

GRUNDLAGEN DER ZEIT- UND PREISPLANUNG IM BEWEHRUNGSBAU

DR. HABIL. H. KÄMPFE UND DIPL.-ING. A. KÄMPFE, CHEMNITZ



Dr. habil. H. Kämpfe
Dipl.-Ing. A. Kämpfe

1. EINFÜHRUNG

Die nachfolgenden Ausführungen sollen Zusammenhänge und Einflussfaktoren auf die Zeit- und Preisplanung in der Geflechtherstellung (oder dem Verlegen von Betonstahl!) aufzeigen.

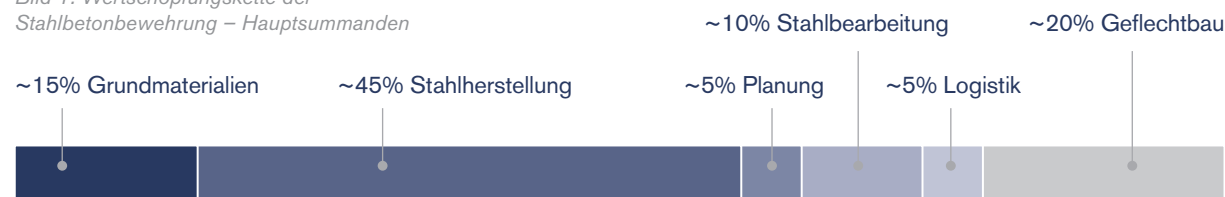
Hierzu wird zunächst die Wertschöpfungskette der Stahlbetonbewehrung - das Produkt der Stahlbetonbewehrung - betrachtet, um die einzelnen Stellungen der aufeinanderfolgenden Gewerke in der Stahlbetonbewehrung in etwa zu zeigen. Die Herstellung des Betonstahlgeflechts beginnt bei der Betonstahlherstellung und setzt sich fort über die unterschiedlichen Verzweigungen der Betonstahlzwischenprodukte bis hin zum kompletten Betonstahlgeflecht am Bauvorhaben.

Diese Wertschöpfungskette besteht aus den Hauptsummanden, die in Bild 1 dargestellt werden. Die komplexen In- und Outputbeziehungen aller Summanden zeigt das Bild 2.

Die wesentlichen Wertschöpfungsanteile in der Stahlbetonbewehrung besitzen die Stahlherstellung, und der Stahlgeflechtaufbau - die „Stahlverlegerei“ oder der Stahleinbau im Bauvorhaben.

Wird der Geflechtaufbau auf der Baustelle betrachtet, der im erforderlichen „Dreiklang“ zwischen Schalung, Bewehrung und Betonage besteht, erhält die Planung einen besonderen Stellenwert.

Bild 1: Wertschöpfungskette der Stahlbetonbewehrung – Hauptsummanden



Die Planung legt vor allem fest, welche Stahlhalbprodukte (Stab, Coils, Matte, Korb) am Bauvorhaben in die Geflechte eingehen. Insofern wird die Wertschöpfung der Bewehrung unterschiedlich sein, zwar bleibt der Umfang der Wertschöpfung immer derselbe, er wird aber in Abhängigkeit von der Planung jeweils anders verteilt. Oder anders formuliert, mit der Planung, die das Minimum der Gesamtrahbauzeit zum Ziel hat, wird der Wert in diejenigen „Taschen“ fließen, die die technisch schnellsten Bewehrungslösungen am Rohbau parat haben. Ein wesentliches Beispiel ist die Verwendung von Stäben und Matten im Geflecht, deren Anteilsniveau zu Gunsten der Matten in der Vergangenheit auf ein niedrigeren Anteil Matten heute zurückgegangen ist.

Um das Betonstahlgeflecht sicher und schnell aufzubauen, sind besonders die statisch erforderlichen Stabdahldurchmesser, die zum Betonteil passenden Stabdahllängen und schließlich die geometrisch konformen Biegeformen der Stabdahleinteile optimal zu erkennen und im Plan zusammenzustellen. Die Praxis im Bewehrungsbau ist leider die, dass konstruktiv gleichgeartete Geflechte unterschiedlich aufgebaut sind, womit artgleiche Geflechte unterschiedliche Aufwendungen an Zeit und Geld nach sich ziehen. Ein Zustand, der auf die fehlende Methodik der Bewehrungsplanung zurückzuführen ist, weil jeder Planende das „Fahrrad“ - sprich den Plan - neu erfindet.

