

Die Zusammenfassungen sind teilweise stark veraltet (Vorlesungsinhalte aus vergangenen Semestern, alte Normen...) und sollten lediglich als Hilfestellung zum Verfassen eigener Zusammenfassungen dienen.

Baubetriebstechnik

Jan Höffgen

19. August 2012

Mitschrieb der Vorlesung
Baubetriebstechnik
im SS 2012 bei Prof. Gentes und Dr. Schneider
Kein Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

Inhaltsverzeichnis

1	Der Weg zum Auftrag	3
1.1	Ausschreibung	3
1.2	Interne Prüfung bei den Baufirmen	3
1.3	Ausschreibungsunterlagen	3
1.4	Angebotsbearbeitung	4
1.5	Vergabe	4
1.6	Auftrag	4
2	Aufbereitungstechnik	5
2.1	Aufbereitungsanlagen	5
2.2	Aufgabe	5
2.2.1	Aufgabe ohne Siebeffekt	5
2.2.2	Aufgabe mit Siebeffekt	6
2.3	Überblick Brechertypen	6
2.3.1	Backenbrecher	6
2.3.2	Rundbrecher	7
2.3.3	Walzenbrecher	7
2.3.4	Prall- und Schlagbruch	7
2.4	Klassieren	8

3	Betonbau	9
3.1	Betonbereitung und Einbau	9
3.1.1	Beton	9
3.1.2	Betonbereitung	9
3.2	Schalung	11
3.2.1	Aufbau	11
3.3	Wandschalung	12
3.4	Deckenschalungen	13
3.5	Sonderschalung	13
3.6	Rüstung	14
3.7	Brückenbau	14
3.8	Transporttechnik	15
3.8.1	Hebezeuge	15
3.8.2	Frischbetonförderung	17
3.8.3	Spritzbeton	17
4	(Spezial-)Tiefbau	18
4.1	Baugrubenumschließung	18
4.2	Rammen	18
4.3	Bohren	19
4.3.1	Trockenbohren	19
4.3.2	Nassbohren	19
4.3.3	Bohrpfahlbetonieren	20
4.4	Schlitzen	20
4.5	Baugrubenumschließung	20
4.6	Wasserhaltung	21
4.6.1	Pumpen	22
5	Erdbau	23
5.1	Verfahrenstechnische Kette	23
5.2	Gewinnen: Geräte	23
5.2.1	Standbagger	23
5.2.2	Fahrbagger	24
5.2.3	Flachbagger	24
5.3	Transport	26
5.3.1	Gelände und Baustraße	26
5.3.2	Transport auf fixierter Trasse	26
5.4	Einbau	26
5.4.1	Entladen	26
5.4.2	Verdichten	27
5.5	Bagger - LKW - Leistungsberechnung	28
5.6	Baumaschinenkosten	29
6	Baumaschinentechnik	30
6.1	Hydraulikzylinder	30

1 Der Weg zum Auftrag

1.1 Ausschreibung

Bauherr veröffentlicht sein geplantes Bauvorhaben (\Rightarrow für öffentliche Bauvorhaben [auch bei öffentlichen Zuschüssen] gilt VOB [Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen])

- Bausumme < 5 Mio. €: nationale Ausschreibung
 - öffentliche Ausschreibung (Zeitung)
 - beschränkte Ausschreibung (best. Firmen)
 - freihändige Vergabe (Verhandlung mit 1AN) [nützlich bei Bauvorhaben, die der Öffentlichkeit nicht detailliert bekannt sein sollen]
- Bausumme > 5 Mio. €: europaweite Ausschreibung
 - offenes Verfahren
 - nichtoffenes Verfahren
 - Verhandlungsverfahren

1.2 Interne Prüfung bei den Baufirmen

- Firma geeignet (Hoch-/Tief-/Erdbau...)
- Ressourcen (Mensch/Maschinen)
- Region bekannt (BB baut viel in Nigeria)
- Spezialkenntnisse Verfahren

\Rightarrow Anforderung der Ausschreibungsunterlagen

1.3 Ausschreibungsunterlagen

- Leistungs- und Baubeschreibung
- Ausführungszeit \rightarrow Strafzahlung bei Verzug
- Bodengutachten
- Garantien (Bietergarantie X% der Ausschreibungssumme [eher international; in D ist die Annahme des Angebotsausführung verpflichtend], Vertragserfüllungsgarantie, Gewährleistung)
- gesetzliche Vorschriften
- Zahlungsmodus (VOB: Abschlagszahlungen am Ende des Monats) \rightarrow Verzinsung für die Vorleistungen
- Leistungsverzeichnis: Kalkulatorischer Verfahrenvergleich

Pos.	Text	Menge	EP	GP
1	Erdaushub	$1000m^3$	$10 \frac{\text{€}}{m^3}$	10000€
2	Beton	$500m^3$	$100 \frac{\text{€}}{m^3}$	50000€
...
Angebotssumme				...

nicht veränderbar Ausschlussgrund | Eintrag durch Baufirma

- Kalkulation der LV-Positionen beläuft sich auf 0.1-1.0 % der Angebotssumme

\Rightarrow Trefferquote: 10 Angebote \Rightarrow 1 Auftrag

1.4 Angebotsbearbeitung

- Begehung vor Ort
- alle LV-Positionen kalkulieren, Einheitspreise angeben
- Verfahrensvergleich durchführen
 - Berechnung der Einzelkosten je Teilleistung (EKT)
 - Kostenblock $\left\{ \begin{array}{l} \text{Baustellengemeinkosten (Bauleiter, Kran,...)} \\ \text{Allg. Geschäftskosten (Hauptverwaltung, Vorstand,...)} \\ \text{Wagnis + Gewinn (2+2 \%)} \end{array} \right\}$ wird auf EKT umgelegt
- ⇒ Nebenangebot (z.B. Fertigteilstütze statt Ortbeton)
 - * vom AG ausgeschriebene Position muss trotzdem immer bepreist werden
- Angebot an BH
 - Begleitbrief → Nebenangebot [Baufirma trägt Risiko]
 - LV ausführen
 - Pläne zur Baustelleneinrichtung
 - techn. Berichte zur Ausführung

1.5 Vergabe

- Preis → Wirtschaftlichkeit
- Beziehungen/Referenzen/Zuverlässigkeit
- Nebenangebote

1.6 Auftrag

- BGB, § 631 → Werkvertrag (nicht ausreichend für spezielle Anforderungen im Bauwesen)
- VOB ist kein Gesetz, muss vertraglich verankert werden
 - 1926 (AG+AN)
 - A Vergabewesen
 - B Ausführung (Abrechnung, Ausführung)
 - C DIN

Beispiel: Berechnung Nebenangebot

	L	S	G	FL	EKT
Ortbeton	$3 \frac{h}{m}$	$20 \frac{€}{m^2}$	$5 \frac{€}{m^2}$	0	$3 \frac{h}{m^2} \cdot 30 \frac{€}{h} + 20 \frac{€}{m^2} + 5 \frac{€}{m^2} = 115 \frac{€}{m^2}$
Filigrandecke	$1 \frac{h}{m^2}$	$30 \frac{€}{m^2}$	$30 \frac{€}{m^2}$	0	$1 \frac{h}{m^2} \cdot 30 \frac{€}{h} + 30 \frac{€}{m^2} + 30 \frac{€}{m^2} = 90 \frac{€}{m^2}$

L: Lohn, S: Sonstige Kosten, G: Geräte, FL: Fremdleistung, EKT: Einzelkosten der Teilleistung

$$\text{Einheitspreis} = \text{EKT} \cdot \text{Zuschlag} = 90 \frac{€}{m^2} \cdot 1.3 = 117 \frac{€}{m^2}$$

- Filigrandecke (=Fertigteil) lässt sich "gebogen" herstellen, sodass die result. Biegung bei Belastung zu 0 wird. Außerdem ist eine Vorspannung möglich

2 Aufbereitungstechnik

- Zuschlag/Schüttstoffe des Bauwesens herzustellen
 - z.B. Sieblinie aus Baggeraushub
- Verfahrenstechnische Kette
 - Gewinnen (Bagger, Radlader → Erdbau)
 - Transport (LKW, Förderband → Erdbau)
 - Aufgabe (Aufbereitung)
 - Brechen (Aufbereitung)
 - Klassieren (Aufbereitung)

2.1 Aufbereitungsanlagen

- Kriterien
 - Gesamtleistung
 - Einzelleistung
 - Korngröße (griffig, scharfkantig)
 - Festigkeit
- Durchlaufsysteme → 1 Durchgang
- Kreislaufsysteme → mehrere Durchgänge durch Brecher

