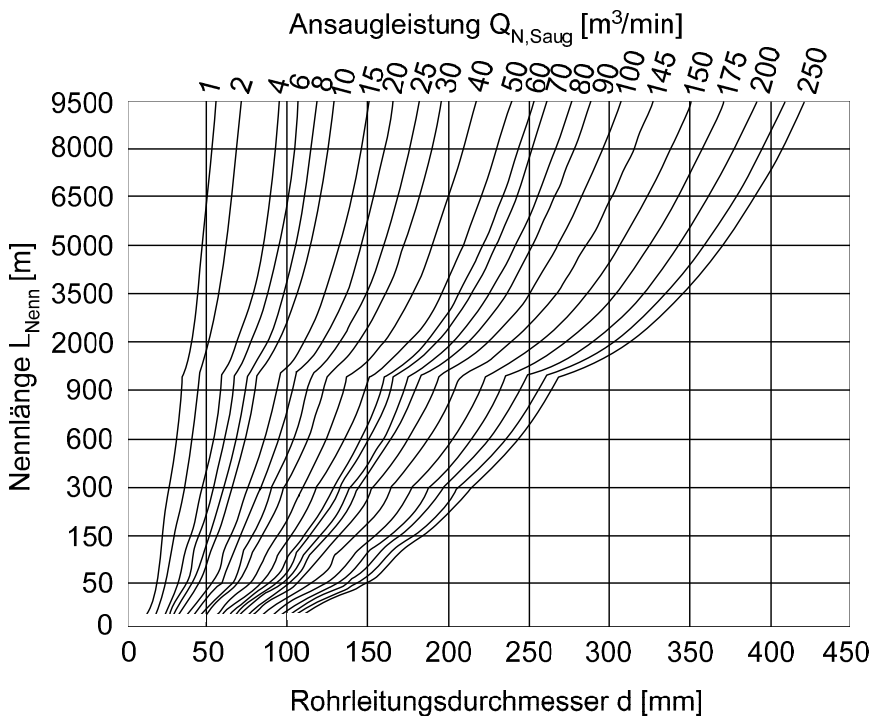


Bild 2-6: Bemessungsdiagramm für Druckleitungen [23]



2.5 Separationsanlagen

Die **maximal anfallende Separationsmenge** $Q_{\text{fest},i}$ [t/h] bzw. die **maximal anfallende Beladung** $\mu_{\text{fest},i}$ [t/m³] der Suspension mit Feststoffen für den definierten Korndurchmesserbereich / das Separationsintervall i ergibt sich aus:

$Q_{\text{fest},i} = \Delta s_i \times \rho_b \times Q_0^{\text{max}}$	[t/h]
$\mu_{\text{fest},i} = \Delta s_i \times \left(\frac{Q_0^{\text{max}} \times \rho_b}{Q_F} \right)$	[t/m ³]
$Q_{\text{fest},i}$	anfallende Separationsmenge für das Separationsintervall i [t/h]
Δs_i	maximal anfallende Gewichtsprozent der separierbaren Böden im Separationsintervall i [Gew.-%]
ρ_b	Dichte des abzubauenen Bodens (ungestört) [t/fm ³]
Q_0^{max}	maximaler Materialanfall (Abbauleistung z.B. der TVM) [fm ³ /h]
$\mu_{\text{fest},i}$	maximale Beladung der Suspension mit Feststoffen des Separationsintervalls i [t/m ³]
Q_F	Trägermediummenge vor Aufgabe des Abbaumaterials (Fördermenge der unbeladenen Förderflüssigkeit) [m ³ /h]
i	Separationsintervall [-]

Die erforderliche Separationsleistung ist abhängig von:

- der Sieblinie des abzubauenen Bodens
- der Förderleistung der Pumpeinrichtung zur Abförderung des Abbaumaterials (Aufgabemenge)
- dem Beladungsverhältnis der Suspension
- der Dichte des Bodens

Separationsanlagen



Maximal anfallende Gewichtsprozent des Bodens im Separationsintervall i Δs_i [Gew.-%]

$$\Delta s_i = \max \{ \Delta s_{i,j} \} \text{ aller } j \quad [\text{Gew.-%}]$$

$$\Delta s_{i,j} = \max s_{i,j} - \min s_{i,j} \quad [\text{Gew.-%}]$$

Δs_i maximal anfallende Gewichtsprozent der separierbaren Böden im Separationsintervall i , aller betrachteten Sieblinien j [Gew.-%]