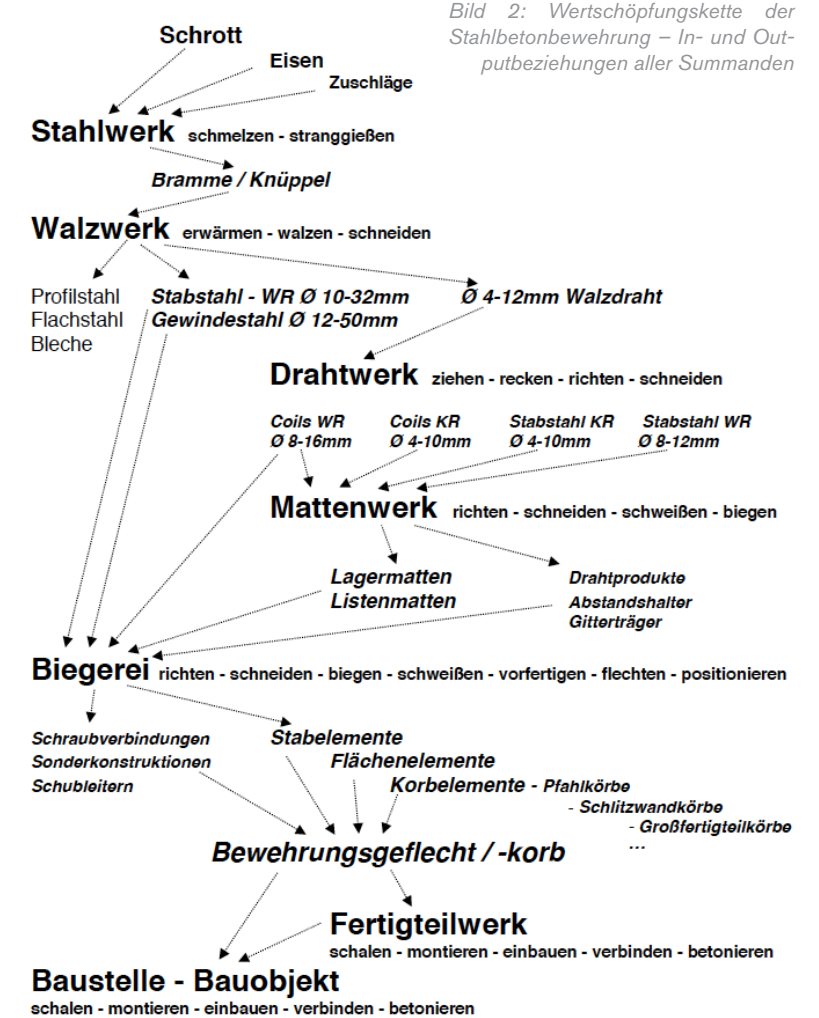


Bild 2: Wertschöpfungskette der Stahlbetonbewehrung – In- und Outputbeziehungen aller Summanden

Ein markantes Beispiel dafür ist die wohl einfachste Bewehrung eines Pfahlkorbes, die leider in den unterschiedlichsten Planungsformen vorkommt, um die nur „zwei Positionen“ eindeutig aufzubauen. Beispiele sind aber auch die unnötigen Erhöhungen der Anzahl der einzelnen Betonstahlpositionen in Geflechtern oder die unnötigen Verkleinerungen der Betonstahldurchmesser und deren Teilungen im Geflecht, die allesamt eine schnellere Aufbauzeit des Geflechts „verplanen“. So bedarf ein Geflecht aus vorrangig dünnen Stabdahldurchmessern immer eine größere Aufbauzeit je Tonne als ein Geflecht mit vorrangig stärkeren Stäben, weil eine Stabmenge beispielsweise aus zwei Tonnen mit

dem Stabstahldurchmesser 20mm genau 810-Längenmeter enthält, während die gleiche Stahlmenge mit dem Stabstahldurchmesser 10mm genau 3241 Längenmeter aufweist. Der Unterschied ist evident.

Eine bilaterale Abhängigkeit der Aufbauzeit (Preis) eines Geflechts von unterschiedlichen Faktoren zeigen die nachfolgenden Grundgedanken. Eine multilaterale Betrachtung ist nur in Ansätzen möglich.

