
1 *Maximale Betonierleistung bei feingliedrigen Bauteilen - Interaktionsdiagramme für Stützen und Wände*

1.1 *Kurzfassung*

Schalungsgrad und Art des zu betonierenden Bauteils (z.B. vertikale oder horizontale Bauteile) haben wesentlichen Einfluss auf die erzielbare Betonierleistung. Ausgehend von den Kapazitäten der Betonförderung sind Leistungen je Pumpe von 40 m³/h und mehr möglich. Diagramme zur Bestimmung der Pumpenleistung beim Betoneinbau sind z.B. bei *Stadler* [2] dargestellt bzw. sind direkt den Herstellerangaben (dabei ist auf die technische Nutzleistung abzielen) zu entnehmen. Beim Betoneinbau mit Krankübel folgt die maximal erzielbare Leistung aus Spielzeit und Kübelinhalt.

Bei vertikalen Bauteilen wie Stützen oder Wänden oder bei Sonderbauten wie z.B. Faulbehälter wird die maximal erzielbare Betonierleistung vom zulässigen Frischbetondruck begrenzt. Die von der Betonförderung maximal mögliche Leistung kann hier bei weitem nie genutzt werden. Bei Stützen und Wänden ist daher oft der Betoneinbau mit Krankübel ausreichend.

Im vorliegenden Beitrag wird in den Grundlagen auf die Bestimmung der maximalen Steiggeschwindigkeit (auf die Zeiteinheit bezogener Anstieg der Frischbetonoberfläche während des Betonierens) nach DIN 18 218 eingegangen und die baubetrieblichen Zusammenhänge rund um die Steiggeschwindigkeit des Betons werden dargestellt. Für feingliedrige Bauteile wie z.B. Stützen und Wände, für welche die maximale Steiggeschwindigkeit maßgebend für die Dauer der Betoneinbringung ist, werden dazu die Interaktionsdiagramme angeführt.

Für den Hochbau bewegt sich der übliche Schalungsgrad für Stützen zwischen 8 und 20 m²/m³ und für doppelhäufig geschalte Wände zwischen 6 und 11 m²/m³.

1.2 Grundlagen

Für vertikale Bauteile kann der zulässige Frischbetondruck nach DIN 18 218 bestimmt werden. Als vertikale (lotrechte) Bauteile gelten vertikale und bis zu $\pm 5^\circ$ von der Vertikalen geneigte Bauteile.

