

Bewehrungstechnik aus der Sicht eines Biege- und Verlegebetriebes

Vortrag zum Betonstahltag am 26.02.04 in Berlin - Siehe auch den abgedruckten Beitrag mit Herleitungen im Tagungsheft - Dr. habil. H. Kämpfe

Aus einer Vielzahl stetig anstehender Probleme soll wegen seiner besonderen Bedeutung, die in Praxis am Bau stehende Frage nach der Zeitdauer der Herstellung eines "Stahlgeflechtes", mit diesem Beitrag genauer beleuchtet werden.

Dazu soll eingangs das **Bild 1** der Preiszusammensetzung einer Tonne eingebautem Betonstahl grob verdeutlichen, das es sich um den Anteil von etwa 32% Preis handelt,

und zum anderen die einander widersprechende Tendenz, dass

der Auftragnehmer den Einbau (das Verlegen) schnell und effektiv über eine optimale „Stab – Matten – Vorgeflecht - Mischung“ erfolgen lassen will, weil er immer zum minimalen Arbeitskräfteeinsatz sich zwingen muss, und der Auftraggeber, wegen seiner Ökonomie, Hebeleistungen und sonstige Leistungen minimal nur zur Terminsicherung dem Auftragnehmer am Bau bereitstellen will,

die Brisanz aufzeigen.

Diese Aspekte werden kompliziert und komplex, weil vor allem die Verursacher dieses Widerspruches sich dessen nicht bewusst sind.

Wenn die Erkenntnis unterstellt wird, dass der Einbau oder Bewehrungsaufbau eines Stahlgeflechtes mit Stäben etwa doppelt soviel Zeit kostet gegenüber einem mit Matten, oder auch, dass der Einbau mit Stäben im Durchmesserbereich 8-12mm etwa die dreifache Zeit kostet gegenüber solchen Stäben mit höheren Durchmessern, kann sich wohl jeder die vorher genannten Probleme ausrechnen.

Dazu kommt, dass ohnehin bei unterschiedlichen Bauwerken unterschiedliche Verteilungen der Durchmesser von vornherein objektiv gegeben sind, wie im **Bild 2** erkennbar ist.

Im Bild 2 ist aber auch die unterschiedliche Lage des Medians erkennbar, der auf der Abszisse liegend, genau die über ihr liegende Fläche bis zur betreffenden Kurve halbiert. Es ist sofort einleuchtend, dass der Median auf der Abszisse Werte von 10mm bis gegen 16mm annehmen kann.

Was ist nun das Wesentliche an der Einbauzeit von Betonstahl.

Dazu muss erstens festgehalten werden, dass immer Drahtstärken ab 14mm aufwärts etwa 3-4mal schneller verlegt/eingebaut werden als solche bis 12mm. Es gilt eine exponentielle Abhängigkeit der Einbauzeit zwischen „dünn“ und „dick“. Je dünner umso wesentlich mehr Zeit ist erforderlich.

Demnach ist es halt nicht egal, ob der Ausschreibungstext nur 8-28mm Stäbe enthält, oder ob er eine Differenzierung zwischen 8-12mm und 14-28mm beispielsweise ausweist.

Zur funktionalen Abhängigkeit hat der Verfasser einen Ansatz im Tagungsmaterial abgedruckt, der eine Einbauzeit am Bauvorhaben in etwa (bei Vorgabe bestimmter Parameter) errechnen lässt.

Zum Zweiten ist die Konstruktion der Bewehrung, also die Bewehrungsführung, zwar nicht unbedingt in eine mathematische Abhängigkeit wie vorher zu bringen, aber es gilt, je mehr Positionen pro Einbaumenge vorgegeben (konstruiert) sind (wurden), umso komplizierter ist die Konstruktion und damit umso länger die Einbauzeit der Bewehrung.