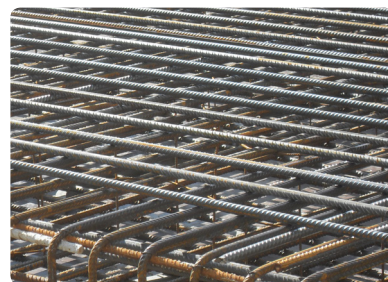


Bild 3: Ein einfaches horizontales Geflecht

Pos.	Ø [mm]	Stk	L [m]	G [kg/m]	L x Stk [m]	L x Stk x G [kg]
1	10	283	1,68	0,617	475,44	293,35
2	12	135	4,55	0,888	614,25	545,45
3	12	125	6,50	0,888	812,50	721,50
4	16	600	11,20	1,58	6 720,00	10 617,60
5	16	532	12,50	1,58	6 650,00	10 507,00
					ΣL = 15 272,19	ΣG = 22 684,90
15,52 mm = D_s						

Tabelle 1: Beispiel für die Stahlliste einer Bodenplatte



Bild 4: Ein mit unterschiedlichen Positionen aufgebautes Geflecht

2. DIE ABHÄNGIGKEIT DER AUFBAUZEIT VOM STABSTAHL-DURCHMESSER

Für die Untersuchung der Abhängigkeit der Aufbauzeit vom Stabstahldurchmesser eines Geflechtes können folgende Randbedingungen unterstellt werden:

Alle Geflechte über alle Bauteile eines Bauwerkes betrachtet, ergeben einen durchschnittlichen Stabstahldurchmesser, der immer größer als 10mm ist. Betrachten wir weiter die Aufbauzeit eines Geflechtes genauer, dann gibt es einen Zeitwert der größer als Null ist, weil es in jedem Aufbauprozess immer Anlauf- und Abräumzeiten (Leistungsverharrungsfaktoren) gibt und die Geschicklichkeit oder die Effektivität (auch einer Maschine) nicht unbegrenzt maximiert werden kann, um die Aufbauzeit unbegrenzt zu minimieren.

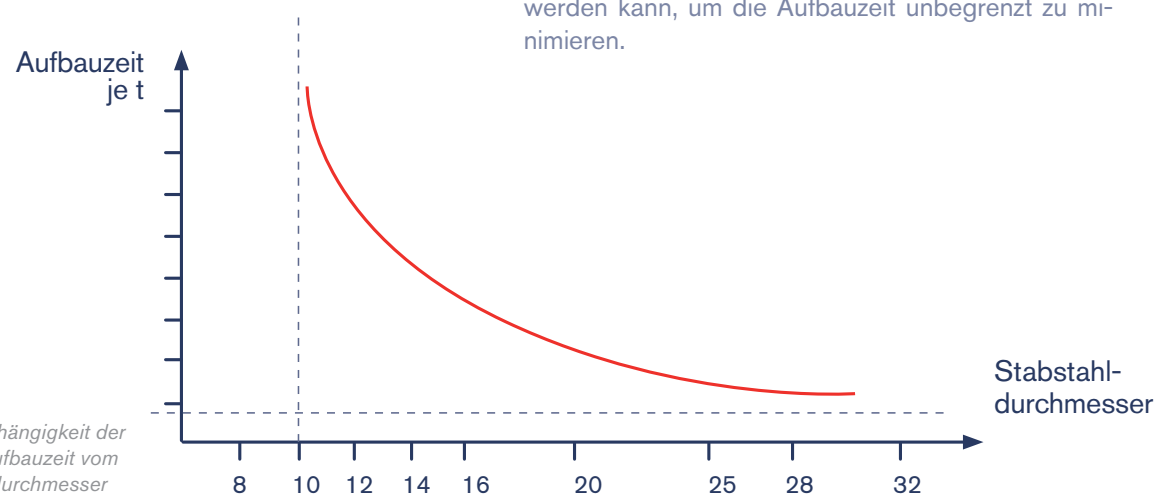


Bild 5: Abhängigkeit der Geflechtaufbauzeit vom Stabstahldurchmesser

Also ergibt sich eine hyperbolische Abhängigkeit zwischen dem Stabstahldurchmesser und der Aufbauzeit des Geflechtes (Bild 5).

Wird die Aufbauzeit nicht nur von der Einfachheit des Auftretens des Stabstahldurchmessers abhängig betrachtet, sondern von seiner Vielfalt des Auftretens im Geflecht, so kann die Aufbauzeit universeller in Abhängigkeit des Durchschnittlichen Stabstahldurchmessers, kurz D_s, betrachtet werden, der als gewogener Mittelwert aller Stabstahldurchmesser im Geflecht bestimmt wird.