$\Delta s_{i,j}$ Gewichtsprozent der Sieblinie j im Separationsintervall i [Gew.-%]

$\max s_{i,j}$ maximaler Massenanteil der Sieblinie j im Separationsintervall i [Gew.-%]

$\min s_{i,j}$ minimaler Massenanteil der Sieblinie j im Separationsintervall i [Gew.-%]

i Separationsintervall [-]

j Sieblinie (z.B. bei in verschiedenen Abschnitten des Tunnellängsprofils auftretenden Bodenschichten) [-]

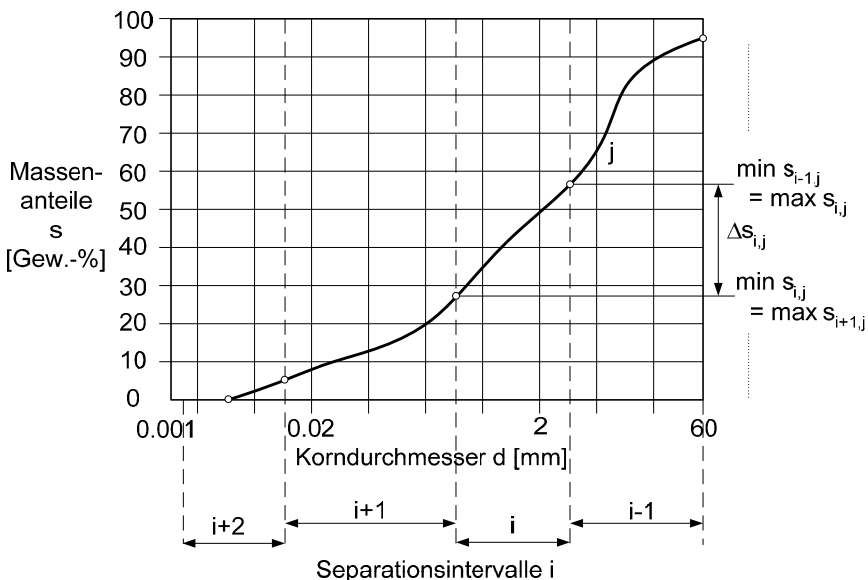


Bild 2-7: Darstellung einer Sieblinie j zur Erklärung der verwendeten Begriffe



Beispiel zur Bestimmung der Gewichtsprozente $\Delta s_{i,j}$ des Separationsintervalls i des anfallenden Bodens in den Sieblinien j und den maximal anfallenden Gewichtsprozenten Δs_i aller anfallenden Böden

Es wird eine Tunnelbaumassnahme mit idealisierten Schichtgrenzen zwischen den Böden gleicher Sieblinie betrachtet.

Für jeden Bereich der Baumassnahme lässt sich eine repräsentative Sieblinie darstellen. Die Sieblinien werden in die Separationsintervalle aufgeteilt. Aus den Schnittpunkten der Sieblinien mit den Grenzen der Separationsintervalle lassen sich die Massenanteile $\max s_{i,j}$ bzw. $\min s_{i,j}$ der verschiedenen Separationsintervalle und Sieblinien ablesen; hier im Beispiel dargestellt für das Separationsintervall 2 der Sieblinie C, $\max s_{2,C}$ und $\min s_{2,C}$.

Die Gewichtsprozente der Sieblinie j im Separationsintervall i $\Delta s_{i,j}$ ergeben sich somit aus der Differenz des maximalen und des minimalen Massenanteils der Sieblinie j im Separationsintervall i .

$\Delta s_{i,j} = \max s_{i,j} - \min s_{i,j}$ hier dargestellt für die Sieblinie C

