

Herstellung von LP-Blechen und deren Verwendung im Brückenbau

Zusammenfassung

Es wird über die Herstellung von sogenannten Längs-Profil-Blechen (LP-Blechen) und ihre Verwendung im Konstruktions- und Brückenbau berichtet. Bei den LP-Blechen läßt sich mit Hilfe einer speziellen Walztechnik ihre Dicke über die Walztafellänge bis zu einem Dickenunterschied von 35 mm gezielt verändern, wobei die unterschiedlichsten Profilformate einstellbar sind. Damit steht dem Konstruktions- und Brückenbau erstmals ein Baumaterial zur Verfügung, mit dem man die sich in einer Konstruktion kontinuierlich verändernden Spannungs- bzw. Momentenverläufe durch die kontinuierlich veränderbare Dicke der LP-Bleche anpassen kann.

Der Einsatz dieser LP-Bleche bei dem Bau der neuen Sauertalbrücke und ihre Kostenvorteile werden ausführlich beschrieben.

Summary

Fabrication of Long-Profile-Plates and their Application in Bridge Construction. It is reported of the manufacturing of so-called LP-plates (Long-Profile-Plates) and their application in the field of general construction and construction of bridges. With a special gauge control technique during the rolling of the plates it is possible to change their thickness over their length continuously just to 35 mm and give them different profiles. It is the first time that with the LP-plates the constructor has the possibility to fit the continuously changing stresses or moments in a construction by plates which vary their thickness continuously, too.

The application of the LP-plates during the construction of the Sauertal bridge and their cost-advantages are reported in detail.

1 Einleitung

Im folgenden soll über die neueste Entwicklung der Dillinger Hüttenwerke, die sogenannten Längs-Profil-Bleche (LP-Bleche) sowie ihre Verarbeitung im Brückenbau, speziell bei dem Projekt „Sauertalbrücke“ durch den Dillinger Stahlbau berichtet werden. Zur Montage dieser Brücke wurde auch ein für den Stahlbau neues Verfahren, das sogenannte Takt-schiebeverfahren, angewendet, [3].

2 Problemstellung

Im Stahlbau existiert das bekannte Problem, daß ein auf zwei Punkten gelagerter Balken bei Befestigung seine größte Beanspruchung in Trägermitte erfährt.

Bei einer wirtschaftlichen Bemessung dieses Trägers ist der Konstrukteur gezwungen, die Blechdicken der Gurte vom Auflager zur Trägermitte hin ständig zu vergrößern, um so die vorgegebenen zulässigen Spannungen möglichst überall hoch auszunutzen.

Für den klassischen Fall einer Straßenbrücke, wie sie in Bild 1 dargestellt ist, – es handelt sich hierbei i. ü. um eine Verbundbrücke – ergibt sich somit eine dem Spannungs-

verlauf ideal angepaßte Blechdickenveränderung über die Brückenlänge, so wie dies in Bild 2 auf der linken Hälfte für den druckbeanspruchten Obergurt und in der rechten Bildhälfte für den auf Zug beanspruchten Untergurt als strichpunktierte Linie (— · — · —) dargestellt ist. Die durchgezogene treppenförmige Linie gibt die Dicke der einzelnen Bleche bei konventioneller Bauweise wieder, bei der man versucht hat, sich dem idealen Spannungsverlauf mit Blechen konstanter Dicke anzunähern. Dies ist jedoch nur im begrenzten Umfang wirtschaftlich möglich.

Der Wunsch der Konstrukteure an die Blechhersteller, Bleche mit in Längsrichtung kontinuierlich veränderlicher Dicke zu liefern, wodurch sich neben Materialkosten auch Kosten für Schweißnähte sowie Verjüngungsarbeiten einsparen lassen, war Ansporn für die Dillinger Hütte, sich dieser Herausforderung zu stellen.

3 Herstellung von Längsprofilblechen

Die Voraussetzungen zum Walzen von sogenannten „LP-Blechen“ oder Längsprofilblechen, d. h. Blechen, deren Dicke sich über die Länge kontinuierlich verändert, wurden bei der Dillinger Hütte mit dem Bau des neuen Walzwerkes und hier besonders des Hochleistungsquartogerüsts geschaffen.

Dieses Walzgerüst mit einer Walzkraft von maximal 9000 Tonnen besitzt darüber hinaus eine hydraulische Anlage, die über eine exakte Walzspaltmessung und einen rechnergesteuerten Regelkreis ein automatisches Nachjustieren des Walzspaltes ermöglicht (AGC = Automatic Gauge Control). War es die ursprüngliche Absicht, mit dieser Kontrolleinrichtung eine genaue Einhaltung der Blech-

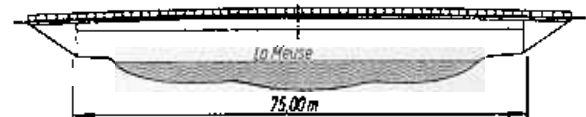


Bild 1. Straßenbrücke bei Joigny-sur-Meuse (Ardennes, Frankreich). Die erste Brücke, bei der LP-Bleche zum Einsatz kamen