Die Größe D_s ist aus der Stahlliste berechenbar, indem aus dem Durchschnittsgewicht G_s = ΣG/ΣL rückwirkend der Durchschnittliche Stabstahldurch-

messer aus der Gewichtsformel D_s² π/4 x 0,00785 = G_s bestimmt wird (siehe Tabelle 1). Im Beispiel wird der Durchschnittliche Stabstahldurchmesser D_s = 15,52 mm an einer Bodenplatte mit kreuzweise gelegten Ø16/15 sowie zwei Zulagepositionen Ø12 und dem Randbügel Ø10 aus der erweiterten Stahl-liste bestimmt.

Wenn dieser vorliegende Durchschnittliche Stabstahldurchmesser D_s als Repräsentant des Geflechtes gilt, dann gilt auch die Aufbauzeit des Geflechtes als abhängig vom Durchschnittlichen Stabstahldurchmesser und es kann eine einfache Bestimmung der Aufbauzeit f(s) aus einer Zuordnung D_s -> f(s) erfolgen. Erfahrungswerte für eine solche Zuordnung enthält Tabelle 2.

Tabelle 2: Erfahrungswerte für den Zusammenhang zwischen D_s und f(s) sowie der Fertigungszeit in der Biegerei b(s)

Durchschnittlicher Stabstahldurchmesser D _s	Aufbauzeit f(s)	Fertigungszeit Biegerei b(s)
6 mm	40 h/t	3,0 h/t
8 mm	30 h/t	2,0 h/t
10 mm	22 h/t	1,7 h/t
12 mm	16 h/t	1,4 h/t
14 mm	13 h/t	1,2 h/t
16 mm	10 h/t	1,2 h/t
20 mm	8 h/t	0,9 h/t
25 mm	6 h/t	0,7 h/t
28 mm	5 h/t	0,6 h/t
32 mm	4 h/t	0,5 h/t



Bild 6: Wenige Positionen, aber jede mit einer hohen Stückzahl, in einem einfachen Plattengeflecht

Die vorgenannte Aussage mittels einer solch „einfachen Zuordnung“ ist in der Praxis bereits ausreichend. Damit ist gezeigt, dass für die Aufbauzeitbestimmung die Tabelle eine notwendige (keine hinreichende!) Voraussetzung ist. Also führt auch jede in der Praxis inhaltlich analog aufgestellte Tabelle zu der allgemeinen Aussage: Geflechte bzw. Bauvorhaben mit kleinen Stabstahldurchmessern erfordern eine größere Aufbauzeit je Tonne, während mit größeren Stabstahldurchmessern eine kleinere Aufbauzeit je Tonne erzielt wird.

3. DIE ABHÄNGIGKEIT DER AUFBAUZEIT VON DER POSITIONSANZAHL IM GEFLECHT

Eine weitere bilaterale Betrachtung ist der Zusammenhang von Positionsanzahl m und Positionsstückzahl m_i zur Aufbauzeit je Tonne. Zur Erklärung tritt jede Position in einer bestimmten Stückzahl im Geflecht auf, weshalb Positionsanzahl und Positionsstückzahl im unmittelbaren Zusammenhang zur Aufbauzeit stehen.



Bewehrungstechnik

Das Praxisbuch vermittelt Grundlagen Know-how mit zahlreichen Beispielen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Der Autor schließt damit die Lücke zwischen der „grauen“ Theorie, dem Handwerk der Bewehrungstechnik und der wirtschaftlichen Betrachtung.

Die Zielgruppe

Bewehrungstechniker, Bauingenieure in Studium und Praxis

Der Autor

Dr. habil. Hansgerd Kämpfe ist Inhaber und Geschäftsführer der KÄMPFE – Stahl- und Bewehrungsbau GmbH und Mitglied im Institut für Stahlbetonbewehrung e. V.

Erhältlich im Teubner Verlag, Wiesbaden
Kosten: 39,00 Euro

Bild 7: Viele Positionen, eventuell jede mit einer geringen Stückzahl, in einem vorgespannten Plattengeflecht



Es gilt die These: Ein Geflecht ist schwierig, wenn die Positionsanzahl hoch und die Positionsstückzahl gering ist bzw. umgekehrt. Logischerweise hat ein schwieriges Geflecht immer auch eine hohe Aufbauzeit oder umgekehrt und es gilt allgemein: Je mehr Positionen m pro Tonne ein Geflecht hat, umso größer ist seine Aufbauzeit $f(m)$ pro Tonne bzw. umgekehrt.

Weiter gilt bewehrungstechnisch: Wenn die Positionsanzahl m steigt und die Positionsstückzahlen m_i im Geflecht fallen, dann steigt die Aufbauzeit pro Tonne; und wenn die Positionsanzahl m fällt und die Positionsstückzahlen m_i im Geflecht steigen, dann fällt die Aufbauzeit pro Tonne.