Auch hier gilt, dass es nicht egal ist, ob 2 Tonnen mit etwa 20 Positionen unterschiedlicher Sorten Stäbe in Durchmesser und Länge konstruktiv vorgegeben sind, oder ob eine Bodenplatte beispielsweise von 200 Tonnen auch nur 20 Positionen enthalten.

Wichtig ist: Eine komplizierte Konstruktion ist nicht etwa die bessere.

Jeder der täglich aufmerksam Pläne studiert kann die Auswüchse deutscher Ingenieurkunst hier erweitern.

Die Kausalität zwischen Konstruktion und Einbauzeit ist in jedem Fall gegeben, aber schwer nur in eine funktionale Abhängigkeit zu bringen.

Nun soll hier an dieser Stelle nicht nur kritisch das Problem betrachtet werden, sondern es sollen auch Anregungen für einige Lösungen dieses Dilemmas gegeben werden. Im **Bild 3** werden zum Beispiel zwei Lösungen dargestellt, die ständig zu neuen Gesprächsstoffen zum Thema Einbauzeit auf Baustellen führen.

Einmal ist das

- Böcke mit Schlaufe als anerkannte Schubbewehrung zwischen untere Lage und obere Lage einer Platte.

und zum anderem die

- Abrissbewehrung als Einlage (nicht umfassend) zwischen untere Lage und obere Lage einer Platte.

Sieht das noch nach Standards oder Prinziplösungen aus, so wird im **Bild 4** aufgezeigte, was teilweise unter handwerkliche „Gammelerei“ der Konstrukteure von jedem Verleger oder Bewehrter betrachtet wird,

nämlich das

- Exaktes Berechnen der Maßketten übereinander liegender (oder auch ineinander greifender) Bewehrungselemente,

oder das

- Verwendung von Einachs-/Zweiachsmatten anstelle von Lagermatten, weil die Einbauräume es nicht anders gestatten.

Als Beispiel zum Bild 4 soll noch angemerkt gelten, wenn eine Bodenplatte der Stärke 25cm bei 3cm Betondeckung mit der Lagermatte Q513 geplant ist und einzubauen ist, dann gibt es keine Chance Distanzhalter zwischen der oberer Lage und der unteren Lage bei Einhaltung mindestens der oberen Betondeckung einzubauen.

Von oberster Bedeutung ist die Einsicht und das Verständnis, dass der Planer nicht nur die Konstruktion des Geflechtes verantwortet, sondern auch die Technologie seiner Herstellung, also mit der Konstruktion den Zeitaufwand der Herstellung des Geflechtes verantwortet.

Im Automobilbau oder Maschinenbau ist Konstruktion und Technologie unter einem verantwortlichen juristischen Dach. Der Chef des Unternehmens wird jeden Konstrukteur „an die Haare fassen“, sollte er ein sehr zeitraubend herzustellendes Einzelstück oder eine Baugruppe konstruieren. Der Technologie hat das Sagen, dass was schnell und qualitativ hochwertig gefertigt werden kann, muss konstruiert und dann produziert werden.

Resümierend, kann der Zeitaufwand des Stahleinbaus am Bauvorhaben rationeller gestaltet werden - wenn wir wollen, dass weniger Streit auf deutschen Baustellen zwischen AG und AN (den Verlegern) herrscht - dass Qualität und Termintreue weiter den Ausweis deutschen Bauens ausmachen, dann muss der Plan durch

- die Wahl der Stabdurchmesser und deren Verteilung und die der Mattenart,
- die Gewichtsanteile der Stabdurchmesser und die der Mattenarten am BV,
- das exakte Berechnen der Maßketten übereinander liegender Bewehrungen,
- das stärkere Verwenden von Einachs-/Zweiachsmatten anstelle von Lagermatten,
- die Vereinfachung der Bewehrung durch einfache logische Verbügelungen,
- ...

vom **technischen (technologischem) Verständnis** des Planers oder Bauzeichners bewusster als bisher durchdacht und geplant werden.