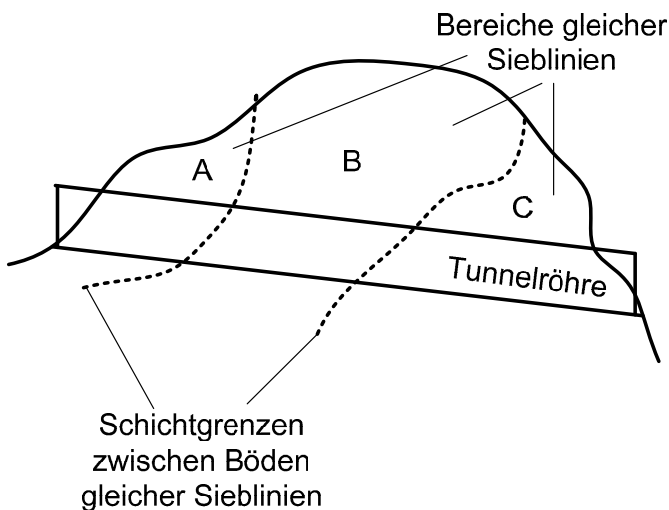


Bild 2-8: Beispiel einer Tunnelröhre in verschiedenen Böden

Separationsanlagen

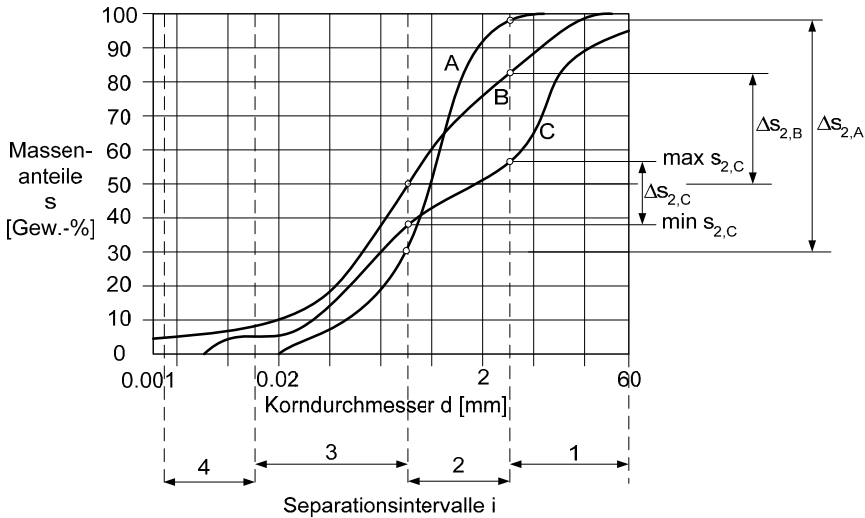


Bild 2-9: Sieblinien der anfallenden Böden mit Bestimmung der Gewichtsprozente

$$\Delta s_{2,A} = \max s_{2,A} - \min s_{2,A} = 98 - 30 = 68 \text{ Gew.-%}$$

$$\Delta s_{2,B} = \max s_{2,B} - \min s_{2,B} = 83 - 50 = 33 \text{ Gew.-%}$$

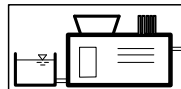
$$\Delta s_{2,C} = \max s_{2,C} - \min s_{2,C} = 57 - 38 = 19 \text{ Gew.-%}$$

Die maximal anfallenden Gewichtsprozente des Bodens im Separationsintervall 2 (dies ist gleichbedeutend mit dem Intervall zwischen der maximalen Korngrösse von ca. 3 mm und der minimalen Korngrösse von ca. 0.1 mm), Δs_2 , während der gesamten Baumassnahme ergibt sich aus dem Maximum aller zuvor bestimmten $\Delta s_{2,j}$ der anfallenden Böden der Sieblinien j:

$$\Delta s_2 = \max \{ \Delta s_{2,A}; \Delta s_{2,B}; \Delta s_{2,C} \} = \Delta s_{2,A} = 68 \text{ Gew.-%}$$

Dies bedeutet, dass im Bereich A der Baumassnahme mit dem grössten Anteil von zu separierenden Böden des Separationsintervalls 2 zu rechnen ist und daher die Aggregate für die Separationsstufe 2 (0.1 – 3 mm) der Separationsanlage für diese Mengen ausgelegt werden müssen.

Separationsanlagen



Die Separationsleistung der Separationsstufe 2 (Mitteltrennung I) muss somit wie folgt dimensioniert werden:

$$Q_{\text{fest},2} = \Delta s_{2,A} \times \rho_b \times Q_0^{\text{max}} \quad [\text{t/h}]$$

Definition: Beladungsverhältnis μ_{fest} $[\text{t/m}^3]$

Das Beladungsverhältnis der Förderflüssigkeiten entspricht der Masse des geförderten Feststoffs $Q_F \times \rho_b$ $[\text{t/h}]$ pro Volumeneinheit des Trägermediums Q_F $[\text{m}^3/\text{h}]$.