Daraus und aus den Erfahrungen können Tabellen der Abhängigkeit aufgestellt werden, die die Zuordnung der Positionsanzahl m und der Positionsstückzahl m_i zur Aufbauzeit $f(m)$ ermöglichen (Tabelle 3).

Diese Tabellen sagen aus, dass die Konstruktion des Geflechts mit der Schaffung der Positionsanzahl und der Positionsstückzahl den wesentlichsten Einflussfaktor auf die Geflechtaufbauzeit hat. Je umfangreicher die Positionen, umso komplizierter das Geflecht, umso komplizierter der Interpretierungsaufwand aus der Zeichnung, umso umfangreicher der Sortier- und Platzaufwand in der Vorfertigung und auf der Baustelle usw.

Der Leser kann diese Aufzählung mit einigen logischen Überlegungen beliebig ergänzen. Eine exponentielle Kurvendiskussion zum vorliegenden Fall findet der Leser in [1]. Als Anschauung und zum Vergleich sollen die Bildern 5 und 6 einfach ausgewählter Geflechte dienen.

4. EINE KOMPLEXERE BETRACHTUNG DER GEFLECHTAUFBAUZEIT

Die vorgenannten Erkenntnisse führen noch nicht befriedigend zur Bestimmung der Aufbauzeit für jedes beliebige Geflecht, vor allem in geometrisch komplizierten Bauteilen. Viel mehr sind die vorgenannten Erkenntnisse ein Spezialfall des allgemeinen Falles, der sehr komplexe Abhängigkeiten beinhaltet.

Tabelle 3: Zusammenhang von Positionsanzahl, Positionsstückzahl und Aufbauzeit

Positionsanzahl m	Aufbauzeit $f(m)$
10 Pos/t	$f(m)$
20 Pos/t	$f(m) \times 2$
40 Pos/t	$f(m) \times 3$
80 Pos/t	$f(m) \times 4$

Positionsstückzahl m_i	Aufbauzeit $f(m_i)$
40 Stk/Pos	$f(m_i)$
30 Stk/Pos	$f(m_i) \times 2$
20 Stk/Pos	$f(m_i) \times 3$
10 Stk/Pos	$f(m_i) \times 4$

So ist die Aufbauzeit abhängig von den inneren Bedingungen (planungstechnische Gegebenheiten, Teamzusammensetzung, u. a.) und den äußeren Umständen (Wetterbedingungen, Bautechnische Abläufe, Kranbereitstellung u. a.) am Bauvorhaben. Daraus ist erkennbar, dass die Zuordnung von Geflecht zu Geflechtaufbauzeit teilweise unüberschaubar wird. Werden die Erkenntnisse und die vielseitigen Erfahrungswerte der Praxis zum Geflechtaufbau gebündelt, so kann mit der Einführung eines komplexen Produktivitäts- oder Aufbaufaktor F für den Geflechtaufbau die Kompliziertheit genauer dargestellt werden. Wenn dieser Faktor F alle Erkenntnisse vorgenannter Abhängigkeiten und die komplexen inneren und äußeren Bedingungen in sich vereint, dann kann eine nachfolgende Rechenlogik aufgebaut werden.

Der Aufbaufaktor F wird definiert als die Arbeitsleistung an Einbaumenge T pro Arbeitskraft A an einem Arbeitstag [8h], oder formal:

$$F = T / A \text{ [in t/8h]}$$

Diese Größe F wird damit zu einer Mengennorm oder einer Mengenvorgabe für einen Geflechthersteller zum Aufbau des Geflechts an einem Arbeitstag (8h) oder F wird zum Maßstab der Produktivität des Ge-

flechtherstellers. Der Aufbaufaktor F qualifiziert sich umso mehr, je mehr Erkenntnisse oder Wissen in ihn eingehen, oder je mehr Erfahrungswerte oder zu erwartende Herstellungsschwierigkeiten bekannt sind. Der Faktor F hat in den vorherigen Erkenntnissen die nachfolgende Interpretation:

- ▶ Geflechte mit mehrheitlich kleinen (großen) Stabdahlurchmessern haben ein kleines (großes) F,
- ▶ Geflechte mit einer hohen (geringen) Positionsanzahl haben ein kleines (großes) F zur Folge.

Mit der nachfolgenden Zusammenstellung für Beispiele der Faktors F (t/8h) soll dessen Inhalt ohne weitere Erklärungen ausreichend wiedergegeben werden (Tabelle 4).