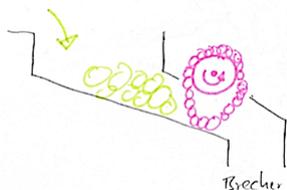
2.2 Aufgabe

- Bindeglied zwischen Abtransport (LKW) und Anlage
- Puffer → gleichmäßige Auslastung

2.2.1 Aufgabe ohne Siebeffekt



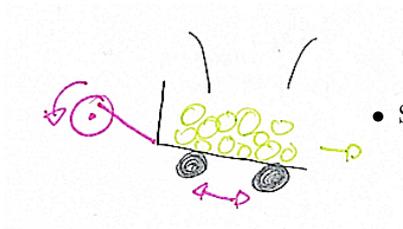
- Silos mit Segmentverschlüssen
 - feinkörnig, nicht klebend



- Kettenaufgeber
 - stationär, sehr grob
 - Kette hält über Eigengewicht Material zurück

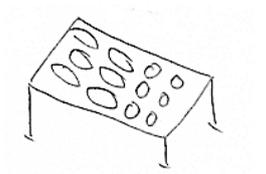


- Vibrorinne
 - GK: 500-1000mm
 - gut dosierend

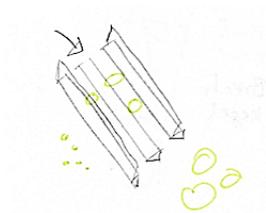


- Schubaufgabe

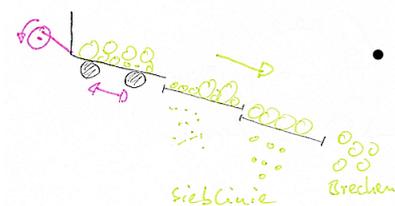
2.2.2 Aufgabe mit Siebeffekt



- fester Rost
 - Überkorn gut abscheidbar, auf privaten Baustellen nutzbar



- Stabrost
 - Geringe Investitionskosten
 - Verklemmung, Verschleiß



- Schubscheider
 - Schubaufgabe + Rost
 - hoher Platzbedarf

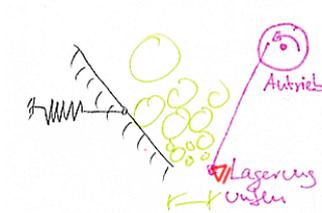


- Wobbler
 - kann Steine von Boden trennen, wird aber selten eingesetzt, weil sauberes Material sehr günstig ist

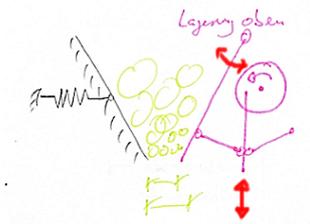
2.3 Überblick Brechertypen

2.3.1 Backenbrecher

- Eingesetzt als Vorbrecher
- 2 Platten: eine fest, eine beweglich
- Kurbelschwingebrecher



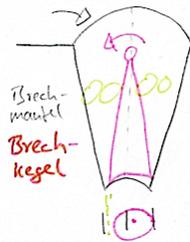
- gute Gleichform durch Druck- und Scherbelastung
- Verklemmung wahrscheinlich
- GK: 1500mm, ZF: 3-6, 1000t/h
 - * durch Kurbelbewegung wird Material automatisch mit eingezo-gen



- Pendelschwingenbrecher
 - Ausgangsspalt variiert
 - kann härteres Material bearbeiten als Pendelschwingenbrecher (bessere Übersetzung → höhere Kräfte)
 - GK: 500mm, ZF: 5-9, 600t/h

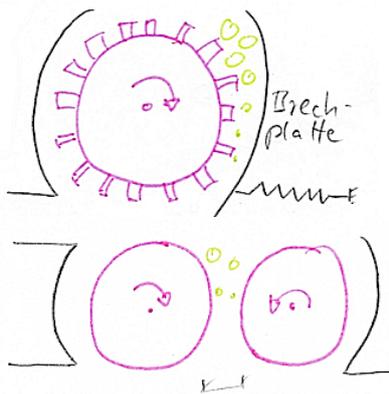
2.3.2 Rundbrecher

- feststehender Brechmantel
- exzentrisch bewegter (taumelnder) Brechkegel



- Kreiselbrecher (Lager des Brechkegels oben)
 - GK: 1500mm, ZF: 4-20, 3500t/h
- Kegelbrecher (kein Lager des Brechkegels)
 - GK: 500mm, ZF: 3-20, 600t/h

2.3.3 Walzenbrecher

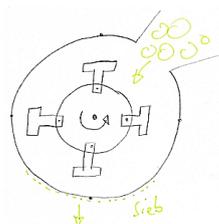


- eine oder zwei Walzen
- horizontale Dehung
- Oberfläche glatt, geriffelt oder gezahnt
- GK: 500mm, ZF: 3-10, 200-500t/h

2.3.4 Prall- und Schlagbruch



- Prallbrecher
 - Nachzerkleinerung
 - hoher Feinanteil
 - hoher Verschleiß
 - 1-2 Prallbrecher
 - GK: 800mm, ZF: 10, 200t/h



- Hammerbrecher
 - Walze mit gelenkig gelagerten Hämmern (hier: aktiv)
 - hoher Verschleiß
 - GK: 500mm, ZF: 10, 100t/h

2.4 Klassieren

- Vorklassieren (50-100cm)
 - statische Roste
 - Baggerlöffel
 - Reißzahn
- Hauptklassieren (3-60mm)
 - bewegte Roste
 - Siebmaschine (Trommel)
 - Schwingsiebmaschine (Vibrorinne mit Sieb)

* 2 Kornfraktionen

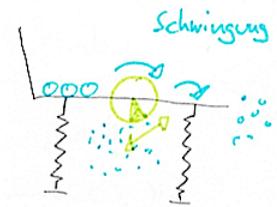
* Variation von: Länge, Amplitude, Frequenz, Neigung

* Wirksamkeit: Wurfkennziffer $K_V = \frac{b_n}{g_n}$

$K_V = 1$: weiche/leichte Siebung (langsam, genau), Entwässern

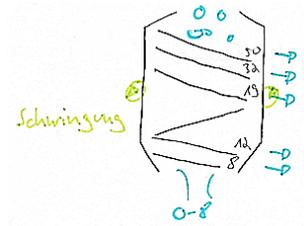
$K_V = 2 - 2.5$: leichtes Werfen, schonende Aussiebung

$K_V = 3 - 8$: deutliches Werfen, harte (schnelle, unsaubere) Siebung, hoher Verschleiß



– Mehrdecksiebe

* "Sizer"



- Feinklassieren (1-3mm)
 - Flüssigkeitstrennen

3 Betonbau

3.1 Betonbereitung und Einbau

3.1.1 Beton

Zuschläge 70 Vol-% (95 Vol-%) Zement 12 Vol-% (5 %) Wasser 18 Vol-% (Bitumen) + Zusatzstoffe + Zusatzmittel

Unterscheidung Betone

- Druckfestigkeit (z.B. C 20/25) [alt: B 25]

Konsistenzbereich	Klasse	Ausbreitmaß	Verdichtungsmaß
steif	F1	<340mm	1.45-1.26
plastisch	F2	350-410mm	1.25-1.11
weich	F3	420-480mm	1.10-1.04
fließfähig	F5	560-620mm	<1.03

$q_{th} = I \cdot n \cdot \frac{V_1}{V_x}$ I: Nenninhalt [m^3], n: Anzahl der Mischspiele [$\frac{1}{h}$]

$V_1 = 1.45$, $V_x =$ Verdichtungsmaß des herzustellenden Betons ($1m^3$ kann unverdichtet $1.45m^3$ einnehmen)

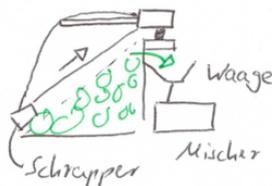
Beton F1 $\rightarrow v_x = 1.45 \rightarrow q_{th} = I \cdot n \cdot \frac{1.45}{1.45} = I \cdot n$

Beton F3 $\rightarrow v_x = 1.04 \rightarrow q_{th} = I \cdot n \cdot \frac{1.45}{1.04} = 1.4 \cdot I \cdot n$