Berechnung der erforderlichen Separationsleistung

Es werden die Anteile der verschiedenen Separationsintervalle i der gesamten Sieblinie berechnet. Die Festlegung der verschiedenen Trennschnitte d_T der Separationsintervalle i sollte mit den einzelnen Klassifizierungsschritten der Separationsanlage (herstellerbedingt) korrelieren. Im Allgemeinen gelten folgende Trennschnitt-Korngrößen und die sich daraus ergebenden Separationsintervalle:

Tabelle 2-16: Einteilung möglicher Separationsintervalle nach [24]

Klassifizierung	Trennschnitt d_T [mm]	Separationsintervalle i [-]	Spannweite Separationsintervall [mm]
Grobtrennung	> 3	1	> 3
Mitteltrennung I	> 0.1	2	3 – 0.1
Mitteltrennung II	> 0.03	3	0.1 – 0.03
Feintrennung	> 0.005	4	0.03 – 0.005

Dimensionierung

Die einzelnen Anlageelemente der jeweiligen Separationsstufen werden nach den anfallenden Feststoffmengen je Separationsstufe i bemessen. Die Grösse und Anzahl der Anlageelemente je Separationsstufe ergibt sich aus dem Vergleich der erforderlichen Leistung (anfallende Menge $Q_{\text{fest},i}$) mit den entsprechenden Leistungsangaben $Q_{\text{fest},i,\text{Gerät}}^{\text{zul}}$ der Hersteller:

$$Q_{\text{fest},i} < Q_{\text{fest},i,\text{Gerät}}^{\text{zul}} \quad \text{für alle } i\text{-Separationsstufen}$$

Separationsanlagen



Ferner muss für das Gesamtsystem gelten:

$$\rho_b \times Q_0^{\max} \leq \sum Q_{\text{fest},i,\text{Gerät}}^{\text{zul}}$$

Maximaler Feststoffdurchsatz des Separationssystems, bestehend aus den Separationsleistungen der einzelnen Anlageelemente der Separationsstufen

Manche Hersteller geben auch die **maximale Beladung** $\mu_{\text{fest},i,\text{Gerät}}^{\text{zul}}$ [t/m^3] **der einzelnen Anlageelemente der Separationsstufen** für die Dimensionierung an. Für alle Anlageelemente und somit Separationsintervalle muss gelten:

$$\mu_{\text{fest},i} < \mu_{\text{fest},i,\text{Gerät}}^{\text{zul}} \quad \text{für alle } i\text{-Separationsstufen}$$

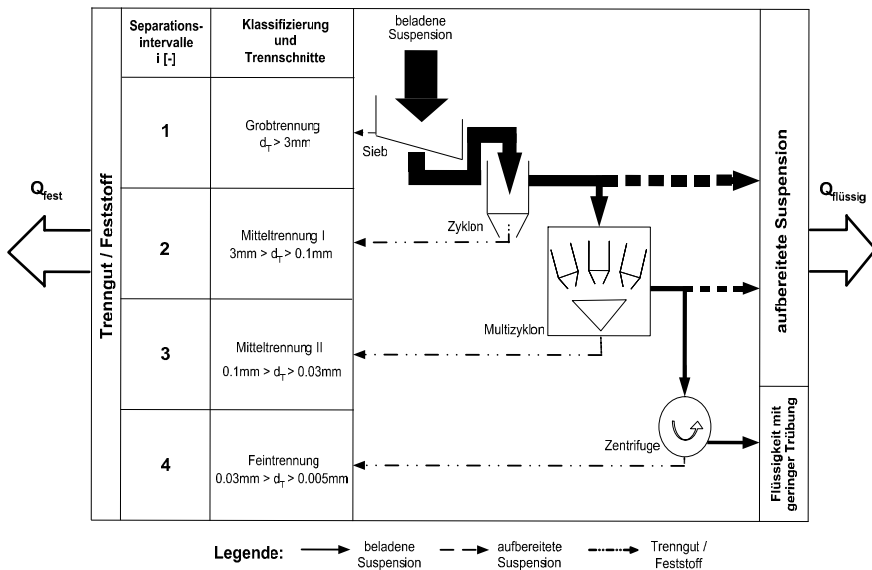


Bild 2-10: Schematische Darstellung einer vierstufigen Separationsanlage

Leistungsermittlungshandbuch für Baumaschinen und
Bauprozesse

Girmscheid, G.

2010, VIII, 300 S. 90 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-642-13794-5