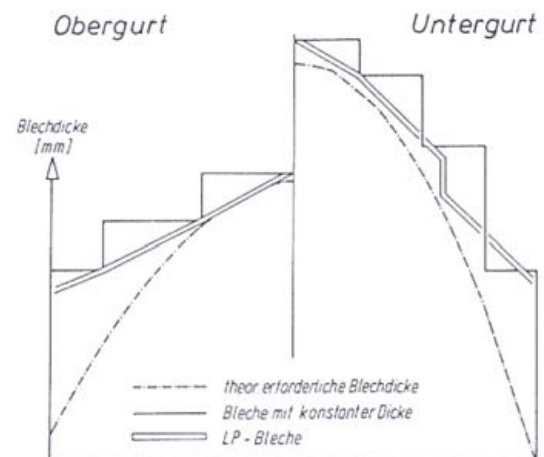


Bild 2. Erforderliche Blechdicken zur Herstellung der Ober- und Untergurte der Träger der in Bild 1 gezeigten Brücke über ihre halbe Länge links: für den Obergurt rechts: für den Untergurt

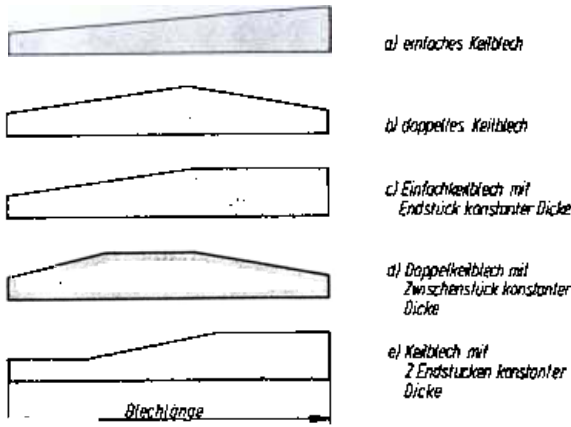


Bild 3. Beispiele verschiedener Längsprofile

dicken in Längsrichtung zu gewährleisten, so bot sich das AGC gleichermaßen für die Walzung von LP-Blechen an, indem der Walzspalt mittels Mikroprozessoren während des Walzvorganges wegabhängig verändert werden konnte. Dadurch wird dem LP-Blech die programmierte Dickenänderung über die gesamte Walztafellänge aufgezwingen. Dieser Vorgang erfolgt nicht in einem einzigen Walzstich, sondern ein LP-Blech wird nach Einstellung seiner Walztafelbreite wie bei der üblichen Blechherstellung in vielen Einzelstichen in Längsrichtung ausgewalzt, wobei die Längsprofilform allmählich eingestellt wird.

Mit Hilfe der automatisch wegabhängig geregelten Walzspaltänderung, kombiniert mit der Walzgeschwindigkeitsregelung, können, im Rahmen der von der Hydraulikanlage vorgegebenen Grenzen, beliebige Längsprofile hergestellt werden. Neben dem am leichtesten zu verwirklichenden Beispiel eines einfachen Keilbleches, siehe Bild 3, lassen sich auch Doppelkeilbleche mit oder ohne Zwischenstück gleichbleibender Dicke, Mehrfachkeilbleche sowie andere Längsprofile herstellen.

Der Dickenunterschied, der über die Blechlänge eingestellt werden kann, beträgt seit 1986, dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme des neuen Walzgerüsts der Dillinger Hütte (das ebenfalls wie das Fertigerüst mit einem AGC ausgerüstet ist), maximal 35 mm. Diese Aussage gilt für Blechdicken ab 20 mm. Für geringere Blechdicken kann die maximale Dickendifferenz zur Zeit nicht größer eingestellt werden als die der kleinsten Blechdicke. Die maximale Steigung pro laufendem Meter beträgt 5 mm – also 5%. Die maximal lieferbaren Blechgewichte entsprechen denen des üblichen Lieferprogrammes der Dillinger Hütte.

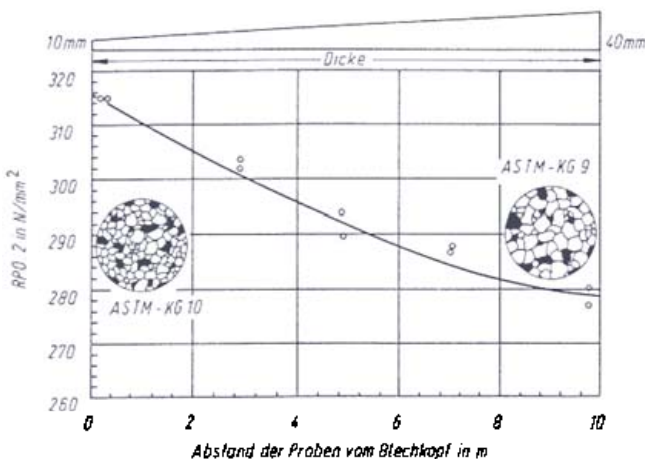


Bild 4. Veränderung der Korngröße und damit der Streckgrenze in Abhängigkeit der Dicke eines LP-Bleches

Ein weiterer Punkt, der von Interesse sein dürfte, ist die Tatsache, daß sich die mechanischen Eigenschaften und hier besonders die Festigkeitswerte eines LP-Blechtes über seine Länge verändern. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die unterschiedlichen Dicken eines LP-Blechtes nach der Normalisierung mit unterschiedlicher Geschwindigkeit abkühlen. Aufgrund dessen bildet sich über die Länge des Bleches eine unterschiedliche Korngröße aus, so wie dies schematisch in Bild 4 gezeigt wird.