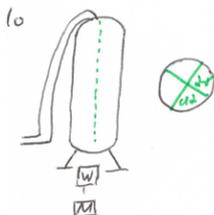
- bestimmt Einbauart (Pumpe, Kübel, direkt in Schalung)
- Art der Entleerung \rightarrow Zeit auf der Baustelle \rightarrow Kosten
- Lieferschein kontrollieren \rightarrow Waage
- Schalungsdruck (steigt mit Plastizität)
- w/z-Wert ≈ 0.4
- Größtkorn \rightarrow Bewehrungsabstand

3.1.2 Betonbereitung

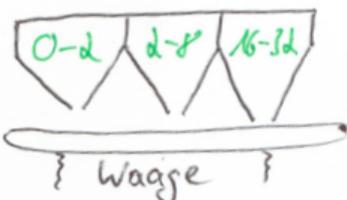
Lagerung der Zuschlagsstoffe



- Freilager \rightarrow Sternlager
 - geringe Investitionskosten, gute Zugänglichkeit
 - Witterung (Eigenfeuchte), keine sorgfältige Trennung, hoher Platzbedarf



- Silo
 - trocken, genaue Trennung, mobil, geringer Platzbedarf
 - hohe Kosten, aufwändige Füllung, geringe Mischleistungen, Verstopfungsgefahr

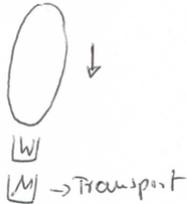


- Reihensilo

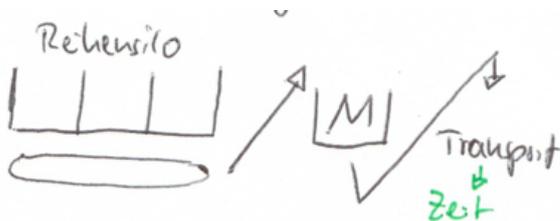
- Bunkerlagerung
 - einfache Füllung, witterungsgeschützt
 - hohe Kosten, ggf. unterird. Förderbandanlagen erforderlich

Mischanlagen

- $q_{max}[\frac{m^3}{h}] = 2 \cdot q_{mittel}[\frac{m^3}{h}]$ (Ausstoßleistung \rightarrow verdichteter Beton)



- Vertikalanlage
 - Stationäre Anlagen
 - 130 – 150 $\frac{fm^3}{h}$ (Leistungsstärksten Anlagen)



- Horizontale Anlagen
 - Komplette als LKW-Anhängemodul beziehbar
 - 50 – 100 $\frac{fm^3}{h}$

- Fahrzeuggemischter Beton
 - Dosierung in Anlage
 - mit/ohne Wasser in Betontransportfahrzeug
 - Probleme: Mischzeit, Wasser \rightarrow Qualität

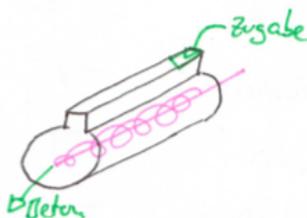
Mischen des Betons



- Freifallmischer
 - Schaufeln
 - Mischgut wird angehoben \rightarrow freier Fall
 - geringe Mischqualität, lange Mischdauer
 - günstig, geringer Verschleiß



- Zwangsmischer
 - Tellermischer
 - * Rührwerk
 - * hohe Mischqualität (homogen und konsistent), kurze Mischdauer
 - * teuer
 - Trogmischer
 - * Stetigmischer

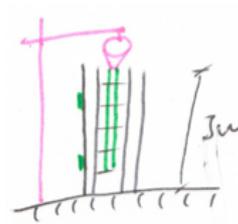


Einbau

- DIN: Max. Fallhöhe ist zu begrenzen (um Entmischung vorzubeugen)
- 0.5–1m freier Fall
 - Schlauch
 - seitr. Stützung
 - seitr. Zuführung
- auf hindernisfreie Bewehrung achten

Verdichten

- Rüttelflasche im Beton
 - Außenrüttler an Schalung
 - Rütteltische im Fertigteilwerk
 - Schockverdichtung im Vakuum
- Luftgehalt < 1.5 Vol-%

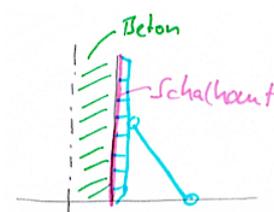


3.2 Schalung

Schalung und Rüstung sind temporäre Bauwerke → statische Berechnung

3.2.1 Aufbau

- Schalung: Schalhaut, Schalhautunterstützung, (Lastsammler)
- Rüstung: Lastsammler, Lastableiter, Aussteifung, Abstützungen
- Verbindungsmittel
- sonstiges Zubehör

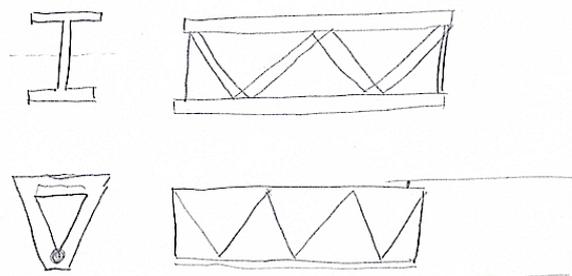


Schalhaut

- direkte Betonberührung
- Dichtheit
- Leichtes Ausschalen ermöglichen (kein Verkleben → Schalöl)
- formbar, anpassungsfähig und unter Belastung formstabil
- Materialien
 - Brettschalung
 - Sperrholz
 - Spanplatten
 - (Mehr-) Schichtplatten
 - Stahl, Bleche
 - Aluminium
 - Kunststoffe (Oberflächengestaltung)

Schalhautunterstützung

- Träger (meist aus Holz), I-förmig
- Vollholz
- Stahl-Gitter-Träger
- Vollwandkombinationen (anpassbar)
- Aluminiumträger

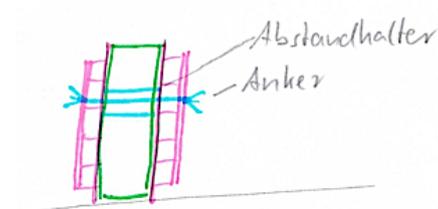


Lastsammler

- Holz oder Stahl im 90°-Winkel zur Unterstüztung
- "sammeln" Last zur Weiterleitung in Stützen (Deckenschalung)
- Vorspannung (Wand)

Lastableiter

- Leiten Last aus dem Sammler in tragfähigen "Untergrund"
- Decken: Stützen oder Schaltische
- Wandschalung: Anker und Abstandhalter, Vorspannung

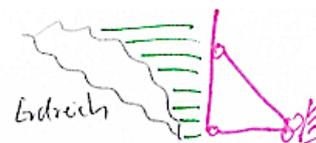


Schalungsbemessung

- Wand: Lotrechte Schalung, Betonschalungsdruck ist maßgebend (Diagramm: $p = f(\text{Betoniergeschw., Konsistenz})$)
 - Nachweise
 - * Tragfähigkeit für Unterstüztung und Lastsammler
 - * Durchbiegung (Unterstützer, Schalhaut)
 - * Maximalkräfte (Anker)
- Decke: waagerechte Schalung (Eigengewicht, Betongewicht, Bewehrung, Verkehrslasten, horizontale Lasten)
 - Nachweis: Knicken von Stützen

3.3 Wandschalung

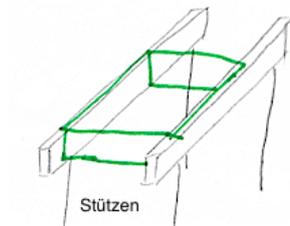
- 1-häufig: eine Seite wird geschalt
- 2-häufig: zwei Seiten werden geschalt und i.d.R. gegenseitig gespannt
- freie Schalung: "Brett und Plattenschalung" (konventionell)
 - $2 - 3h/m^2$



- Systemschalung
 - $0.2 - 0.5h/m^2$
 - Rahmenschalung (kleine Elemente = Schalhaut + Schalhautunterstützung)
 - Großflächenschalungen (zusammengesetzte Elemente bis ca. $40m^2$ auf Baustelle zusammengebaut)
 - Raumschalungen (Wände + Decke "fertig", 3D)
- Stützenschalung
- Kletterschalung
 - Klettert nach Erhärten eines Abschnitts mit Kran oder Hubeinrichtung nach oben
- Gleitschalung
 - Abstützung auf Kletterstangen
 - Gleitet hydraulisch oder pneumatisch an allen Kletterstangen gleichzeitig entlang der Betonoberfläche nach oben