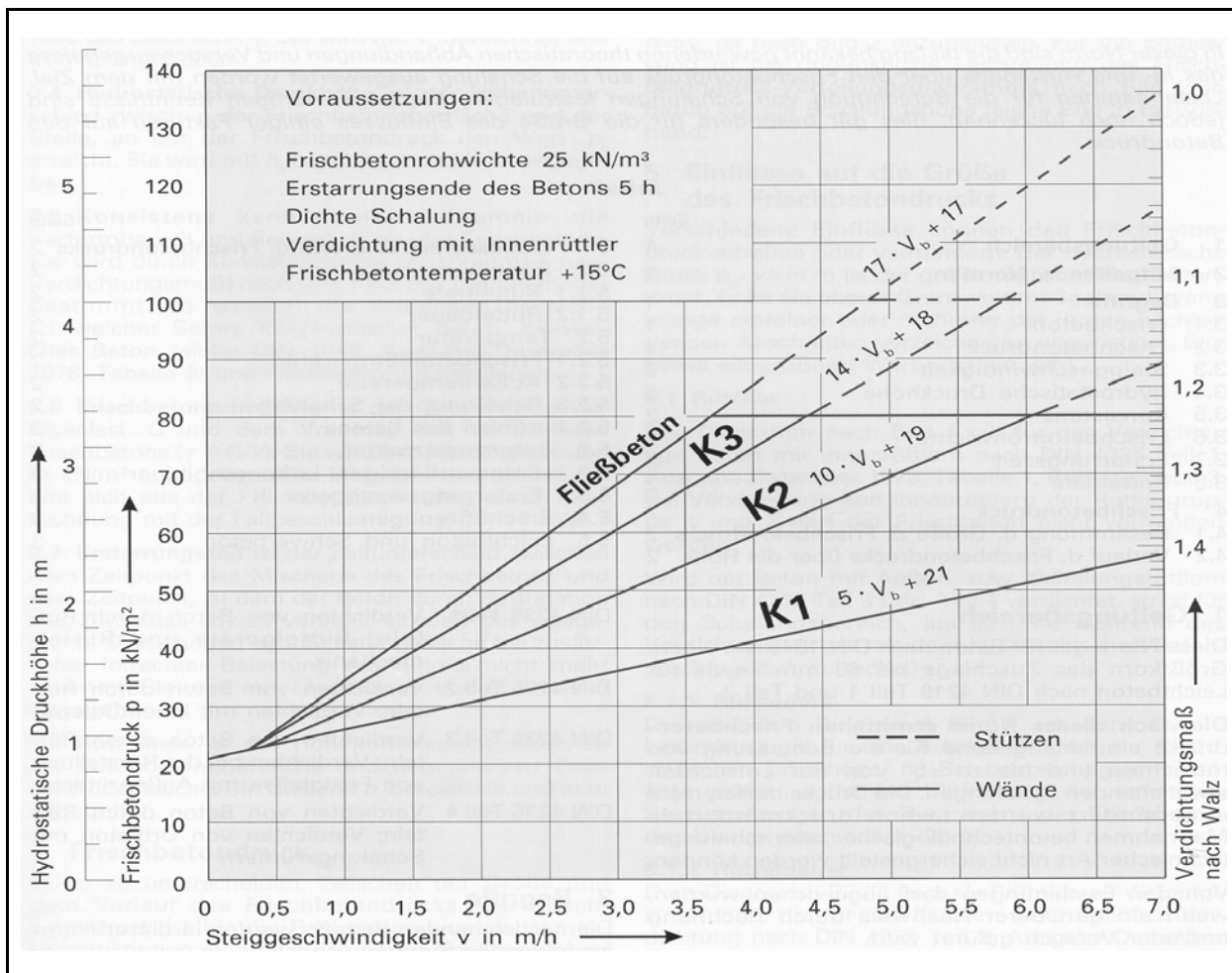


Abb. 1-1 Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen DIN 18218 (Doka)

Die weiteren Ausführungen zum Diagramm und zu den Begriffen sind der entsprechenden Norm zu entnehmen.

1.2.1 Einfluss der Steiggeschwindigkeit auf den Betoneinbau

Die Betonierleistung wird einerseits von der Förderleistung der eingesetzten Geräte (z.B. Pumpe, Krankübel) und andererseits von der Art des Bauteils (z.B. Stütze, Wand, Decke) beeinflusst. Bei feingliedrigen Bauteilen mit hohem Schalungsgrad hat die zulässige Steiggeschwindigkeit des Betons wesentlichen Einfluss auf die erzielbare Leistung und damit auf die Dauer der Betoneinbrin-

gung. Für Stützen und Wände wird der Einfluss der Höhe der Steiggeschwindigkeit auf die Dauer und Leistung grafisch dargestellt (siehe Abb. 1-2 u. Abb. 1-5).

1.2.1.1 Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen

In der DIN 18 218 sind theoretische Abhandlungen und Versuchsergebnisse über den Frischbetondruck auf die Schalung ausgewertet worden. Der Zusammenhang zwischen Steiggeschwindigkeit, hydrostatischer Druckhöhe, Frischbetondruck und Verdichtungsmaß des Betons ist im Diagramm der Abb. 1-1 dargestellt.

Mit dem Diagramm kann ausgehend vom zulässigen Frischbetondruck die entsprechende maximal zulässige Steiggeschwindigkeit des Frischbetons der Schalung ermittelt werden.

Andererseits kann für eine geplante Steiggeschwindigkeit der dazugehörige Frischbetondruck bestimmt werden.

Aus der hydrostatischen Druckhöhe und dem maximalen Frischbetondruck der Schalung folgt das vereinfachte Belastungsbild für die Bemessung bzw. Auswahl der Schalung.

Die Voraussetzungen zur Anwendung dieses Diagramms sind:

- die Frischbetonrohichte beträgt 25 kN/m^3
- der Frischbeton wird mit einer Eigentemperatur von $+ 15 \text{ °C}$ eingebracht
- der Frischbeton ist nach spätestens 5 h erstarrt
- der Frischbeton wird mit Innenrüttlern verdichtet
- die Schalung ist dicht
- die Steiggeschwindigkeit beträgt höchstens $7,0 \text{ m/h}$

Für Abweichungen zu obigen Voraussetzungen sind die entsprechenden normgemäßen Anpassungen vorzunehmen.

1.2.2 *Betoneinbau - Wände*

Mit dem folgenden Interaktionsdiagramm werden baubetriebliche Zusammenhänge für den Betoneinbau bei Wänden grafisch dargestellt.

Im Diagramm werden die Beziehungen zwischen

- Höhe der Wand [m],
- Fläche des Wandquerschnittes [m^2],
- Wanddicke [cm],

- Betonmenge [m^3],
- Länge der Wand [m],
- Dauer des Betoneinbaus [h],
- Betonierleistung [m^3/h]
- und Steiggeschwindigkeit des Betons [m/h]

hergestellt.

Das Interaktionsdiagramm in Abb. 1-2 wird aus vier Quadranten gebildet. Die Achsen und Kurven der Diagramme in den einzelnen Quadranten werden nachfolgend beschrieben.