In einer Untersuchung des französischen Straßenbauamtes [1] über die Prüfkontrollmöglichkeiten von Blechen mit variabler Dicke (= LP-Blechen) wurde festgestellt, daß sich die Streckgrenzen- und Zugfestigkeitswerte innerhalb eines LP-Blechtes entsprechend folgender Beziehung verändern:

$$R_{e,d1} = R_{e,d2} + A \cdot \lg(d_1/d_2) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

bzw.

$$R_{m,d1} = R_{m,d2} + B \cdot \lg(d_1/d_2) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Hierin bedeuten d_1 und d_2 die unterschiedlichen Blechdicken innerhalb eines LP-Blechtes, während A bzw. B vom Stahltyp abhängige Konstanten sind. Für die gängigen Baustähle der Dillinger Hütte beträgt z. B. die Konstante A für die Streckgrenze -59. Diese wurde durch eine Vielzahl gemessener Werte abgesichert.

Mit Hilfe dieser Abhängigkeit der Festigkeitswerte von der Blechdicke ist es möglich, bei nur einer zerstörenden Prüfung an einem Ende des Keilbleches, die Festigkeitswerte im gesamten Blech anzugeben. So errechnet sich z. B. gemäß der obigen Beziehung bei einem LP-Blech 40/10 für die 40 mm dicke Seite die Streckgrenze zu 279 N/mm², wenn am anderen 10 mm dicken Ende ein Wert von 315 N/mm² gemessen wurde:

$$R_{e,40} = 315 - 59 \lg(40/10) = 279 \text{ N/mm}^2 \text{ (vgl. Bild 4).}$$

Die Dehn- bzw. Zähigkeitswerte eines LP-Blechtes werden durch die Dickenveränderung nur unwesentlich beeinflusst.

4 Anwendungsbereiche von LP-Blechen

4.1 Verschiedene Beispiele in Frankreich

Kehren wir nun zu unserem eingangs erwähnten Brückenbeispiel (Bild 2) zurück, so läßt sich zeigen, daß es bei Verwendung von LP-Blechen möglich ist, die Ober- und Untergurte der geschweißten Träger in der in Bild 5 dargestellten Abmessungs- und Dickenvariation der LP-Bleche herzustellen.

In Bild 2 ist der Verlauf der Blechdickenveränderung bei Verwendung von LP-Blechen durch die Doppel-Linie gekennzeichnet. Die Darstellung zeigt, daß durch die Auswahl von LP-Blechen eine wesentlich günstigere Angleichung an die Idealdicke als bei konventioneller Bauweise erreicht wird.

Der weltweit erste Einsatz von LP-Blechen erfolgte beim Bau der in Bild 1 gezeigten Brücke mit 75 Meter Spannweite bei Joigny-sur-Meuse in dem französischen Departement

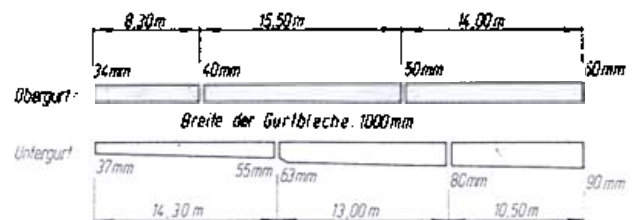


Bild 5. Abmessungen und Dicke der LP-Bleche zur Herstellung der Ober- und Untergurte der geschweißten Träger der Straßenbrücke bei Joigny-sur-Meuse

Ardennes. Hier wurden zum erstenmal in der Brückenbaugeschichte Längsprofilbleche bei der Herstellung der geschweißten Träger eingesetzt. Die Vorteile dieses neuen Produktes lagen bei dieser Konstruktion bei einer Gewichtsersparnis von 10% und einer merklichen Reduzierung der Baukosten gegenüber der konventionellen Bauweise.

Alles in allem schätzt man den Zeitgewinn auf 5% der 4000 Arbeitsstunden, die für das Fertigstellen des Bauwerkes benötigt wurden.

Weitere Anwendungsgebiete der LP-Bleche waren Kranbahnträger für eine Lagerhalle bei dem französischen Stahlunternehmen SOLLAC sowie für das Hallengerüst des Stahlwerkes der SAFE in Hagondange.

4.2 Sauertalbrücke

Der wohl größte Beweis für den wirtschaftlichen Einsatz von Dillinger LP-Blechen ist die Grenzbrücke zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Großherzogtum Luxemburg im Zuge der Autobahn A 48 Trier – Luxemburg, die *Sauertalbrücke*. Sie überspannt das weite Tal der Sauer in einer Höhe von ca. 97 m als Kastenträgerdeckbrücke in vollgeschweißter Stahlkonstruktion. Mit den maßgeblichen Daten wie

Gesamtlänge	1195 m
Gesamtbreite	27 m
Anzahl der Brückenfelder mit Einzelstützweiten zwischen	11 75 m und 150 m
und der Gesamttonnage von ca.	13 000 t

weist die Sauertalbrücke zwar imposante aber nicht ungewöhnliche Daten auf. Sie reiht sich mit diesen Abmessungen in die Familie der großen Stahldeckbrücken Deutschlands ein.