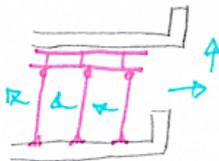
3.4 Deckenschalungen

- Freie Schalung: Schalplatten auf Holz- u. Stahlträgern



- Systemschalungen

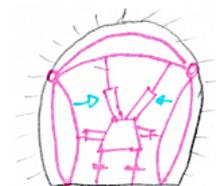
- Kleinflächig: Rahmenelemente werden in Lastsammlern, die auf Stützen lagern, geschoben oder eingehängt
- großflächig: Schalttisch: Schalhaut, Unterstüzung und Sammler fest verbunden → Kran erforderlich



(Klappbare Stützen für Brüstung oder feste Stützen mit Spindeln)

3.5 Sonderschalung

- "Wanderschalungen" im Tunnelbau → Schalwagen (Rollen)



- Aufblasbare Schalungen (Röhrenförmig)
- Vakuum-Schalungen (zur schnellen Oberflächenentwässerung, max. Wassertiefe: ca. 30cm)
- Kriterien für verlorene Schalung
 - Ausschaltungskosten höher als Kosten der Schalung
 - Schalmaterial ist Teil des Bauwerks
 - Schalmaterial von Beton umschlossen (gewichtsmindernder Hohlraum)
 - Schalung als Wärmedämmung

3.6 Rüstung

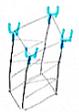
1. Arbeitsgerüste (Verputzen, Malerarbeiten)

- DIN 4420 (Teil 1,2,3)
- geringere Anforderungen in den Schulferien

2. Traggerüste → eigene Ingenieurkonstruktionen

- DIN EN 12812

- Rüststütze: 1 Auflager, Fachwerke, 3(4) Gurte 

- Rüstturm: mehrere Auflager, stabiler 

3. Träger (verbinden die Rüsttürme)

- Breitflanschträger: ca. 12m Spannweite, sehr hohe Lasten 

- Rüstträger: ca. 30m 

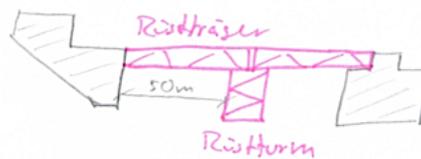
- Rüstbinder: ca. 30m 

3.7 Brückenbau

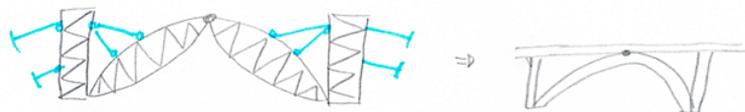
Möglichkeiten: Fertigteile oder Ortbeton (Erhärtung im eingebauten Zustand), feldweise (von Auflager zu Auflager) oder abschnittsweise (zwischen den Auflagern geteilt)

1. Stationäres Lehrgerüst

- universell
- lohnintensiv
- begrenzte Feldanzahl

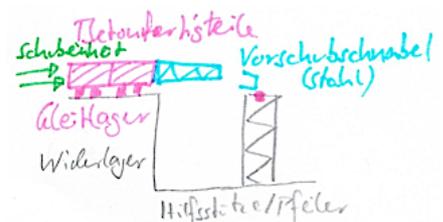


→ Bogenbrücke



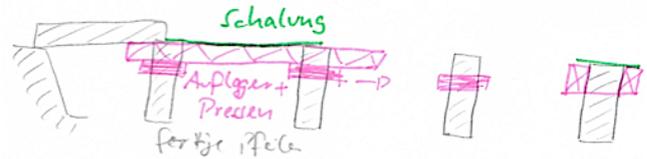
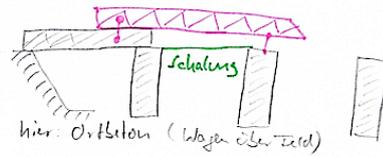
2. Taktschiebverfahren

- Betonieren → Schieben → Betonieren
 - kurze Transportwege durch Ortbeton
 - gute Nutzung der Schalung
- (Beton-)Fertigteile: 30m, Felder: 60-150m
- Schalung der Stirnseite erfolgt durch Vorgänger-Element
- Betonfertigteile beidseitig auf Zug dimensionieren
- Biegesteife Verbindung der Fertigteile mit Spanngliedern



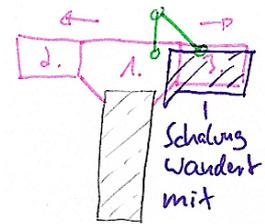
3. Vorbaurüstung

- oberhalb der zu betonierenden Brücke: Gerüstwagen
 - für Ortbeton und Fertigteile (beginnend am Pfeiler)
- unterhalb: Vorschubrüstung
 - mind. 6 Felder
 - Länge: mind. 2fache Feldlänge



4. Freivorbau

- Erstellung der Pfeiler
- 1. Brückenteil auf Pfeiler erstellen
- Vom 1. Pfeiler eine symmetrische Herstellung der Brücke (ohne Hilfsrüstung)
- Keine Beeinträchtigung der Unterquerung

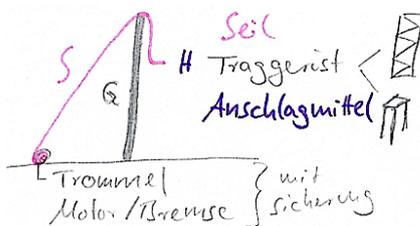


3.8 Transporttechnik

- 80% aller Tätigkeiten auf einer Baustelle sind Transportvorgänge

3.8.1 Hebezeuge

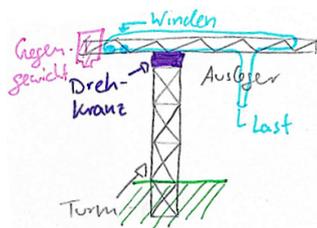
- Krane müssen alle Arbeitsflächen erreichen.
 - Die Anordnung gehört zu den Aufgaben der Einrichtungsplanung.
 - So viele Krane/Haken wie möglich erhöhen Baugeschwindigkeit



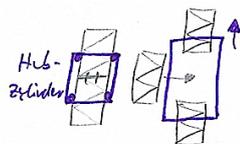
- Winden
 - eingebaut in Turmdrehkran, Autokran...

• Turmdrehkräne

- Vorhaltegerät (steht dauerhaft auf der Baustelle, für die Mehrheit der Lasten)
- Obendreher



- * Verankerung im Fundament (unterstes Element verbleibt nach dem Bau)
- * Turm ist fix (am Gebäude verankert)
- * Aufbau durch Autokran
- * Klettvorrichtung (selbstständig Turmstücke einbaubar)



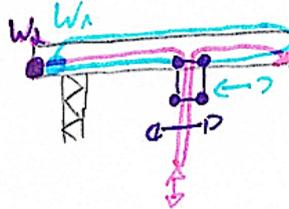


- Untendreher
 - * Turm dreht mit
 - * Aufbau ohne Hilfsgerät

- Ausleger

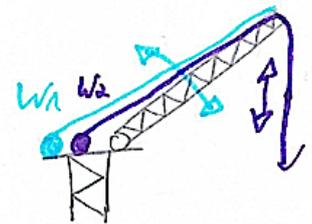
* (Lauf-)Katzausleger

- Verfahren der Last sehr einfach
- Dreht sich im Wind



* Nadelausleger

- Platzsparend (z.B. im Innerstädtischen)
- die Last ist schwenkt nie weiter aus als die Spitze des Krans → keine Überschreitung der Grenzen im Luftraum (evtl. teuer und gesamter Ausleger muss bewegt werden)
- EDV-Gestützt: Nach dem Aufstellen Baufeld abfahren, um notwendige Winkel zu ermitteln

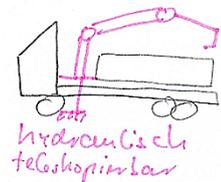


* Knickausleger (Katzausleger mit Gelenk)

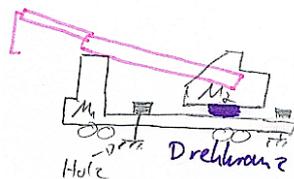
* Universalausleger (Nadelausleger mit Gelenk)

• Fahrzeugkrane

- Leistungsgerät (für hohe Lasten angemietet, die TDK nicht heben kann, oder zum Aufbau eines TDK), aber teuer
- Schräger Ausleger benötigt viel Platz