Aus allem Vorgenannten werden die nachfolgend unsortiert aufgeführten Thesen evident:

1. Wenn der Einbauanteil ca. 35% des Preises (Bild 1) ausmacht und die wohl beeinflussbarste Variable im Preisgefüge „Liefern und Verlegen BST 500 S/M“ ist, müssen alle Planungsüberlegungen sich stärker noch als bisher leiten lassen vom letzten Glied in der Einbaukette - vom Verleger aus.

Das heißt auch, dass mancher Planer überhaupt mal Stahl einbauen sollte, um zu sehen, was geht und was geht nicht.

2. Weil eine Tonne kompliziert zu verbauender Stahl wesentlich teurer sein kann als eine Tonne mehr verbauter Stahl, ist die teilweise bis ins akribische gehende Planung falsch.

Es sind viele Erkenntnisse im Bewehrungsbau, die es gilt unter den berühmten „Hut“ zu bringen. Ein Hauptproblem ist das Berechnen von Maßketten übereinander liegender Stahlsorten. Besonders durch die Rippung des Betonstahles ist bei größeren Durchmessern das Nebeneinander und Übereinander teilweise sehr brisant.

Es macht keinen Sinn, den Bewehrungsplan bis auf jede Kommastelle des gegebenen Querschnittes „cm²/m“ zu optimieren, wenn die Praxis Einbauverhältnisse und Einbautoleranzen bereithält, die große Ungenauigkeiten im Stahleinbau nur zulassen. Es macht auch keinen Sinn im Bewehrungsbau mit Millimetern zu rechnen, wenn es das Produkt „Riffelstahl“ nicht mal zulässt den Centimeter beim Einbau zu garantieren.

3. Im wesentlichen ist eine Planung gut, wenn sie auf minimale Einbauzeiten orientiert, also wenig Positionen und wenig Stabdurchmesser beinhaltet, um so das Sortieren, Ausbreiten, Suchen und Umstapeln auf der Baustelle zu vermeiden. Der Platzbedarf wird damit objektiv entweder ausgeweitet oder auch eingeschränkt.

Die Planung ist auch die Technologie am Bau und damit die Festlegung der Zeitnormen für den Stahleinbau, womit es falsch ist, wenn Bauleiter behaupten, den Einbauzeitraum, die Endzeit der Verlegung – also den Betongang, ohne Analyse der Zeichnung vorzunehmen zu können. Damit ist es auch falsch, wenn die zweite, dritte, ... Garnitur der Ingenieur-Büros den Bewehrungsplan ohne Wissen über Zusammenhänge „**mal**“.

Malen kann jeder – konstruieren (zeichnen!) können nur wenige. Planen ist mehr als das Zeichnen von Stäben, Bügel und Matten in zwei Ansichten. Planen heißt auch Verstehen erzeugen und Kompliziertes einfach darstellen und nicht Einfaches verkomplizieren.

**Die einfachste Regel ist: Je schneller man einen Bewehrungsplan versteht, umso schneller ist dieser umsetzbar.
Ein Ingenieur sollte sich klar werden, dass diejenigen die seine „Geistesergüsse“ lesen müssen, normale Schulbildung haben.**

Mit diesem Aufruf an das Ego des Berufsstandes der Planer soll die Aufzählung enden.