Neu ist jedoch die von DSD Dillinger Stahlbau GmbH gewählte Montage. Stahlbrücken dieser Größenordnung

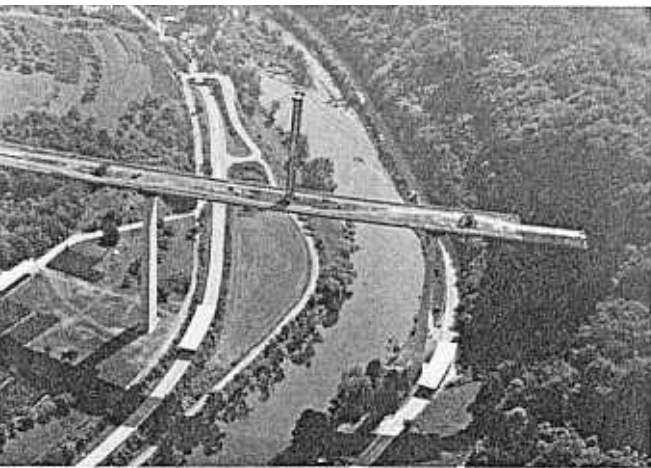


Bild 6. Überspannung der Sauertalbrücke durch einen 56 m hohen Pylon

werden i. a. im Freivorbau unter Verwendung von Montagehilfsstützen montiert.

DSD hatte dagegen in einem Sondervorschlag ein Montageverfahren gewählt, bei dem der Überbau hinter dem Widerlager Trier auf einem 180 m langen Vormontageplatz abschnittsweise zusammengebaut und anschließend, etwa im Takt der halben Feldlängen, ohne weitere Hilfsunterstützungen über die Pfeiler mittels einer hydraulischen Druckvorrichtung in ihre endgültige Lage vorgeschoben wurde.

Die Vorteile dieser Montage sind in der Wirtschaftlichkeit, der Arbeitssicherheit und der Umweltfreundlichkeit zu finden. Die Beanspruchungen und Verformungen des vorderen Überbaubereiches in den einzelnen Vorschubphasen wurden durch eine Hilfsabspannung über einen 56 m hohen Pylon, der ca. 150 m hinter der Verschubspitze angeordnet war, abgemindert (s. Bild 6). Als Abspannung wurden 2 x 4 patentverschlossene Stahlseile mit einem Durchmesser von 119 mm und einer Tragkraft von 12 600 kN eingesetzt. Die Seilkräfte konnten während des Vorschubvorganges durch Spannvorrichtungen reguliert werden.

Der Überbau liegt weitgehend in einem Kreisbogen mit einem Radius von 2000 m und in einem Längsgefälle in Richtung Luxemburg von 1%. Die Querneigung der Fahrbahnen beträgt auf dem gesamten Bauwerk 3,8%.

Als Tragsystem wurde eine Kastenträgerdeckbrücke mit konstanter Bauhöhe gewählt, die von Widerlager zu Widerlager ohne Unterbrechung durchläuft (s. Bild 7).

Die Überbaubreite beträgt über alles 27,0 m und gliedert sich auf in die beiden Fahrbahnen von jeweils 10 m Breite, den Mittelstreifen von 3,0 m Breite und die beiden äußeren Gehwege von je 2,0 m Breite. Der unter der 27 m breiten Fahrbahntafel angeordnete Kastenträger ist ca. 9 m breit und ca. 5 m hoch (s. Bild 8).

Bei Kastenträgern ist es aus Stabilitätsgründen immer sinnvoll, das Bodenblech möglichst dünn auszuführen, damit die Steifen nicht zu groß bzw. schwer werden. Darum wurden bei der Sauertalbrücke das längs- und querausgesteifte Bodenblech im Mittelbereich des Kastens (s. Bild 8) durchgehend 12 mm dick ausgeführt – bis auf kurze