- Ladekran



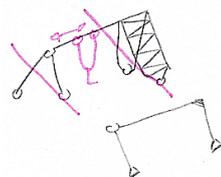
- Autokran

- * 2 Motoren: M1: Geschwindigkeit (max. 80 km/h), M2: Kraft → Arbeitseinheit

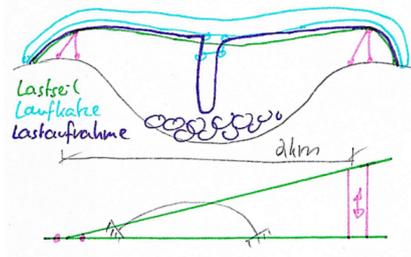
- Mobilkran

- * Autokran mit einem Motor und einer Kabine

• Sonderformen



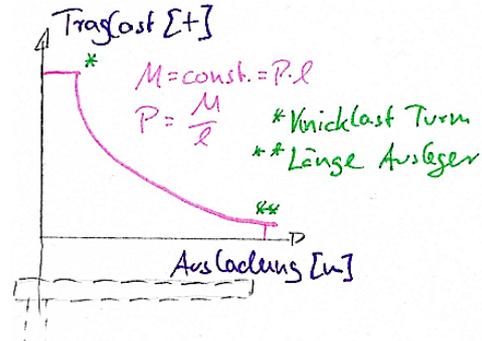
- Portalkran



– Kabelkran

- * kann (einseitig) als Portalkran gestaltet werden, um gebogene Bauwerke (z.B. Staudämme) bauen zu können

- max. Last → Lastmomentkurven
 - max $M = 1000tm \rightarrow$ Form 1000
 - Gegengewicht für die Hälfte des maximalen Moments dimensionieren (Ohne Belastung: $0.5M_{max}$ in Richtung Ausleger, Mit max. Belastung: $0.5M_{max}$ in Richtung Last)



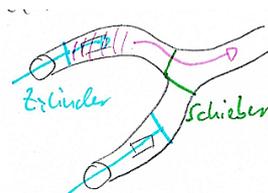
3.8.2 Frischbetonförderung



- Kübel an Kran ($1m^3$)

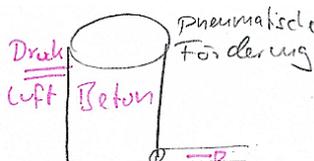


- Dumper (Mulde)
 - Gefahr: Entmischung

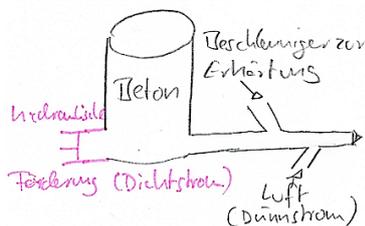


- Betonpumpe
 - Zweizylinderkolbenpumpe
 - * 2 Zylinder arbeiten im Gegenteil
 - * Schieber
 - * 100 bar
 - * diskontinuierliche Förderung
 - Rotorpumpe
 - * 40 Bar
 - * kontinuierlich

3.8.3 Spritzbeton



- Trockenförderung
 - Mischung (Zuschlag + Zement) wird erst an der Düse mit Wasser versetzt
 - 40% Rückprall

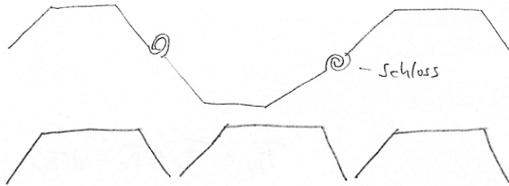


- Nassförderung
 - 20% Rückprall (Standard)
- Top Shot Verfahren (NÖT)

4 (Spezial-)Tiefbau

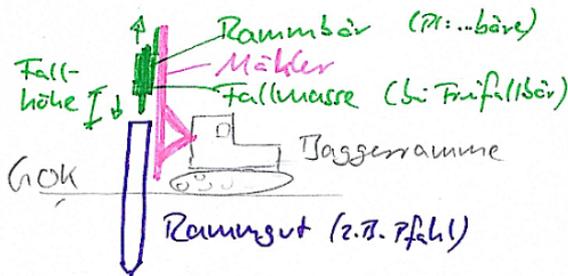
- Erstellung von Gründungen

4.1 Baugrubenumschließung

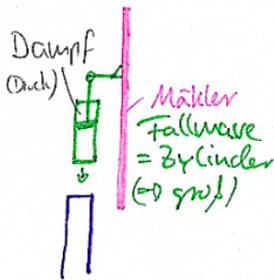


- Spundwand
 - Kraftschlüssige, dichte Verbindung im Schloss
- Kanaldiele

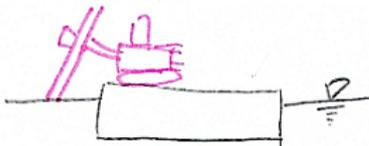
4.2 Rammen



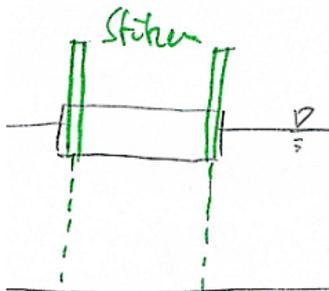
- Ramme



- Dampfbar



- Ponton (Schwimmkörper)



- Hubinsel



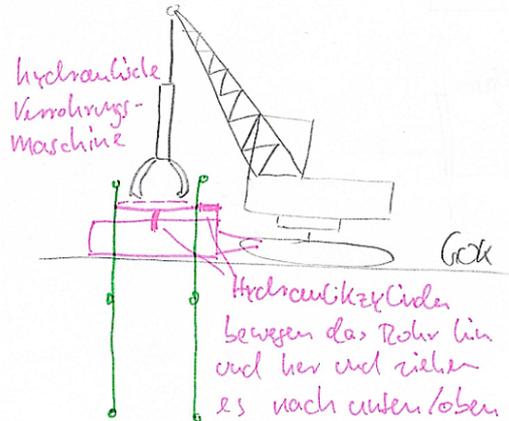
- Vibrationsbär
 - Vibration durch gegenläufig rotierendes inneres Unwuchtpaar (const. Drehgeschw.)
 - Vibration reduziert Reibung, Pfahl sinkt durch Schwerkraft (oft vor Schlagrammung eingesetzt)
 - Beim Ziehen leichtere Geräte verwendet
 - $F_{ges} = 2F_v$, $F_{ges,max} = 2F = F_{err}$

4.3 Bohren

- Herstellung eines runden Loches

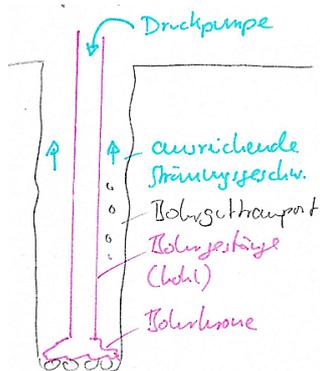
4.3.1 Trockenbohren

- Trockendrehbohren

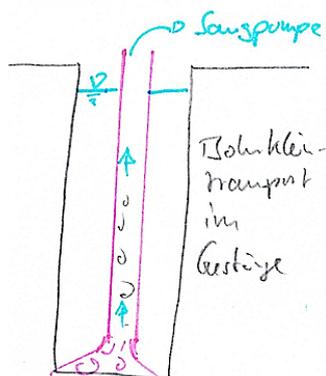


- Seilbaggerbohren (Schlagbohren)

4.3.2 Nassbohren

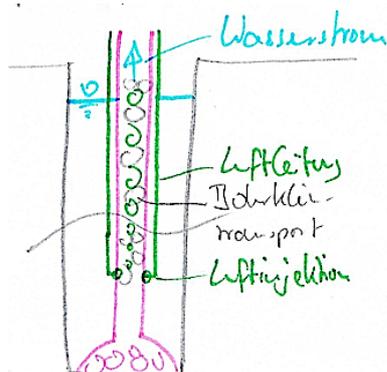


- Rechtsspülung/Druckspülung



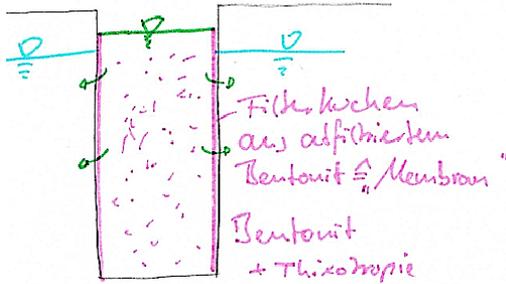
- Linksspülung/Saugbohren

- v. a. bei großen Durchmessern
- teuer und aufwändig wegen hoher Rohrreibung (Höhendifferenz zwischen Wasserspiegel und Rohrende gering)