Dr. habil. H. Kämpfe - Vortrag zum Betonstahltag in Berlin am 26.02.2004

Anhang

Bild 1

Der Preis pro einer Tonne eingebautem Betonstahl setzt sich (grob) zusammen aus



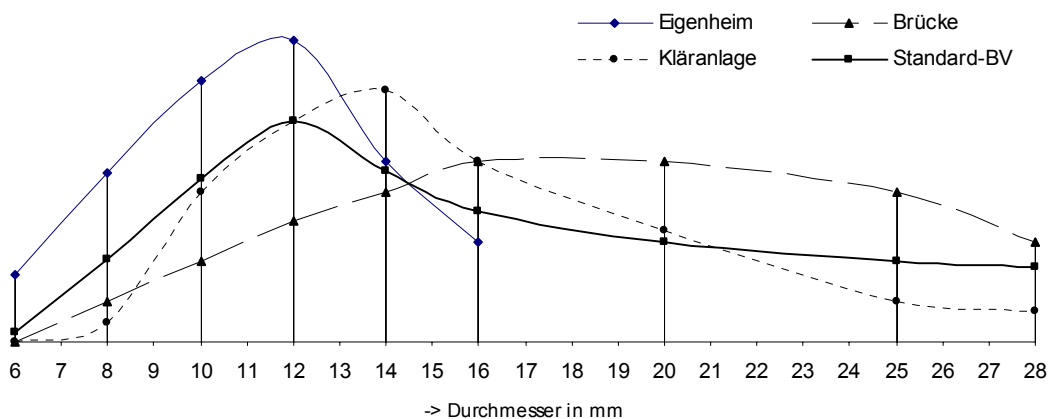
22% Schrott + 43% Stahlherstellung
+ 10% Stahlbearbeitung
+ 22% Stahleinbau
+ 3% Logistik
= Preis „Liefen + Verlegen BSt 500 S/M
auf der Grundlage eines geprüften Planes“

Bei einem Tonneneinbauwert von ca. 150 €/t ist der beeinflussbare Wertunterschied für unterschiedliche Bewehrungen sofort evident.

(die Vergleichszahlen entsprechen in der obigen Summe etwa einem Gesamtwert „Liefen und Verlegen“ von ca. 680 €/t mit dem Stand der **Preise vom 22.02.04**)

Bild 2

Verteilungskurven der Durchmesser für unterschiedliche Bauwerke!