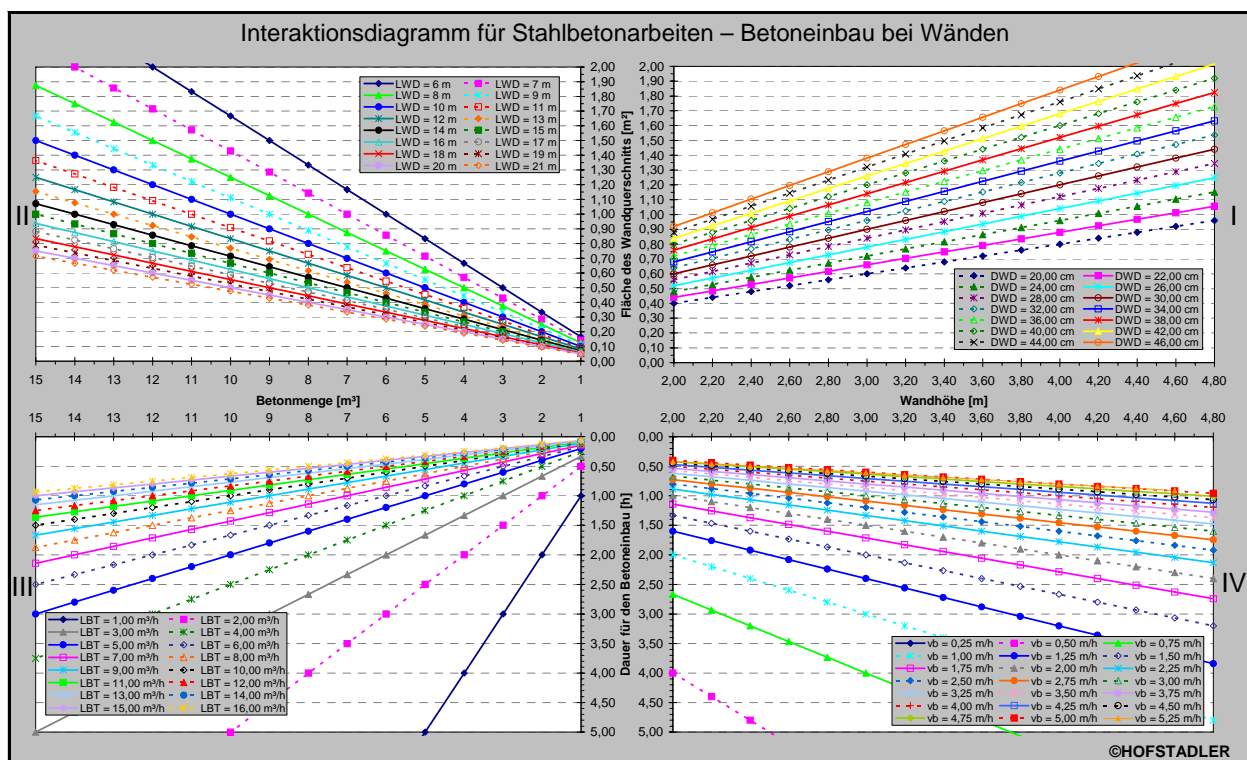


Abb. 1-2 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten - Betoneinbau bei Wänden

Auf der Abszisse im ersten Quadranten (rechter oberer) des Diagramms ist die Höhe der Wand aufgetragen. Die Abszissenwerte beginnen bei 2 m und gehen bis 4,8 m. Die Schrittweite für das Hauptintervall beträgt 20 cm und für das Hilfsintervall 10 cm. Von 0 bis 2 m^2 ist die Fläche des Wandquerschnittes auf der Ordinate dargestellt. Das Hauptintervall ist hier mit $0,1 \text{ m}^2$ und das Hilfsintervall mit $0,05 \text{ m}^2$ gewählt. Die Geraden im Diagramm stehen für verschiedene Wanddicken. Die Gerade für die kleinste Dicke steht hier für 20 cm und jene für die größte für 46 cm (Schrittweite 2 cm).

Die Ordinate im II. Quadranten entspricht jener des ersten Quadranten. Auf der Abszisse ist die Betonmenge von 1 bis 15 m^3 aufgetragen. Für das Hauptintervall wurde hier 1 und für das Hilfsintervall $0,5 \text{ m}^3$ gewählt. Die Geraden im Diagramm stehen für unterschiedliche Wandlängen. Werte

von 6 bis 21 m werden für die Wandlänge angeboten (Unterschied zwischen den Geraden ist 1 m).

Die Abszisse zwischen II. und III. Quadranten ist gleich. Im III. Quadranten ist auf der Ordinate die Dauer für den Betoneinbau aufgetragen. Die Werte gehen von 0 bis 5 h (Hilfsintervall 0,1 h und Hauptintervall 0,5 h). Die einzelnen Geraden im Diagramm stehen jeweils für eine bestimmte Betonierleistung, die wesentlich von der Steiggeschwindigkeit bestimmt wird. Die Gerade mit der geringsten Betonierleistung steht hier für $1 \text{ m}^3/\text{h}$ und jene für die höchste für $16 \text{ m}^3/\text{h}$ (Intervall ist 1). Zwischen III. und IV. Quadranten ist die Ordinate deckungsgleich. Ebenso sind die Abszissen zwischen I. und IV. Quadranten gleich. Die Geraden im Diagramm geben jeweils die Steiggeschwindigkeit an. Werte von 0,25 bis 5,25 m/h werden durch die Geraden repräsentiert. Beispielsweise bedeutet „ $v_b = 2 \text{ m/h}$ “, dass die Steiggeschwindigkeit 2 m/h beträgt.

1.2.2.1 Anwendungsbeispiel im Hochbau - Betoneinbau für eine Wand

Es wird ein Beispiel zur Anwendung des Interaktionsdiagramms für Betonierarbeiten anhand einer Wand gezeigt. Bei der grafischen Ermittlung der Dauer und Betonierleistung für einen Wandabschnitt (Beispiel dazu siehe in Abb. 1-3) wird der Zusammenhang mit der Steiggeschwindigkeit hergestellt. Aufgabe ist es, für die Vorgaben durch die Nutzung des Diagramms in Abb. 1-2, Lösungen für den konkreten Betonierabschnitt auszuarbeiten. Die Vorgangsweise für das Beispiel wird dazu grafisch dargestellt und beschrieben.