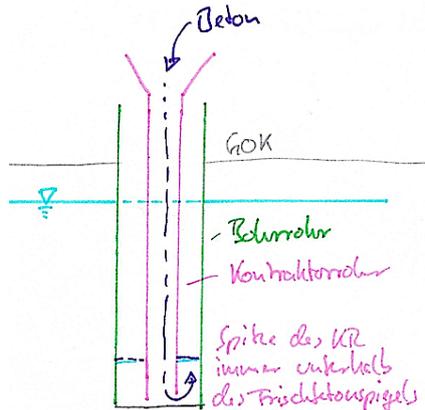
- Lufthebeverfahren

- Druckluft dehnt sich aufsteigend aus und erzeugt Strömung
- Wirkungsgrad steigt mit Tiefe



- Bohrlochstützung mit Stützsuspension (Wasser + Bentonit)
 - höherer Druck wegen höherer Wichte

4.3.3 Bohrpfehlbetonieren



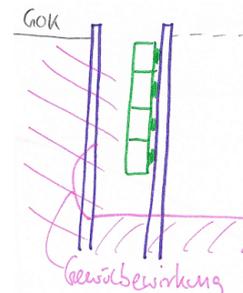
- Kontraktorverfahren
 - Nach der Erhärtung muss das obere Ende des Pfahls entfernt werden (hoher w/z-Wert)

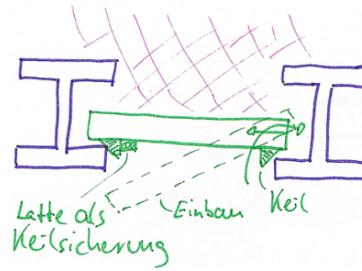
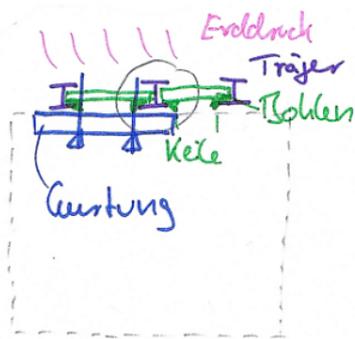
4.4 Schlitzten

- Herstellung eines rechteckigen, länglichen Lochs
- Konstruktionsschlitzwand
 - in fertigem Zustand Stahlbetonwand (z. B. Bauwerksbestandteil)
 1. gestützt schlitzten (Stützflüssigkeit)
 2. bewehren
 3. betonieren (Beton)
 ⇒ 2-Phasen-Wand
- Dichtungsschlitzwand
 - in fertigem Zustand nur vertikale Dichtung ohne Tragwirkung (z. B. Kerndichtung in Dämmen)
 - gestützt schlitzten (Stützflüssigkeit = Dichtwandsuspension mit Zementanteil [nur eine Phase])
 - ⇒ 1-Phasen-Wand

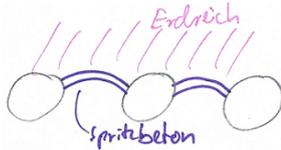
4.5 Baugrubenumschließung

- Trägerbohlwand
 - Einbau seitlich (Platz zwischen Bohlenenden und I-Profil)
 - Verspannung mittels Keile und Erdreich
 - Verankerung (Absicherung gegen Erdreich) über Gurtung möglich

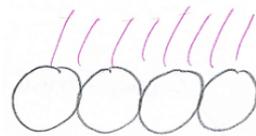




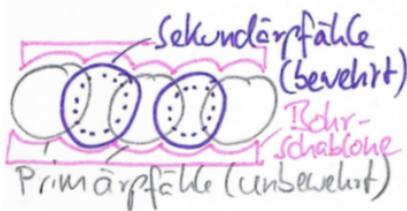
• Bohrpfahlwand



– aufgelöste BPW (nicht wasserdicht)



– tangierende BPW (nicht wasserdicht)

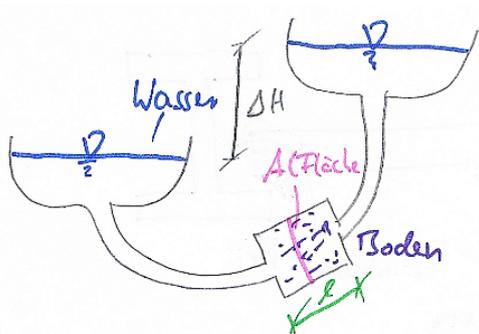


– überschnittene BPW

* wasserdicht möglich

* nur jede zweite Pfahl bewehrt → weniger stabil als Spundwand

4.6 Wasserhaltung



• Durchlässigkeit

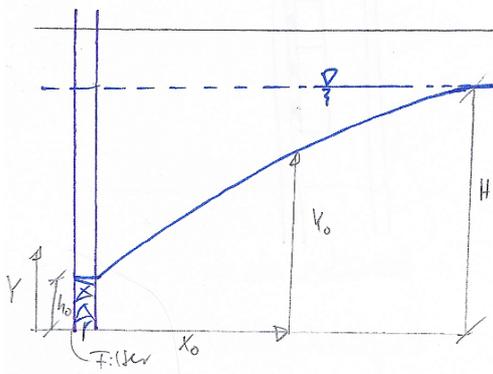
– $Q = \frac{V}{t} = f(\Delta H, A, l) [\frac{m^3}{s}]$

– $Q \sim \Delta H, Q \sim A, Q \sim \frac{1}{l} \rightarrow Q \sim A \frac{\Delta H}{l}$
 $\rightarrow Q = k A \frac{\Delta H}{l}$

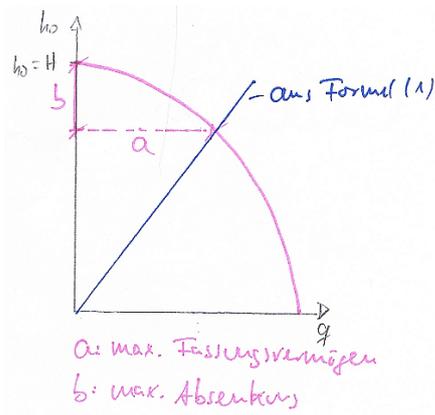
* mit k: Durchlässigkeitsbeiwert, $\frac{\Delta H}{l} = I$: hydraulisches Gefälle, hydraulischer Gradient

– Filtergeschwindigkeit:

$v_F = \frac{Q}{A} = kI =, Q = \frac{V}{t} = v_F A$

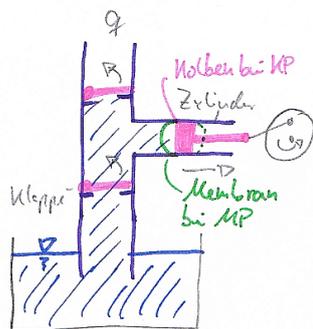


• Filterbrunnen

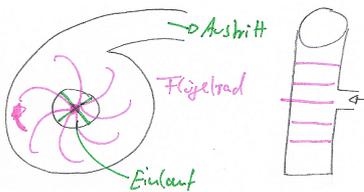


- Bestimmung des maximalen Fassungsvermögens und der maximalen Absenkung

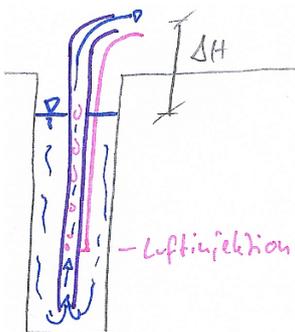
4.6.1 Pumpen



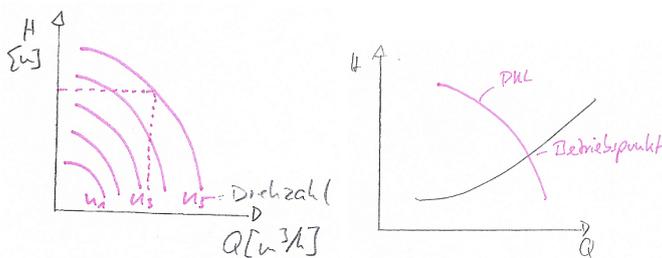
- Kolbenpumpe
 - Massiv, hohe Drücke
 - Wasserstrahlschneiden möglich
- Membranpumpe
 - Membran anstelle Pumpe
 - kleinere Volumina, kleinere Drücke



- Kreiselpumpe
 - Wasser beschleunigt sich entlang Flügel nach außen \Rightarrow Druckgradient \Rightarrow Wasser fließt



- Mammutpumpe
 - große Höhenunterschiede, weil Wasser durch Luft angehoben wird. Eigentliche Pumphöhe klein



- Pumpenkennlinie mit Rohrkennlinie schneiden liefert Betriebspunkt

5 Erdbau

5.1 Verfahrenstechnische Kette

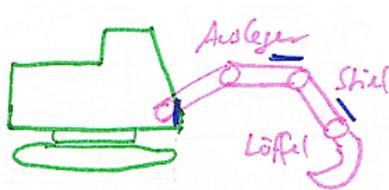
- Gewinnen (Lösen+ Laden)
- Transport (LKW, SKW, Band, ...)