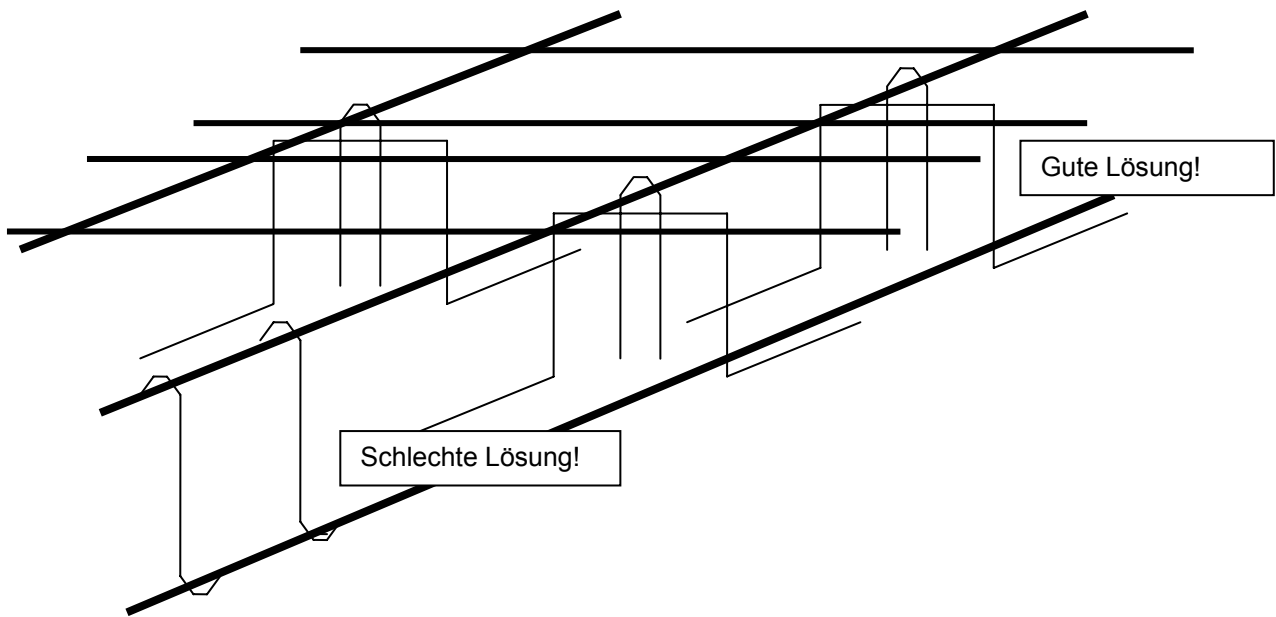


Die Ordinatewerte geben die Häufigkeiten der Abszissenwerte an. Aus statistischen Erhebungen über viele Erfahrungswerte (mehr als 10 Jahre!) idealisiert dargestellt!

Bild 3

Zwei Bewehrungslösungen, die streitbar in der Planung sind, aber in der täglichen Realisierung beim Einbau Zeit kosten und deshalb zum Standard der Planung führen sollten:

1. Böcke mit Schlaufe als anerkannte Schubbewehrung zwischen untere Lage und obere Lage einer Platte



2. Abrissbewehrung zwischen untere Lage und obere Lage einer Platte

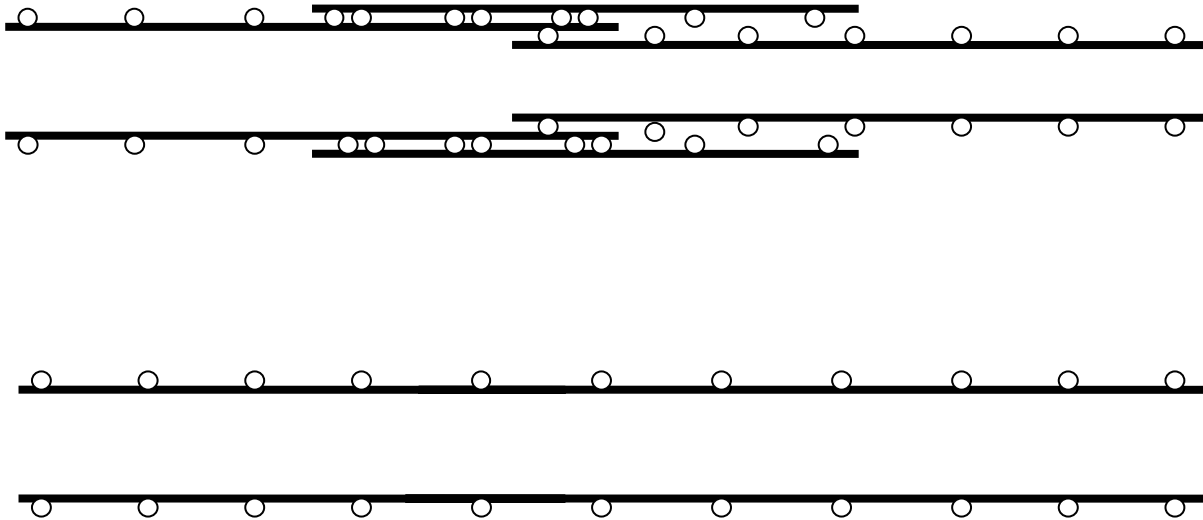


Vorgezeichnetes könnten Elemente eines **Kataloges für Bewehrungsstandards** sein!

Bild 4

Das exakte Berechnen von Maßketten übereinander liegender Bewehrungselemente und die Verwendung von Einachs- oder Zweiaxismatten anstelle von Lagermatten als Beispiel der Abhilfe:

Lagermattenlegung



Listenmattenlegung

Der „Strich“ und der „Punkt“ in der Zeichnung stellt sowohl den Durchmesser 6 als auch den für 28mm dar! Im Einbau werden Maßketten übereinander liegender Elemente unterschiedlicher Stärke völlig ignoriert!

Ein weiteres Beispiel ist das Ineinandergreifen der stehenden und umfassenden Bügel am/im Köcher!