Abb. 1-3 Doppelhäutig geschalte Wände - Beispiel mit einer Rahmenschalung [Quelle: Doka]

Für das Beispiel sollen hier folgende Angaben gelten:

- Wandhöhe: 3,40 m
- Wanddicke: 30 cm
- Wandlänge: 12 m
- Verdichtungsmaß des Betons: C 2, $v = 1,14$ (nach Walz)
- Frischbetonrohichte: 25 kN/m^3
- Frischbetontemperatur: 15°C
- Erstarrungsverzögerung: 0 h
- zulässiger Schalungsdruck: 50 kN/m^2

Aufgabenstellung:

Gesucht ist die Dauer und die Betonierleistung für den Wandabschnitt. Weiters ist im Interaktionsdiagramm darzustellen, wie sich die Reduktion der Steiggeschwindigkeit (z.B. aufgrund von anderen (tieferen) Temperaturverhältnissen in der Phase der Bauausführung) auswirkt.

Lösung: Grafische Ermittlung der Dauer und Betonierleistung

Bevor das Interaktionsdiagramm angewendet werden kann, ist die zulässige Steiggeschwindigkeit nach DIN 18 218 zu ermitteln. Eingangsp Parameter ins Diagramm der DIN 18 218 sind Verdichtungsmaß, Frischbetonrohichte, Frischbetontemperatur, Erstarrungsverzögerung und zulässiger Schalungsdruck. Aus dem Diagramm geht hervor, dass die zulässige Steiggeschwindigkeit maximal $2,75 \text{ m/h}$ betragen darf (siehe Abb. 1-1).

Die Vorgangsweise zur grafischen Lösung mittels Interaktionsdiagramm ist in Abb. 1-4 durch nummerierte Pfeile dargestellt.

Bei 3,40 m Wandhöhe wird im ersten Quadranten von der Abszisse ausgehend die Vertikale (1) nach oben gezeichnet. Für die Wanddicke von 30 cm wird die entsprechende Gerade ausgewählt und mit (1) geschnitten. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (2) nach links gezeichnet, bis sich der Schnittpunkt mit der Ordinate ergibt. Mit ca. 1 m^2 ist der Wert für die Querschnittsfläche der Wand bestimmt.

Die Horizontale (2) wird in den II. Quadranten verlängert und mit der Geraden für die Wandlänge von 12 m (im Diagramm die Gerade „ $L_{WD} = 12 \text{ m}$ “) geschnitten. Von dort wird zur Bestimmung der Betonmenge die Vertikale (3) nach unten eingezeichnet. Sie beträgt ca. $12,25 \text{ m}^3$.

Zur Bestimmung der Dauer der Betoneinbringung wird die entsprechende Wandhöhe auf der

Maximale Betonierleistung bei feingliedrigen Bauteilen - Interaktionsdiagramme für

Abszisse des IV. Quadranten ausgewählt. Bei 3,40 m wird die Vertikale (4) nach unten eingezeichnet und mit der Geraden „ $v_b = 2,75 \text{ m/h}$ “ für die Steiggeschwindigkeit von 2,75 m/h zum Schnitt gebracht. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (5) nach links eingezeichnet bis sie auf die Ordinate trifft. Auf der Ordinate wird mit ca. 1,25 h der Wert für die Dauer der Einbringung des Betons abgelesen.

Für die Ermittlung der Betonierleistung wird die Horizontale (5) nach links in den dritten Quadranten hinein verlängert. Gleichzeitig wird die Vertikale (3) nach unten verlängert und mit (5) geschnitten. Der Punkt liegt zwischen den Geraden „ $L_{BT} = 9 \text{ m}^3/\text{h}$ “ und „ $L_{BT} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ “. Damit ist die Betonierleistung mit ca. $9,9 \text{ m}^3/\text{h}$ bestimmt.