Eine derartige Zuordnung muss in Abhängigkeit der inneren und äußeren Bedingungen für jedes Bauvorhaben bzw. jedes Verlegerteam neu definiert werden.

Die Aufbauzeit lässt sich jetzt anhand obiger Zuordnung beispielsweise für ein Geflecht einer Bodenplatte mit 36t und relativ dünnen Stabdahlurchmessern, etwa 16mm, wie folgt berechnen:

Der Aufbaufaktor wird mit $F = 2,0$ eingeschätzt (also ein Verleger baut in 8h oder einem Arbeitstag (8h) genau 2,0t auf oder ein!), dann ergeben sich $36t / 2,0t/AT = 18$ Manntage. Beim Einsatz von 4 Mann ergibt sich die Gesamtzeit von $18AT / 4AK = 4,5$ Arbeitstage. Oder beim Einsatz von 2Mann nur 9 AT.

Im gleichen Objekt sind vier Treppen zu bewehren mit jeweils 250kg. Aus Gründen der Arbeitsorganisation und der Arbeitssicherheit müssen mindestens zwei Verleger (Arbeitskräfte) gemeinsam arbeiten. Das Team erhält die Vorgabe $F=0,3$ und muss damit die Arbeit in $4Stk \times 0,25t / 0,3 t/AT / 2AK = 1,7$ Arbeitstagen erledigen.

5. DER ZUSAMMENHANG VON AUFBAUZEIT UND ARBEITSKRÄFTEEINSATZ

Wie im Vorherigen gezeigt, ist die Aussage zur Geflechtaufbauzeit von der Anzahl der Arbeitskräfte mit abhängig. So gilt, dass mehr Arbeitskräfte eine umso kürzere Gesamtaufbauzeit erzielen als weniger. Dieser Arbeitskräfteeinsatz hat in der Anzahl aber seine technologischen Grenzen, weil aus einfachen technischen Gründen (Platzverhältnisse, Ablaufreihenfolgen, u.a.) jeder Prozess nicht unbegrenzt viele

Arbeitskräfte zum Einsatz kommen lässt. Die in der Baupraxis oft geforderte übermäßige Arbeitskräfteanzahl zur Aufbauzeitsenkung („Chinesenmethode“) wirkt ab einer bestimmten Arbeitskräfteanzahl degressiv. Es gilt, dass die stetig zunehmende Arbeitskräfteanzahl sich nicht linear zur Aufbauzeitsenkung verhält, sondern nur hyperbolisch bis zu einem Punkt, dem Break-Even-Point, der beim Überziehen des Einsatzes von Arbeitskräften die Aufbauzeit eher wieder anwachsen lässt (Bild 8.1)

Diesen „Umkehrpunkt“ gibt es in der Betrachtung der Produktivität - dem Aufbaufaktor - auch, aber spiegelbildlich. So dreht die Produktivität (F) nach einem Ansteigen bei mehr Arbeitskräften sehr schnell in ein Abfallen bei zu hohem Arbeitskräfteeinsatz (Bild 8.2).

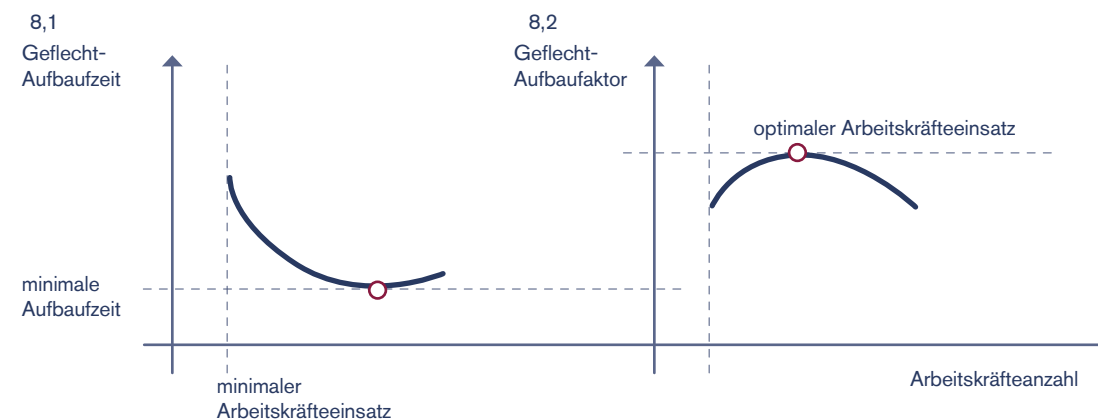
Ein Phänomen, das in vielen ökonomischen Betrachtungen den gewollten Aufwand oder die gewollte Produktivität F ins „Gegenteil“ verkehrt.