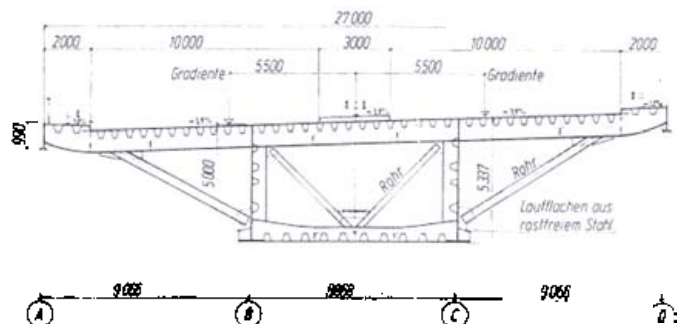


Bild 8. Querschnitt mit Streben der Sauertalbrücke

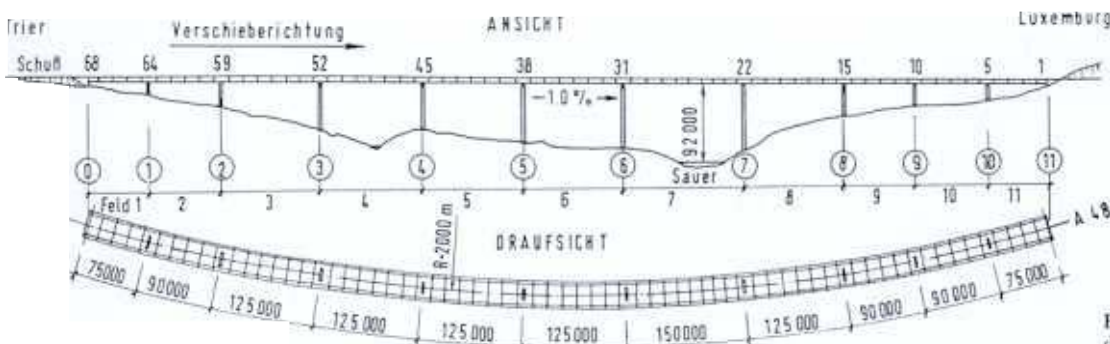


Bild 7. An- und Draufsicht der Sauertalbrücke

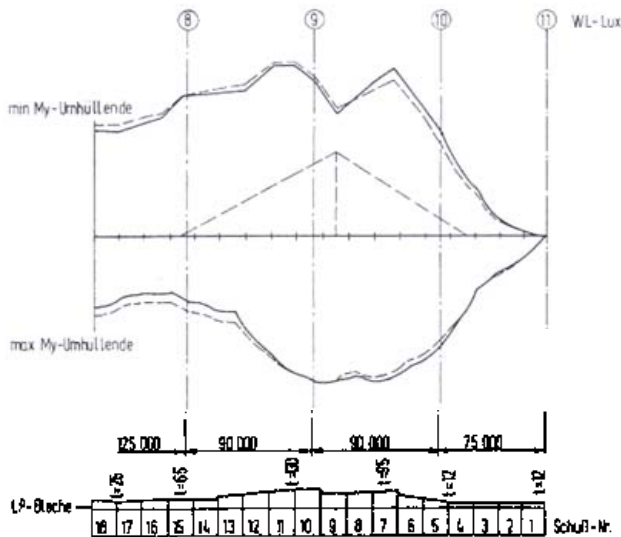


Bild 9. Momentensummenlinie über einen Teilbereich der Brückenlänge und Bereiche der eingesetzten LP-Bleche

Bereiche an den Auflagerscheiben – und nur die Stegblechbereiche auf einer Breite von 950 mm, je nach den statischen Erfordernissen, bis auf $t = 130$ mm verstärkt. Bei dieser Ausführung können somit die mittleren Bereiche über die gesamte Brückenlänge gleich ausgeführt werden, was sich auch in der Werkstatt kostendämpfend auswirkt. Die Anordnung der dicken Bleche unter die Stege ist darüber hinaus auch aus statischen Gründen sinnvoll, da sie damit voll im Bereich der mitwirkenden Plattenbreite liegen. Der Querschnitt kann spannungsmäßig voll ausgenutzt werden.

Die Feinabstimmung in Längsrichtung erfolgt normalerweise über unterschiedliche Blechdicken und Zulagelamellen. Bei der Sauerthalbrücke hat DSD LP-Bleche eingesetzt.

Entsprechend den Beanspruchungen können dabei zwei Bereiche unterschieden werden.

1) die Stützenbereiche der Pfeiler 3, 4, 5, 6 und 7, bei denen die Belastung aus dem Endzustand bemessungsrelevant ist und

2) der während des Einschubvorganges durch Hilfsseile überspannte Bereich auf einer Länge von etwa 200 m. Da sich das statische System beim Einschieben gegenüber dem endgültigen gravierend unterscheidet – so entsteht z. B. beim Überschieben des 150 m weiten Flußfeldes eine freie Kragarmlänge von 150 m mit einer elastischen Unterstützung aus der Hilfsabspannung – schlagen für diesen Brückenabschnitt die Beanspruchungen während der Montage auf die Bemessung voll durch.

Im Bild 9 sind die eingesetzten LP-Bleche und die vorhandene Momentensummenlinie über den vorderen Teilbereich der Brücke aufgetragen. Daraus kann man recht gut erkennen, wie durch die Verwendung von LP-Blechen eine hervorragende Materialausnutzung bei geringem Lohnaufwand erzielt werden konnte. Überwiegend wurden LP-Bleche der Form a) und b) gemäß Bild 3 eingesetzt – insgesamt waren es 382 to.

Zum Zeitpunkt der Fertigung der Sauerthalbrücke war die zulässige Dickenänderung pro Blech noch auf maximal 20 mm begrenzt. Darum mußte bei verschiedenen Blechen ein zusätzlicher Stumpfstoß angeordnet werden. Trotzdem konnte durch den Einsatz der Dillinger LP-Bleche im Randstreifen unter den Kastenstegen ca. 10% Stahl eingespart werden, und es war noch eine Kostensenkung um 6% möglich. Bei zukünftigen Projekten kann die Dickenänderung in einem LP-Blech gemäß den Angaben in Abschnitt 3 maximal 35 mm betragen. Damit ist eine weitere Kostensenkung zu erwarten.