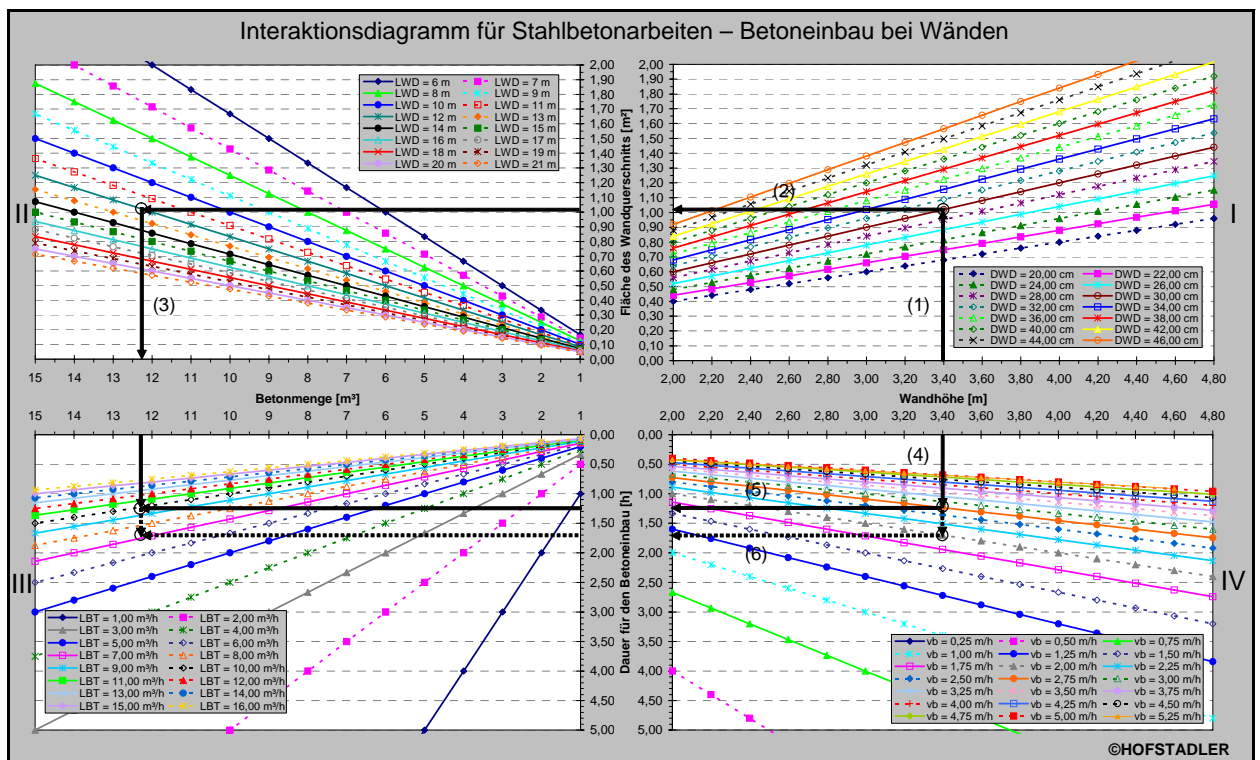


Abb. 1-4 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten - Betoneinbau bei Wänden - Anwendungsbeispiel

1.2.2.2 Beispiel zur Sensitivitätsanalyse

Wie sich die Reduktion der Steiggeschwindigkeit auf 2 m/h baubetrieblich auswirkt, wird nachfolgend untersucht (alle übrigen Parameter bleiben dabei konstant).

Im vierten Quadranten wird dazu für die Steiggeschwindigkeit die Gerade „ $v_b = 2 \text{ m/h}$ “ ausgewählt. Die Gerade (4) wird nach unten verlängert und dieser Geraden geschnitten. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (6) nach links bis zur Ordinate gezogen, bis sich der Wert für die Einbringdauer ergibt. Aufgrund der reduzierten Steiggeschwindigkeit erhöht sich die Dauer für das Einbringen auf ca. 1,7 h.

Aus Verlängerung der Vertikalen (3) und der Horizontalen (6) in den dritten Quadranten folgt der Schnittpunkt, der auf der Geraden „ $L_{BT} = 7 \text{ m}^3/\text{h}$ “ liegt. Die Leistung für die Betoneinbringung für die Wand hat sich auf ca. $7 \text{ m}^3/\text{h}$ verringert.

Aufgrund der Senkung der Steiggeschwindigkeit um $0,75 \text{ m/h}$, hat sich Dauer der Betoneinbringung um ca. 36 % gegenüber der Ausgangsberechnung erhöht.

1.2.3 *Betoneinbau - Stützen*

Mit dem folgenden Interaktionsdiagramm werden baubetriebliche Zusammenhänge für den Betoneinbau bei Stützen grafisch dargestellt.

Im Diagramm werden die Beziehungen zwischen

- Höhe der Stützen [m],
- Fläche des Stützenlängsschnittes [m^2],
- Stützendicke [cm],
- Betonmenge [m^3],
- Länge der Stütze [cm],
- Dauer des Betoneinbaus [h],
- Betonierleistung [m^3/h]
- und Steiggeschwindigkeit des Betons [m/h]

hergestellt.

Das Interaktionsdiagramm in Abb. 1-5 wird aus vier Quadranten gebildet. Die Achsen und Kurven der Diagramme in den einzelnen Quadranten werden nachfolgend beschrieben.

Auf der Abszissen im ersten Quadranten (I) des Diagramms ist die Höhe der Stütze aufgetragen. Die Abszissenwerte beginnen bei 2 m und gehen bis 4,8 m. Die Schrittweite für das Hauptintervall beträgt 20 cm und für das Hilfsintervall 10 cm. Von 0 bis 2 m^2 ist die Fläche des Stützenlängsschnittes auf der Ordinate dargestellt. Das Hauptintervall ist hier mit 0,1 und das Hilfsintervall mit $0,05 \text{ m}^2$ gewählt. Die Geraden im Diagramm stehen für verschiedene Querschnittsbreiten. Die Gerade für die kleinste Breite steht hier für 15 cm und jene für die größte für 52,5 cm (Schrittweite 2,5 cm).