Unter Beachtung aller vorgenannten Aussagen gilt die zwingende These: Die Arbeitskräfteanzahl ist nicht beliebig steigerbar, um die Aufbauzeit zu senken oder die Produktivität zu erhöhen!

Tabelle 4: Beispiele des Aufbaufaktors F in Tonnen pro 8 Stunden

Gerade Treppe bis ~6 Positionen – 0,3 t	Gewendelte Treppe ab 100 kg – 0,2 t
Köcherfundament mit 2 Positionen – 0,5 t	Stütze ohne Konsole bis 4 Positionen – 0,8 t
Filigrandecke o. L. ohne Zulagen – 1,2 t	Filigrandecke o. L. mit Zulagen – 0,8 t
Ortbetondecke mit StabØ ≤ 14mm – 1,1 t	Ortbetondecke mit Matten ≥ Q335 – 1,5 t
Wand ohne Durchbrüche – 0,8 t	Wand mit Durchbrüchen bis 12 Positionen – 0,5 t
Stützwand bis ~5 Positionen – 1,0 t	Stützwand mit gestaffelten Positionen – 0,6 t
Bodenplatte einfach mit StabØ ≥ 25mm – 2,5 t	Bodenplatte einfach mit Stab Ø ≥ 14mm – 1,5 t
Brückenwiderlager gerade Flügelwänden – 0,9 t	Brückenwiderlager mit ungerade Wänden – 0,6 t

Bild 8: Asymptotischer Zusammenhang zwischen Aufbauzeit, Produktivität und Arbeitskräfteeinsatz



Der unbedachte Arbeitskräfteeinsatz kann bei Verneinung vorgenannter These für die Ökonomie einer Firma weitreichende Folgen haben. So kann der unbestimmte, nicht berechnete Arbeitskräfteeinsatz zu einer schnellen Insolvenz einer Firma führen. Oder auch, niedrige Produktivitäten, d.h. meist, zu viele Arbeitskräfte sind im Einsatz, „verbrennen“ die Erlöse.

Den Punkt des optimalen Arbeitskräfteeinsatzes zu erkennen und nicht zu überschreiten, ist Aufgabe eines jeden Managers, selbst wenn Auftraggeber mit vertraglichen Konsequenzen drohen. Vor allem sind es Firmen ohne finanzielle Polster, die die negativen Konsequenzen an zwei, drei Einsätzen hintereinander meist nicht überstehen. So gesehen haben Manager beiderseits der Auftragsabwicklung, ob Auftraggeber oder Auftragnehmer, eine hohe soziale Verantwortung.

Dieser Zusammenhang ist wegen seiner Komplexität und relativen Kompliziert in der Praxis stets ein „heißes Eisen“ in der ökonomischen und ablauftechnischen Beurteilung und Behandlung. Auftraggeber und Auftragnehmer sollten deshalb fair in der Anwendung miteinander umgehen.

6. DER ZUSAMMENHANG VON AUFBAUZEIT UND AUFBAUPREIS

Analog der Aufbauzeit kann der Aufbaupreis des Geflechtes bestimmt werden. Dazu muss ein Aufbaufaktor wieder vorgegeben sein, der durch einen Grundpreis oder Einheitspreis für eine Arbeitseinheit ergänzt wird. Im Grundpreis müssen alle Gemeinkosten der Herstellerfirma und der festgelegte Grundlohn der Firmenmitarbeiter enthalten sein. Dieser Grundpreis K kann von Firma zu Firma unterschiedlich sein und muss buchhalterisch bestimmt werden. Er ist die Berechnungsgrundlage für die Preisbestimmung des Geflechtaufbaus (vgl. [1]) und es gilt:

$$P = KFF$$

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass die Vorfertigung von Geflechtteilen in einer dem Bau

nahe liegenden Biegerei, Schweißerei oder Flechterei sowohl die Geflechtaufbauzeit als auch deren Aufbaupreis wechselseitig positiv beeinflussen kann. Dabei gilt, dass die Preise für Geflechte im Betonfertigteilwerk höher zu bewerten sind, weil die Kompliziertheit der Geflechte höher ist (siehe dazu die Beispiele für F in Tabelle 4).

Insofern führen minimale Geflechtaufbauzeiten immer zu minimalen Zwischenzeiten in der Rohbaukette „Schalung - Bewehrung - Betonage“ und minimieren so die Gesamtrohbaubauzeit.