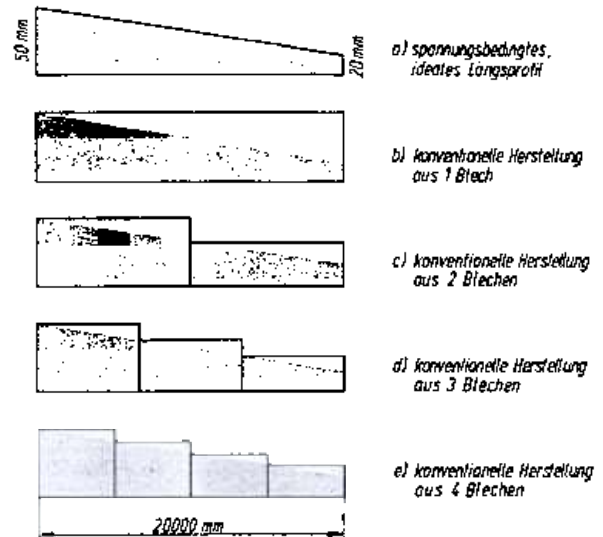


Bild 10. Verschiedene Möglichkeiten, sich einem idealen spannungsbedingten Längsprofil mit Blechen unterschiedlicher Dicke anzupassen

5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Wie groß die durch die Verwendung von LP-Blechen erzielbare Einsparung durch Materialkosten, Schweißnähte und weitere Arbeiten ist, soll im folgenden durch zwei Beispiele demonstriert werden.

Im ersten Beispiel soll aus Beanspruchungsgründen ein LP-Blech mit den Abmessungen $20\,000 \times 2000 \times 50/20$ erforderlich sein (Bild 10a). Bei konventioneller Herstellung dieses Profils können alternativ ein Blech mit 50 mm Dicke (Bild 10b) oder mehrere Bleche mit angepaßter Dicke (Bilder 10c bis 10e) eingesetzt werden.

Indem der Stahlbauer versucht, dem Idealprofil durch den Einsatz mehrerer kurzer Bleche möglichst nahe zu kommen, reduziert er zwar das Stahlgewicht und somit die Blechkosten (angenommener Preis ca. 1000 DM/to), die Zahl der Schweißnähte und damit die Kosten für die Schweißarbeiten steigen jedoch stark an.

Die Summe der Blech- und Schweißkosten durchläuft bei konventioneller Herstellung ein Minimum von DM 14.400,-- wenn das Teil aus 3 Blechen mit angepaßter Dicke hergestellt wird. Das LP-Blech dagegen kostet bei einem angenommenen Materialpreis, der ca. 4,5% über dem normalen Blechpreis liegt¹⁾, nur DM 11.500,-- (Bild 11).

In diesem Beispiel wären somit die Kosten bei konventioneller Herstellung im Vergleich zum LP-Blech um etwa 25% höher.

In dem zweiten Beispiel ergibt sich aus der Statik eine erforderliche Gurtdicke von $t = 24-64-24$ (Bild 12, ganz oben).

Die Realisierung der Lamelle kann nach 5 verschiedenen Ausführungen erfolgen:

Ausführung 1:

Es soll ein LP-Blech zum Einsatz kommen. Da die maximale Dickenänderung jedoch nur 35 mm bzw. 5‰ pro Meter betragen darf, wird als minimale Lamellendicke $t = 29$ mm gewählt. Das LP-Blech wiegt damit 6557 kg, und es entstehen folgende Kosten:

Material: $6557 \text{ kg} \times \text{DM/kg } 1,045 = \text{DM } 6\,852,00$
 Lohn: keine DM ./.
K I DM 6 852,00

¹⁾ Die aktuellen Aufpreise sind auf Anfrage bei der AG der Dillinger Hüttenwerke erhältlich (Tel. 06831 / 47-0).

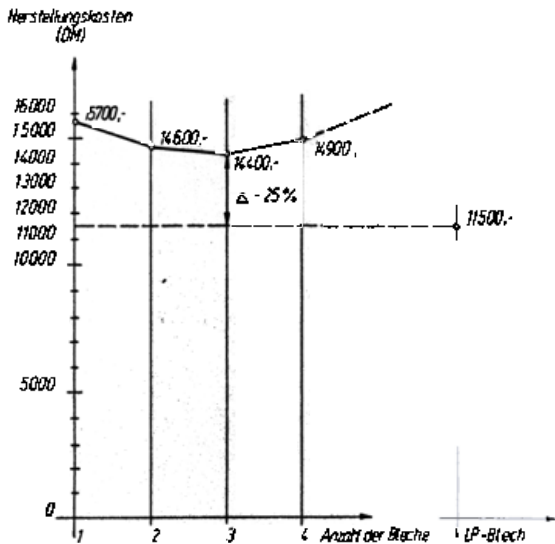


Bild 11. Kostenvergleich zwischen den im Bild 10 dargestellten Lösungsmöglichkeiten konventioneller Art und der Verwendung eines LP-Blechtes

Ausführung II:

Will man die Dickenänderung von 40 mm beibehalten, dann ist auf jeder Seite ein zusätzlicher Stoß erforderlich. Die LP-Bleche wiegen insgesamt nur 6204 kg. Damit entstehen folgende Kosten:

Material: 6204 kg × DM/kg 1,045 = DM 6 483,00
 + 18 kg Elektroden à DM/kg 4,00 = DM 72,00
 Lohn: 2 × 13 Std./Stoß à DM/Std. 60,00 = DM 1 560,00
K II DM 8 115,00

Ausführung III:

Ohne Einsatz von LP-Blechen ist die Ausführung mit einer Grundlamelle und einer Zulagelamelle möglich. Diese Ausführung wiegt 7614 kg, und es entstehen folgende Kosten:

Material: 7614 kg × DM/kg 1,00 = DM 7 614,00
 + 10 kg Elektroden à DM/kg 4,00 = DM 40,00
 Lohn: 16 Std. à DM/Std. 60,00 = DM 960,00
K III DM 8 614,00

Ausführung IV:

Es wird nur eine dicke Lamelle über die gesamte Schußlänge eingesetzt.

An den Enden ist ein Abarbeiten unter 1 : 4 erforderlich. Die Lamelle wiegt 9024 kg und es entstehen folgende Kosten:

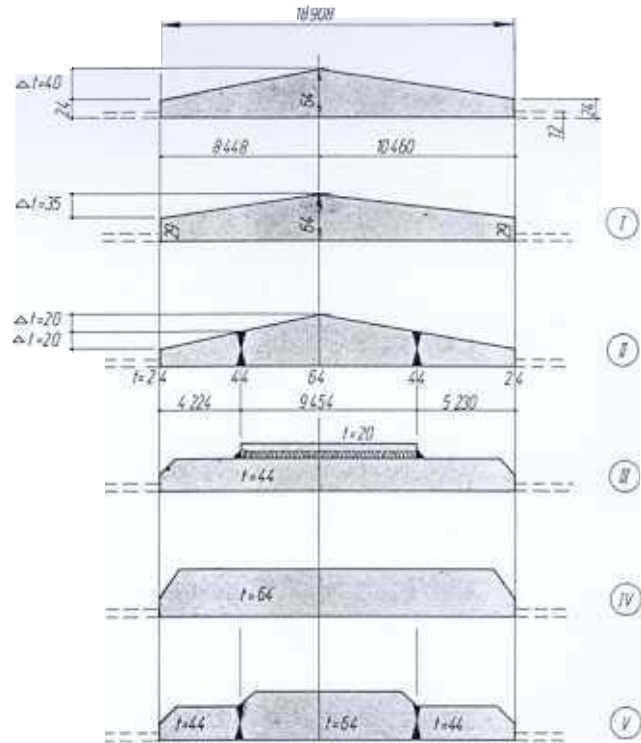
Material: 9024 kg × DM/kg 1,00 = DM 9 024,00
 Lohn: 2 × 2,5 Std. (Schräge anarbeiten) à DM/Std. 60,00 = DM 300,00
K IV DM 9 324,00

Ausführung V:

Um Material zu sparen, wird die 64 mm dicke Lamelle einmal abgesetzt. Es sind 2 Stumpfstoße und Abschrägungen erforderlich. Diese Variante wiegt 7614 kg, und es entstehen folgende Kosten:

Material: 7614 kg × DM/kg 1,00 = DM 7 614,00
 + 18 kg Elektroden à DM/kg 4,00 = DM 72,00
 Lohn: 2 × 15 Std./Stoß (Schweißen und Abschrägen) à DM/Std. 60,00 = DM 1 800,00
K V DM 9 486,00

Ein direkter Kostenvergleich der 5 Ausführungsmöglichkeiten, wie er in Tabelle 1 noch einmal zusammengestellt ist, zeigt, daß – sollte die mögliche Dickendifferenz in einer Lamelle größer sein als die z. Z. zulässige von 35 mm – es



BEISPIEL: erforderliche Gurtdicke aus Statik $t = 24 \cdot 64 \cdot 24$ mm
 Lamellenbreite: $b = 950$ mm
 Lamellenlänge = Schußlänge: 18,908 m

Bild 12. Fünf Ausführungsmöglichkeiten einer Gurtlamelle

dennoch sinnvoll sein kann, die Dickendifferenz gerade der maximal zulässigen zu wählen. Man setzt zwar etwas mehr Material ein, spart aber die erforderlichen Stumpfstoße.

Nach Tabelle 1 hätte man bei Verwendung von LP-Blechen (Ausführung I) gegenüber einer klassischen Lösung (Ausführung III) eine Kostenersparnis von 20% erreicht. Dieselbe Kostenersparnis von 20% wäre auch bei der Sauertalbrücke erreichbar gewesen, wenn bei deren Ausführung schon LP-Bleche mit einer max. Dickendifferenz von 35 mm zur Verfügung gestanden hätten.

Tabelle 1. Gegenüberstellung der Kosten bei 5 verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten eines Gurtes entsprechend Bild 12

Ausführungsarten	Kosten (DM)	%
	6 852,-	80
	8 175,-	94
	8 614,-	100
	9 324,-	108
	9 486,-	110

6 Betriebsfestigkeit

Die in den beiden Beispielen ausführlich beschriebenen Kostenvorteile beziehen sich auf Stahlbauten, die für vorwiegend ruhende Belastungen berechnet wurden.