5.2 Gewinnen: Geräte

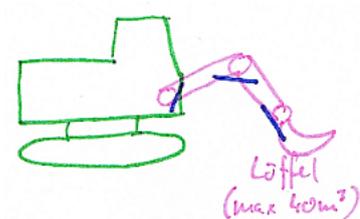
- Standbagger (stehen während des Arbeitsspiels)
- Fahrbagger (Fahrbewegung zum Lösen und Laden)
- Flachbagger (schiebt Erdreich in dünnen Schichten → Schild)

5.2.1 Standbagger

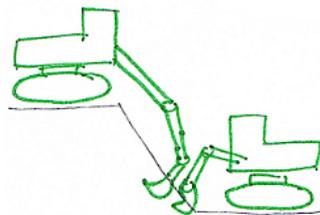
Hydraulikbagger



- Tieföffelbagger
 - Kette (Raupenhydraulik-#): Monoblockausleger (3 Gelenke), mit Tieflader verfahren, höhere Leistung
 - Reifen (Mobilhydraulik-#): Gelenkausleger (4 Gelenke), besser zusammenfaltbar für Straßenverkehr
 - * Löffelzylinder, Stützylinder, Verstellzylinder
 - Einsatz im Innerstädtischen

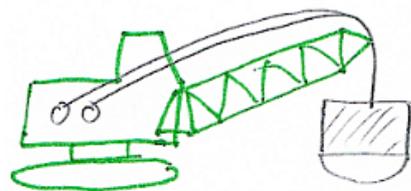


- Hochöffelbagger
 - Nur mit Kette
 - $Q(HL) > Q(TL)$
 - Benötigt Sohlbefahrbarkeit (Einsatz im Steinbruch)

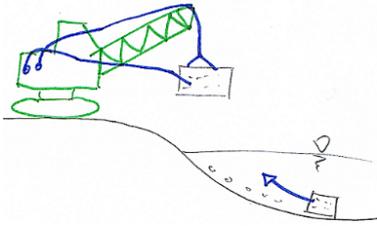


Seilbagger

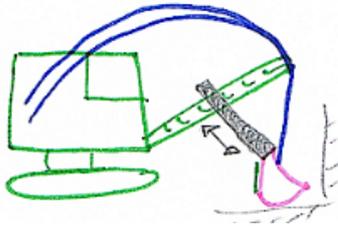
- Kraftübertragung erfolgt über Seile



- Gittermastausleger

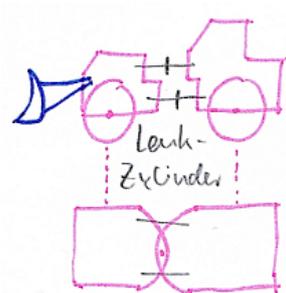


- Schürfkübel
 - über zwei Seile lose gehalten

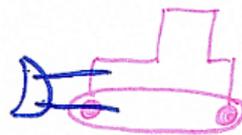


- Vorschubstange
 - Vorschubstange wird in den Boden gerammt
 - Loses Material in Löffel
 - Löffel lässt sich zum Entleeren an der Rückwand öffnen
- Leistung (vereinfacht): $q[\frac{m^3}{h}] = f_L \cdot 100[\frac{m^3}{1m^3 \text{ Löffelinhalt}}]$
 - f_L : Leistungsfaktor
HL: 0.9-1.1
TL: 0.65-0.9
Schürfkübel: 0.6-0.8
Greifer: 0.5

5.2.2 Fahrbagger



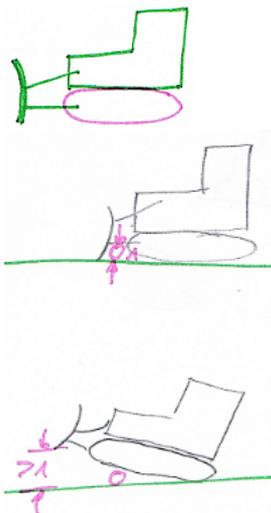
- Radlader
 - Vorder- und Rückwagen
 - Räder stehen fest → Knicklenkung
 - 30 km/h → kann als kleiner LKW verwendet werden



- Kettenlader
 - höhere Kraftübertragung → bessere Leistung
 - langsamer
 - geringere Bodenpressung

5.2.3 Flachbagger

- fahren
- Spanen Boden mit einer Scheide
- Transportieren den Boden selbst



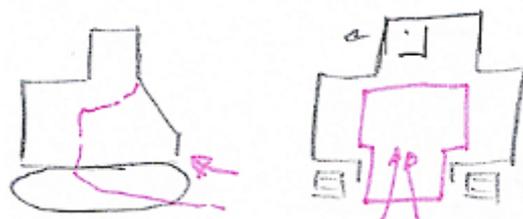
• Dozer (Planierdraupe)

– schwer, hohe Bodenhaftung

– Schildertypen

U	S	A	C
viel Material transportieren	planieren	verstellbar, planieren	Push: Anschub

– Verwendet für das Grobplanum, da große Fehler



• Schürfkübeldraupe

– Fahrer sitzt quer

– Material wird gelöst, in den Bauch aufgenommen und transportiert

• Scraper

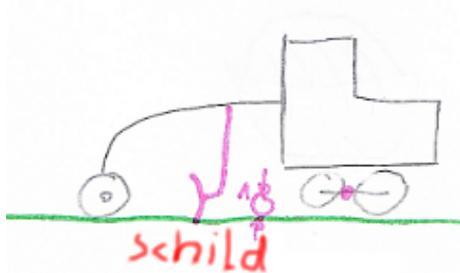
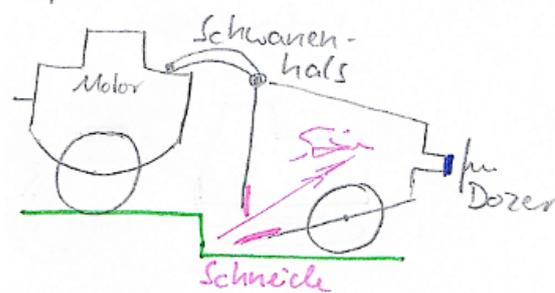
– Radfahrwerk

– schnell

– geringe Kraftübertragung

* Anschieben mit Dozer (C-Schild): Push-Betrieb

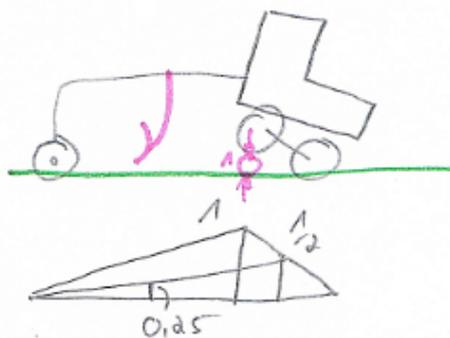
2 Scraper: Push-Pull-Betrieb (vorderer schürft zuerst)



• Grader

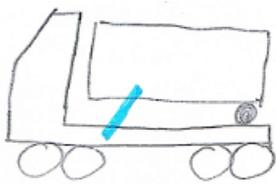
– verwendet zum Planieren des Feinplanums

– Pendelachse

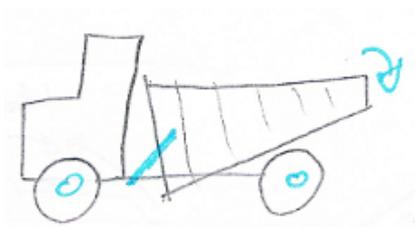


5.3 Transport

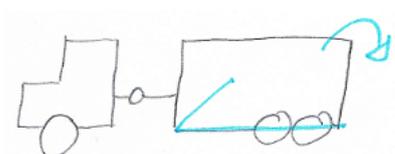
5.3.1 Gelände und Baustraße



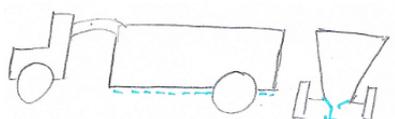
- Lastwagen
 - 300 PS
 - 20-30t Nutzlast
 - 10-20m³ Nenninhalt