Es macht daher Sinn, dem Bewehrungsplan eine besondere Stellung am Bau zukommen zu lassen, der in seinem Kern auch darin begründet ist, dass er als eine Einheit von Konstruktion und Technologie des Geflechtaufbaus gilt, weil er das „Was“ - die Konstruktion - und das „Wie“ - die Technologie - für die Geflechtherstellung zugleich bestimmt. Das ist ein Novum gegenüber dem Automobilbau oder dem Maschinenbau, in denen die Konstrukteure Verantwortung zeigen für das Produkt, während die Technologen die Herstellung im Auge haben und die wohl bedeutendere Rolle im Herstellungsprozess bilden, bzw. ihre Meinung im Herstellungsprozess (Produktivität) auch eine zwingende Rückwirkung auf die Konstruktion hat.

Weitergehende Betrachtungen erhält der Leser in [1], während der Beitrag [2] auf die ersten Versuche der Verfasser, dieses Thema exakter zu fassen, verweist. Der Beitrag [3] enthält, wie viele jüngere Literaturstellen gleichen Inhalts, allgemeine Ansätze im Umgang mit den „Verlegekosten“.

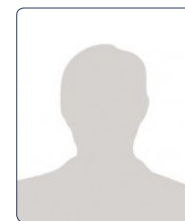
[1] H. Kämpfe - Bewehrungstechnik, Grundlagen-Praxis-Beispiele-Wirtschaftlichkeit, Verlag Vieweg & Teubner Wiesbaden, 2010,

[2] H. Kämpfe - Bewehrungstechnik aus Sicht eines Biege- und Verlegebetriebes, Tagungsheft „Betonstahltag am 26.02.2004 in Berlin“; ISB e.V. Düsseldorf, Kaiserswerther Str. 137,

[3] D. Rußwurm - Betonstähle für den Stahlbetonbau, Eigenschaften und Verwendung, Bauverlag GmbH Wiesbaden-Berlin, 1993.

SCHWEIßEN VON BETONSTAHL – DIE NEUE DIN EN ISO 17660-1 UND 2

DR.-ING. RAINER MÖLL, DARMSTADT



Dr.-Ing. Rainer Möll

Vor 1985, Literaturstellen [1], [2], [3] und [4]

Noch vor nahezu 40 Jahren schrieb Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Fritz Leonhardt in seinem Vorlesungsskript, dass die im Stahlbeton verwendeten Stähle nicht im Hinblick auf Schweißignung erschmolzen würden. Bei ungünstiger Zusammensetzung könnten durch die Wärmeeinwirkung und rasche Abkühlung Härtungserscheinungen und Verminderung der Verformungseigenschaften, Warmrissbildungen und bei kaltverformten Stählen ein Abfall der Festigkeit eintreten. Nur eine Probeschweißung könnte in wichtigen Fällen zum Erfolg führen [1].

„Der BSt 22/34 eignet sich im Allgemeinen für Abrennstumpfschweißungen und je nach Kohlenstoffgehalt auch für Lichtbogenschweißungen. Der naturharte BSt 42/50 U besitzt einen höheren Kohlenstoffgehalt und es muss auch mit Verunreinigungen durch Schwefel und Phosphor gerechnet werden, so dass von Lichtbogenschweißungen abgeraten und nur die Abrennstumpfschweißung angewandt werden sollte.“

Die kaltverformten BSt 42/50 K und BSt 50/55 K weisen meist sehr viel geringere Streuungen in ihrer Zusammensetzung auf, weil andernfalls die Kaltverformung und der gewünschte Festigkeitsanstieg nicht erreicht werden. Sie sind deshalb durchweg besser für elektrische Lichtbogen- und Abrennstumpfschweißung geeignet.“

Dadurch waren insbesondere für den Rippen-Torstahl (BSt III K) mittels des Schweißprozesses 111 der Stumpfstoß und mittels der Schweißprozesse 111 und 135 der Überlappstoß und der Laschenstoß herstellbar, wenn auch noch die beiden letztgenannten Stoßarten mit Schweißnahtlängen von $5 \cdot \varnothing$ angegeben waren [4]. Ankerkörper sollten bevorzugt im Versuch nachgewiesen werden und zwar unter Einhaltung bestimmter Gleitwege. Diese betragen 0,01 mm unter Gebrauchslast und 0,1 mm unter 1,75-facher Gebrauchslast.

Einen Umbruch stellte die allgemeine Schweißbarkeit der Betonstähle dar. Obwohl die Betonstähle nach verschiedenen Verfahren hergestellt wurden,