Die Ordinate im II. Quadranten entspricht jener des ersten Quadranten. Auf der Abszisse ist die Betonmenge von $0,04$ bis $0,6 \text{ m}^3$ aufgetragen. Für das Hauptintervall wurde hier $0,04 \text{ m}^3$ und für das Hilfsintervall $0,02 \text{ m}^3$ gewählt. Die Geraden im Diagramm stehen für unterschiedliche Querschnittslängen der Stützen. Werte von 15 bis 52,5 cm werden für die Querschnittslänge der Stütze angeboten (Unterschied zwischen den Geraden ist 2,5 cm).

Die Abszisse zwischen II. und III. Quadranten ist gleich. Im III. Quadranten ist auf der Ordinate die Dauer für den Betoneinbau aufgetragen. Die Werte gehen von 0 bis 2 h (Hilfsintervall 0,05 und

Maximale Betonierleistung bei feingliedrigen Bauteilen - Interaktionsdiagramme für

Hauptintervall 0,1 h). Die einzelnen Geraden im Diagramm stehen jeweils für eine bestimmte Betonierleistung, die wesentlich von der Steiggeschwindigkeit bestimmt wird. Die Gerade mit der geringsten Betonierleistung steht für die 0,1 m³/h und jene für die höchste für 0,85 m³/h (Intervall ist 0,05 m³/h).

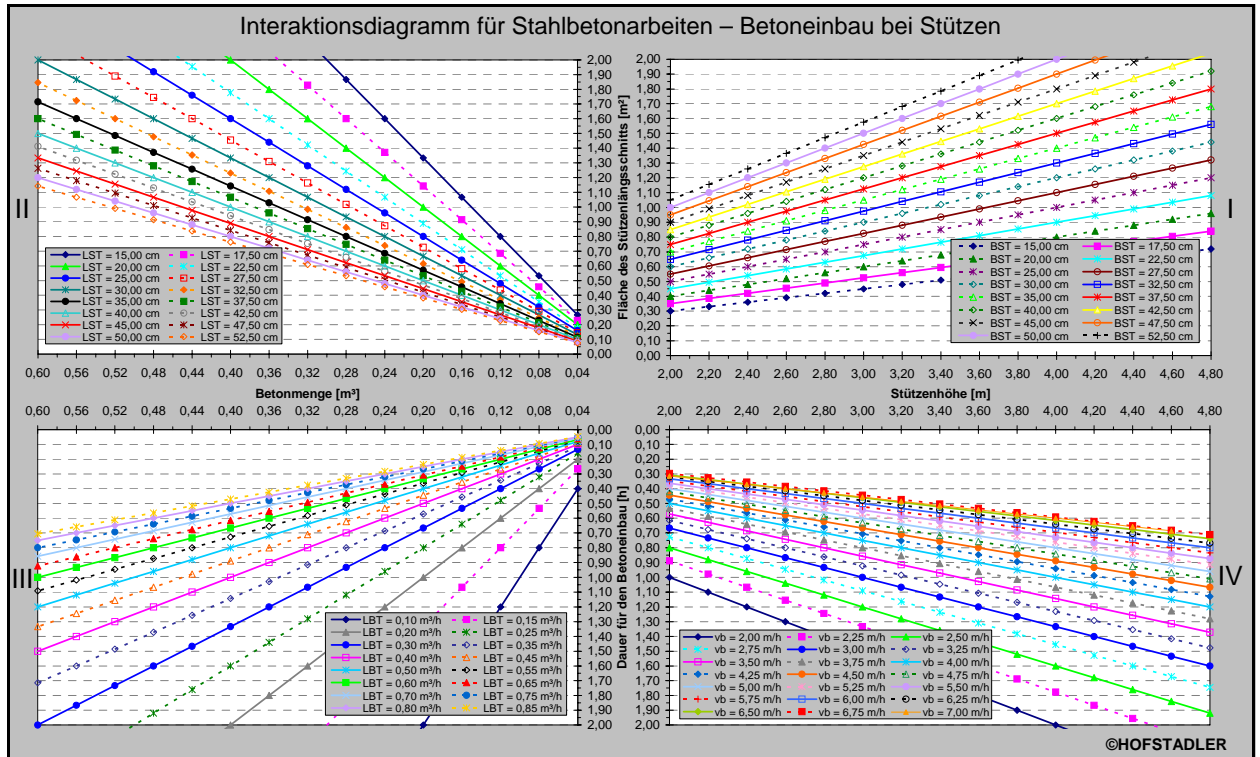


Abb. 1-5 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten - Betoneinbau bei Stützen

Zwischen III. und IV. Quadranten ist die Ordinate deckungsgleich. Ebenso sind die Abszissen zwischen I. und IV. Quadranten gleich. Die Geraden im Diagramm geben jeweils die Steiggeschwindigkeit an. Werte von 2 bis 7 m/h werden durch die einzelnen Geraden repräsentiert. Beispielsweise bedeutet „ $v_b = 3$ m/h“, dass die Steiggeschwindigkeit 3 m/h beträgt.

1.2.3.1 Anwendungsbeispiel im Hochbau - Betoneinbau für Stützen

Im Folgenden wird ein Beispiel zur Anwendung des Interaktionsdiagramms für Betonierarbeiten einer Stütze gezeigt (insgesamt werden sechs gleichartige Stützen in einem Betonierabschnitt hergestellt, Beispiel siehe Abb. 1-6). Aufgabe ist es, für die Vorgaben durch die Nutzung des Diagramms in Abb. 1-5, Lösungen für den konkreten Betonierabschnitt auszuarbeiten. Die Vorgangsweise wird dazu für das Beispiel grafisch dargestellt und auch beschrieben.