- Schwerkraftwagen (SKW)
 - keine Straßenzulassung: Am Einsatzort zusammgebaut
 - Hintenkipper
 - 3000PS
 - 550 t Gesamtgewicht
 - 220m³ Volumen
 - 10-12 Gänge
 - * 1-3 Elektromotoren in den Achsen
 - * 4-12 mechanischer Antrieb
 - Abgase über Seitenflügel geleitet, wärmen Mulde an, damit Material leichter rutscht



- Knicklenker / knickgelenkter Muldenkipper
 - geländegängiger als LKW
 - 400 PS
 - 20-25 m³
 - 70t Gesamtgewicht



- Bodenschütter
 - Einbau in dünnen Schichten
 - Entleeren während der Fahrt

5.3.2 Transport auf fixierter Trasse

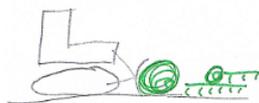
- Gleis (Loren, Schuttern)
- Bandförderung
- Seilförderung
- Hydraulische Förderung

5.4 Einbau

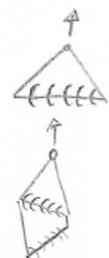
5.4.1 Entladen



- Kippen (LKW, SKW)
 - Folgegeräte: Dozer, Raddozer, Grader
- Schütten (BDS, SKR, Scraper)
 - Folgegeräte: Grader



- Schieben (Dozer)
 - Einbau über Schild, Folgegerät: Grader

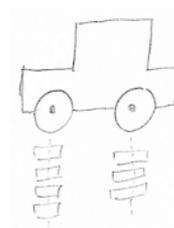


- Scheibenegge
 - 1-achsig
 - * zum Trocknen des Bodens
 - 2-achsig
 - * Mischen (Kalk, Zement)

5.4.2 Verdichten

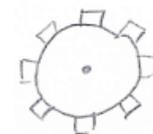
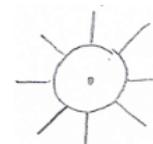
- Gummiradwalze

- versetzte Räder, einzeln gelagert
- Walken von Asphalt
- Temperatur beachten



- Stahlbandagenwalzen

- Glattbandagenwalze (statisch oder vibrierend)
 - * Verdichtung über Eigengewicht/Eigengewicht+Vibration
 - * für rolloge Böden (Kies, Kies-Sand-Gemisch)
- Schaffußwalze (statisch oder vibrierend)
 - * für bindige Böden
- Stampfwalze (statisch oder vibrierend)
 - * für bindige Böden



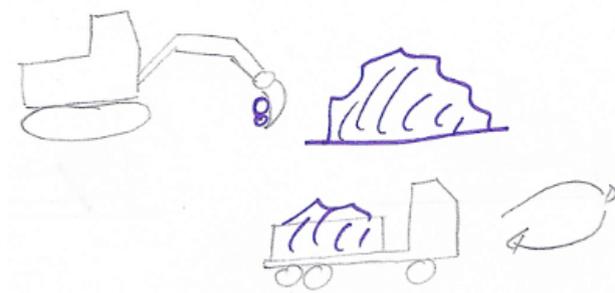
- Antrieb

- selbstfahrend → Walzenzug
- nicht selbstfahrend → Anhängerwalze

- handgeführte Verdichtungsgeräte

- Rüttelplatte (vor./rückwärts)
- Stampfer

5.5 Bagger - LKW - Leistungsberechnung



- LV Erdaushub $1000m^3$ [$\frac{\text{€}}{m^3}$]
 - $\frac{\text{Kosten Flotte } \frac{\text{€}}{m^3}}{\text{Leistung Flotte } \frac{\text{€}}{m^3}}$
 - Verhältnis Ladegefäß/ Transportgefäß 1:4 bis 1:10 (bestimmt Anzahl LKW)
1. Leistung Ladegerät

- $q[\frac{m^3}{h}] = \frac{F_{100} \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot 3600}{T} \cdot \eta_G = \frac{c_F \cdot 3600}{T} \cdot \eta_G [\frac{fm^3}{h}]$



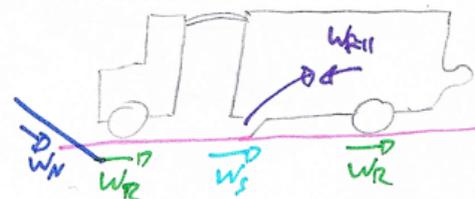
- F_{100} : Nenninhalt Löffel [m^3]
- φ : Füllfaktor (Fels: 0.5, bindige Böden: 1.2)
- α : Auflockerungsfaktor = $\frac{\text{Volumen fest}}{\text{Volumen locker}} \leq 1$
- T: Spielzeit [s] ca. 30s
- η_G : Geräteausnutzung ($0.83 = \frac{50 \text{ min}}{60 \text{ min}}$)

2. Leistung Transportgerät

- $Q[\frac{fm^3}{h}] = \frac{F_{100} \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot 3600}{T} \cdot \eta_G$
 - T = Spielzeit = $T_{Beladen} + T_{voll} + T_{Entladen} + T_{leer} + T_{Position}$
 - * $v_{max} = \frac{P_{mot} \cdot \eta_{Getriebe}}{(G_E + G_N) \sum w}$ mit $\sum w = w_{roll} + w_{Neigung}$, $w_{Neigung} = \frac{0.01}{1\%} \cdot s$
 - $\Rightarrow t_{roll} = \frac{l}{v_m} = \frac{l}{v_{max} \cdot f_B}$
 - * Strecke in Abschnitte gleicher Widerstände w unterteilen

$\Rightarrow \frac{Q[\frac{fm^3}{h}]}{q[\frac{fm^3}{h}]} = n_{LKW}$ (zuzüglich 10-25 % Reserve)

- Scraper
 - 7 bodenabhängige Grundwerte:
 - φ, α, η_K (Kraftschlussbeiwert), P_0, w_r, w_{s10} (Schürfwiderstandsbeiwert), w_f (Füllwiderstandsbeiwert)
 - Kraftbilanz: nutzbare Zugkraft $z_N \geq W(w_R, w_N, w_S, w_f)$, $z_N = \min(Z_k, Z_A)$
 - * $z_K = \eta_K \cdot G$ "geht an Boden" (Anfang: $G = G_E$, Ende: $G = G_E + G_N$)
 - * $z_A = \frac{P_{mot} \cdot \eta}{v}$ "kommt vom Motor"
 - Rollwiderstand $w_R \cdot G$
 - Neigungswiderstand $w_i \cdot G$
 - Schürfwiderstand $w_{s10} \cdot b \cdot f_S$ (f_S : korrigierte Schürftiefe)
 - Füllwiderstand $w_F \cdot F_{100} \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot \gamma$



5.6 Baumaschinenkosten

- LV $\left[\frac{\text{€}}{\text{m}^3}\right] \cdot \left[\frac{\text{€}}{\text{h}}\right]$, $q = \frac{F_{100} \cdot \varphi \cdot \alpha}{T} \cdot 3600 \cdot \eta_G$
- 4 Kostengruppen
 - Kosten Gerätebereitstellung (\rightarrow Baustellengemeinkosten)
 - * Abtransport, Aufbau, Abbau, Abtransport
 - * Laden, Entladen
 - Kosten der Gerätevorhaltung (Miete)
 - * Abschreibung A
 - * Verzinsung V
 - * Reperatur R

\Rightarrow “Gerätekosten” fließen in LV-Position Erdaushub ein

 - * Hilfsmittel: Baugeräteliste (alle 10 Jahre erneuert)
 - * $A + V + R = \frac{\text{€}}{\text{Monat}}$
 - Kosten des Gerätebetriebs
 - * Treibstoffe $0.2 \frac{l}{\text{kW} \cdot h}$
 - * Wartung/Pflege
 - * Fahrer
 - Allgemeine Kosten
 - * Steuern
 - * Versicherung
 - * Lagerung
 - EKT: Gerätevorhaltung, Gerätebetrieb, AGK: Allgemeine Kosten
- Angebotskalkulation
 - Einzelkosten der Teilleistung (L (Fahrer), S (Betriebsstoffe), G (A+V+R), TL)
 - + Baustellengemeinkosten
 - + Allg. Geschäftskosten
 - + W+G
 - = AS (Angebotssumme)