Bei Stahlbauten und Konstruktionen, die nach der Betriebsfestigkeit ausgelegt werden müssen, wie z. B. Brücken für die Deutsche Bundesbahn, würde sich bei Verwendung von LP-Blechen ein weiterer Kostenvorteil ergeben. Während man nämlich bei Verstärkung von Gurtlamellen durch Zulagelamellen (Fall III aus Bild 12) in der Berechnung den entsprechenden Kerbfall K3/4 bzw. K4 nach DIN 15 018 hinsichtlich der maximal zulässigen Normalspannungen berücksichtigen muß, kann man bei LP-Blechen den vollen tragenden Querschnitt ausnutzen, was einer besseren Materialausnutzung gleichkommt.

Darüber hinaus erreicht man damit auch noch einen stetigeren Kraftfluß (Spannungsspitzen in den Stirnschweißnähten entfallen) und spart, da die vielen Kehl- und Stirnnahte entfallen können, vor allem Werkstattstunden.

Insgesamt also – bei richtigem Einsatz – eine kostenreduzierende Maßnahme, die bei der heute möglichen Dickendifferenz von max. 35 mm sogar noch günstiger ausfällt als bei dem zuvor beschriebenen Projekt „Sauertalbrücke“.

Literatur:

- [1] Ministère de l'urbanisme du logement et de transport FAER 1-30-81-5 „Méthodologie de contrôle des tôles à épaisseur variable“.
- [2] Nieschalk, E. G.: Fertigung der Querträger für die Sauertalbrücke. Stahlbau 55 (1986), S. 353–355.
- [3] Klein, W.: Montage der Sauertalbrücke im Taktchiebeverfahren. Stahlbau 55 (1986), S. 356–360.

Korrosionsschutz

Zink- und Rotrost unter einer Polyurethan-Beschichtung (ca. 60 µm) bei feuerverzinkten Stahlrohrmasten für die Straßenbeleuchtung

Beanspruchung:
Stadtatmosphäre

Ursache:

Eine Zinkkorrosion in Form von Weißrostbildung setzt Kondenswasserbildung im Grenzbereich Beschichtung/Feuerverzinkung voraus, die durch Wasserdampfdiffusion und/oder Lösemittel-

retention ermöglicht wird. Nach Abtrag des Zinks kommt es zur Stahlkorrosion, dem Rotrost.

Wasserdampfdiffusion

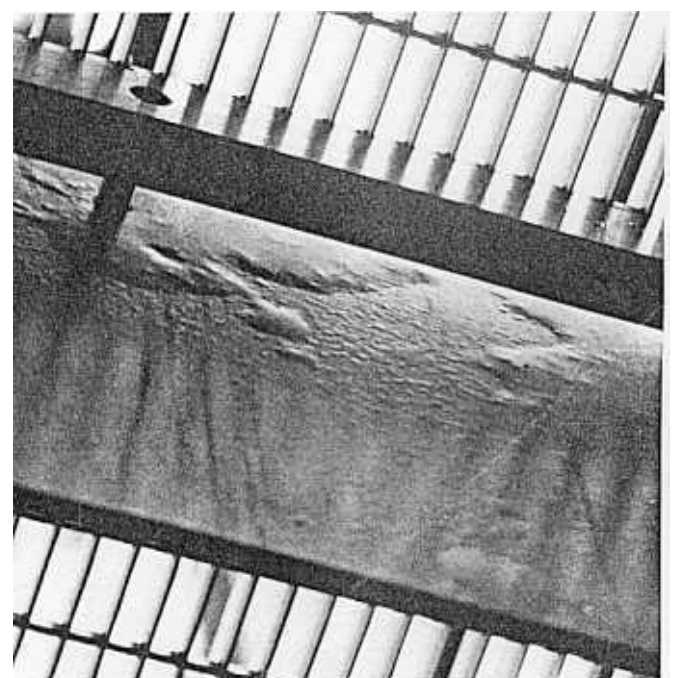
Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Wasserdampfdiffusion durch die Beschichtung und der Zinkkorrosion. Je geringer der Wasserdampfdiffusionswiderstand der Beschichtung ist, um so höher ist die Möglichkeit einer Zinkkorrosion. Eine Beschichtung muß daher einen möglichst hohen Diffusionswiderstand haben. Dies ist durch eine spezielle Pigmentierung, insbesondere mit plättchenförmigen Pigmenten, möglich.

Lösemittelretention

Als Lösemittelretention bezeichnet man das Verbleiben von Lösemittelresten in der Beschichtung nach abgeschlossener Filmbildung.

Wasserlösliche oder teilweise wasserlösliche Lösemittel können durch osmotische Vorgänge bewirken, daß Wasser in die Beschichtung und damit zum Untergrund gelangt. Die Folge ist, daß praktisch destilliertes Wasser an die Feuerverzinkung gelangen kann.

van Oeteren



38 Bild 1. feuerverzinkter Stahlrohrmast

Bild 2. feuerverzinkter Stahlträger