Abb. 1-6 Stützen - Beispiel mit einer Trägerschalung [Quelle: PERI]

Für das Beispiel sollen hier folgende Angaben gelten:

- Stützhöhe: 3 m
- Breite des Querschnittes: 30 cm
- Länge des Querschnittes: 30 cm
- Verdichtungsmaß des Betons: C 2, $v = 1,11$ (nach Walz)
- Frischbetonrohichte: 25 kN/m^3
- Frischbetontemperatur: 15°C
- Erstarrungsverzögerung: 0 h
- zulässiger Schalungsdruck: 80 kN/m^2

Aufgabenstellung:

Gesucht ist die Betonierleistung und die Betonierdauer für eine Stütze. Weiters ist im Interaktionsdiagramm darzustellen, wie sich die Reduktion der Steiggeschwindigkeit (z.B. aufgrund von anderen (tieferen) Temperaturverhältnissen in der Phase der Bauausführung) auswirkt.

Lösung: Graphische Ermittlung der Dauer und Betonierleistung

Die zulässige Steiggeschwindigkeit wird zuvor nach DIN 18 218 ermittelt. Aus dem Diagramm geht

Maximale Betonierleistung bei feingliedrigen Bauteilen - Interaktionsdiagramme für

hervor, dass unter Berücksichtigung der angeführten Randbedingungen die zulässige Steiggeschwindigkeit maximal 5 m/h betragen darf.

Die Vorgangsweise zur graphischen Lösung ist in Abb. 1-7 durch nummerierte Pfeile dargestellt.

Bei der Stützhöhe von 3 m wird im ersten Quadranten von der Abszisse ausgehend die Vertikale (1) nach oben gezeichnet. Für die Breite der Stütze von 30 cm wird die entsprechende Gerade ($B_{ST} = 30\text{ cm}$) ausgewählt und mit (1) geschnitten. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (2) nach links gezeichnet, bis sich der Schnittpunkt mit der Ordinate ergibt. Mit ca. 1 m^2 ist der Wert für die Querschnittsfläche (im Längsschnitt) der Stütze bestimmt.

Die Horizontale (2) wird in den II. Quadranten verlängert und mit der Geraden für die Länge des Stützenquerschnittes von 30 cm (im Diagramm die Gerade „ $L_{ST} = 30\text{ cm}$ “) geschnitten. Von dort wird die Vertikale (3) nach unten eingezeichnet, bis der Wert für die Betonmenge bestimmt ist. Sie beträgt ca. $0,27\text{ m}^3$.

Zur Bestimmung der Dauer der Betoneinbringung wird die entsprechende Stützhöhe auf der Abszisse des IV. Quadranten ausgewählt. Bei 3 m wird die Vertikale (4) nach unten eingezeichnet und mit der Geraden „ $v_b = 5\text{ m/h}$ “ für die Steiggeschwindigkeit von 5 m/h zum Schnitt gebracht. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (5) nach links eingezeichnet bis sie auf die Ordinate trifft. Auf der Ordinate wird mit ca. 0,6 h der Wert für die Dauer der Einbringung des Betons abgelesen.

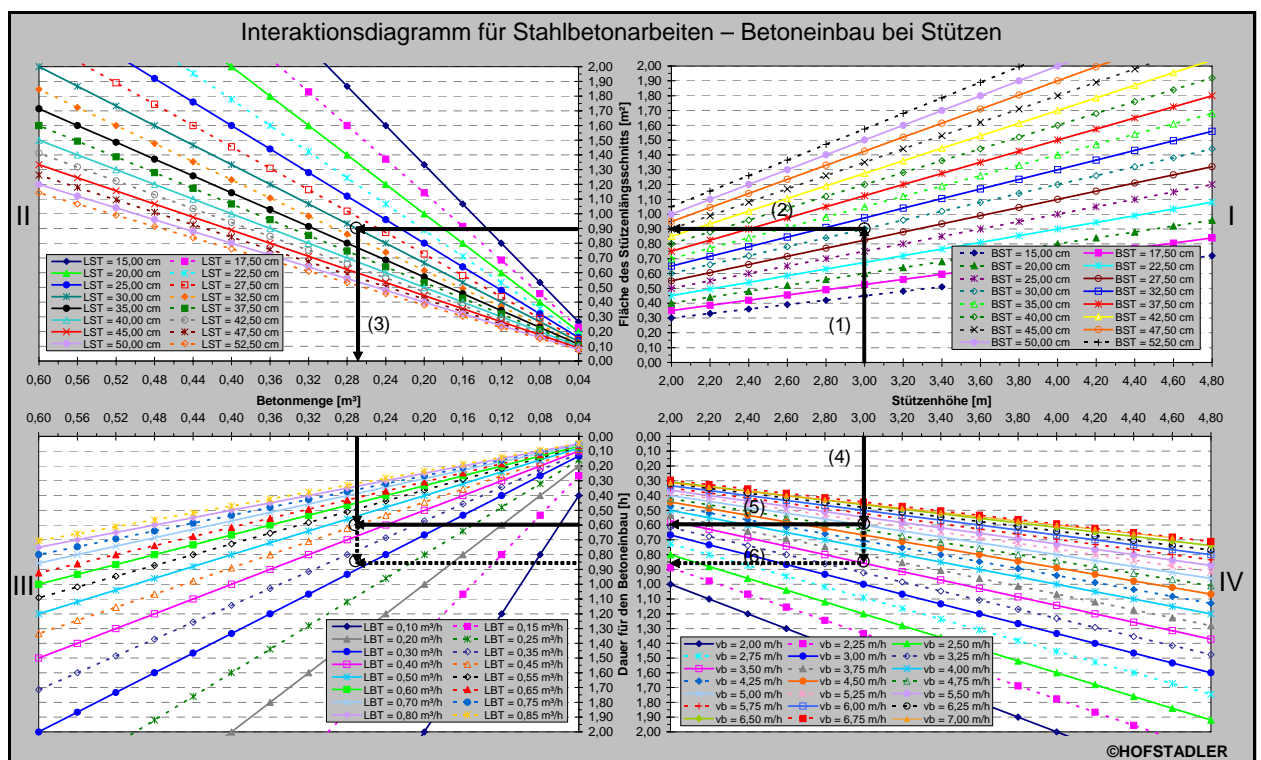


Abb. 1-7 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten – Betoneinbau bei Stützen - Anwendungsbeispiel

Für die Ermittlung der Betonierleistung wird die Horizontale (5) nach links in den dritten Quadranten

hinein verlängert. Gleichzeitig wird die Vertikale (3) nach unten verlängert und mit (5) geschnitten. Der Punkt liegt zwischen den Geraden „ $L_{BT} = 0,45 \text{ m}^3/\text{h}$ “ und „ $L_{BT} = 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ “. Damit ist die Betonierleistung mit ca. $0,46 \text{ m}^3/\text{h}$ bestimmt.

1.2.3.2 Beispiel zur Sensitivitätsanalyse

Wie sich die Reduktion der Steiggeschwindigkeit auf $3,5 \text{ m/h}$ baubetrieblich auswirkt, wird nachfolgend untersucht (alle übrigen Parameter bleiben dabei konstant).

Im vierten Quadranten wird dazu für die Steiggeschwindigkeit die Gerade „ $v_b = 3,5 \text{ m/h}$ “ ausgewählt. Die Gerade (4) wird nach unten verlängert und mit dieser Geraden für die Steiggeschwindigkeit geschnitten. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (6) nach links bis zur Ordinate gezogen bis sich der Wert für die Einbringdauer ergibt. Demnach dauert die Betoneinbringung ca. $0,86 \text{ h}$ und hat sich im Vergleich zur Ausgangsrechnung um ca. 43% erhöht.

Durch Verlängerung der Vertikalen (3) und der Horizontalen (6) in den dritten Quadranten folgt der Schnittpunkt der zwischen den Geraden „ $L_{BT} = 0,3 \text{ m}^3/\text{h}$ “ und „ $L_{BT} = 0,35 \text{ m}^3/\text{h}$ “ liegt. Die Leistung für die Betoneinbringung für die Stütze liegt in diesem Fall bei ca. $0,32 \text{ m}^3/\text{h}$. Gegenüber der Ausgangsrechnung hat sich die Leistung um ca. 30% reduziert.

1.3 Zusammenfassung

Zur graphischen Darstellung der baubetrieblichen Zusammenhänge wurden die vorgestellten Interaktionsdiagramme entwickelt. Mit dieser Darstellungsform gelingt die graphische Verknüpfung der wesentlichen baubetrieblichen Zusammenhänge für den Betoneinbau.

Die Interaktionsdiagramme eignen sich sehr gut für die Abstimmung des Betoneinbaus auf die zulässige Steigeschwindigkeit des Betons. Es wurde jeweils ein Diagramm für Wände und für Stützen vorgestellt. Zur praktischen Anwendung wurde je ein Beispiel gezeigt.

Wie die Beispiele verdeutlichen, hat bei feingliedrigen Bauteilen die maximal zulässige Steiggeschwindigkeit einen wesentlichen baubetrieblichen Einfluss auf den Betoneinbau. Für die Steiggeschwindigkeit sind Verdichtungsmaß, Frischbetonrohichte, Frischbetontemperatur und Erstarrungsverzögerung die wesentlichen Einflussfaktoren.

Mit der grafischen Sensitivitätsanalyse können die Auswirkungen von Abweichungen oder Störungen auf z.B. Dauer und Leistung grafisch und rasch dargestellt werden. Umgekehrt kann für eine geplante Dauer die dazu notwendige Leistung und Steigeschwindigkeit bestimmt werden. Für diese Steiggeschwindigkeit ist dann aus DIN 18 218 der Frischbetondruck zu ermitteln und die dazu erforderliche Schalung (Schalungssystem) auszuwählen bzw. zu konstruieren.

Der Nutzen der Diagramme liegt auf der Hand. Einfach und rasch können wichtige Zusammenhänge grafisch dargestellt werden.

1.4 *Literatur*

Deutsches Institut für Normung (1980). DIN 18 218 Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen

Stadler, Gert (2004). Allgemeine Baubetriebslehre. Skriptum. Technische Universität Graz: Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

