Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 21 (1975)

Artikel: Funktionsgerechtes Konstruieren bei schweren Industriehallen

Autor: Hoyer, W. / Luckwaldt, P. / Reiche, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-18795

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Funktionsgerechtes Konstruieren bei schweren Industriehallen

Suitable Construction of Heavy Factory Halls

Adaptation de la construction aux fonctions des halles industrielles lourdes

W. HOYER
o. Professor, Dipl.-Ing.
Technische Universität Dresden
Dresden, DDR

P. LUCKWALDT
Dipl.-Ing.
J. REICHE
Ing.
VEB Rohrkombinat, Stahl- und Walzwerk Riesa
Riesa, DDR

Industriehallen für schweren Betrieb sind wichtige Konstruktionen des Stahlhochbaues. Es bestehen in der Hauptsache folgende Besonderheiten:

a) Die Anpassungen an die betriebliche Technologie und den Arbeitsschutz ergeben oft weitgehende Forderungen.
b) Die großen Nutzlasten sind gegenüber den übrigen Lasten in hohem Grade bemessungsmaßgebend.
c) Der betriebliche Verschleiß und Havariefälle können für die Bemessung eine größere Rolle spielen als bei anderen Stahlkonstruktionen. Deshalb sind Forderungen und Gesichtspunkte zu berücksichtigen, die sonst wenig oder keine Bedeutung haben und sogar bekannten Konstruktionsgrundsätzen evt. widersprechen.

Nachfolgend werden einige Beispiele von Hallen-Rekonstruktionen für metallurgische Betriebe vorgestellt. Sie sind aus der Sicht und Erfahrung der Verfasser dargestellt und können nicht ohne Einschränkung als Standard-Lösungen angesehen werden. Es soll aber die Aufmerksamkeit auf einige oft zu wenig, nicht oder nicht mehr beachtete Konstruktionsgesichtspunkte gelenkt werden.

1. Zielforderungen für Entwurf und Konstruktion

Im Schema, Bild 1, sind Zielforderungen für den Entwurf und die Konstruktion von Industriehallen zusammengestellt. Die Begriffe "schwerer" und "leichter Betrieb" sind dabei als Grenzfälle aufzufassen. Aus der Gegenüberstellung werden drei Punkte herausgegriffen:

a) Eine Industriehalle für einen Betrieb mit leichten Kranen oder geringen Lastspielzahlen ist wirtschaftlich, wenn die A u s f ü h r u n g s k o s t e n kleiner sind als die der möglichen anderen Lösungen. Bei Hallen metallurgischer Betriebe sind aber betriebsabhängig in längeren oder kürzeren Zeitabständen einzelne Bauteile zu ersetzen. Die Gründe können natürlicher Verschleiß, Havarie oder Technologie-Änderungen sein. Nur wenn der dabei unvermeidliche Produktionsausfall schon vor der Bauausführung in die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen einbezogen wird, kann eine optimale Lösung gefunden werden. Die Überlegung spielt eine um so größere Rolle, je größer der Wertumfang oder die wirtschaftliche Bedeutung der Produktion im Vergleich zu den Baukosten ist.

b) Die Ausführung von Industriehallen wird um so wirtschaftlicher, je höher der Grad der S e r i e n f e r t i g u n g und des Einsatzes getypter Bauteile ist. Diese Regel gilt auch bei schweren Hallen in bezug auf zahlreiche Einzelelemente der Kranbestückung, der Dachkonstruktionen, der Laufstege usw. Für hochbelastete Bauteile ist aber die Voraussetzung des Bedarfes großer Stückzahlen nicht gegeben. Gleichzeitig treten bei "rauhem Betrieb" schwer erfaßbare Sonderlasten auf. Deshalb sollte hier die Forderung nach Typisierung mit Einschränkungen verwirklicht werden: Binderstützweiten, Stützenabstände sowie die Konstruk-

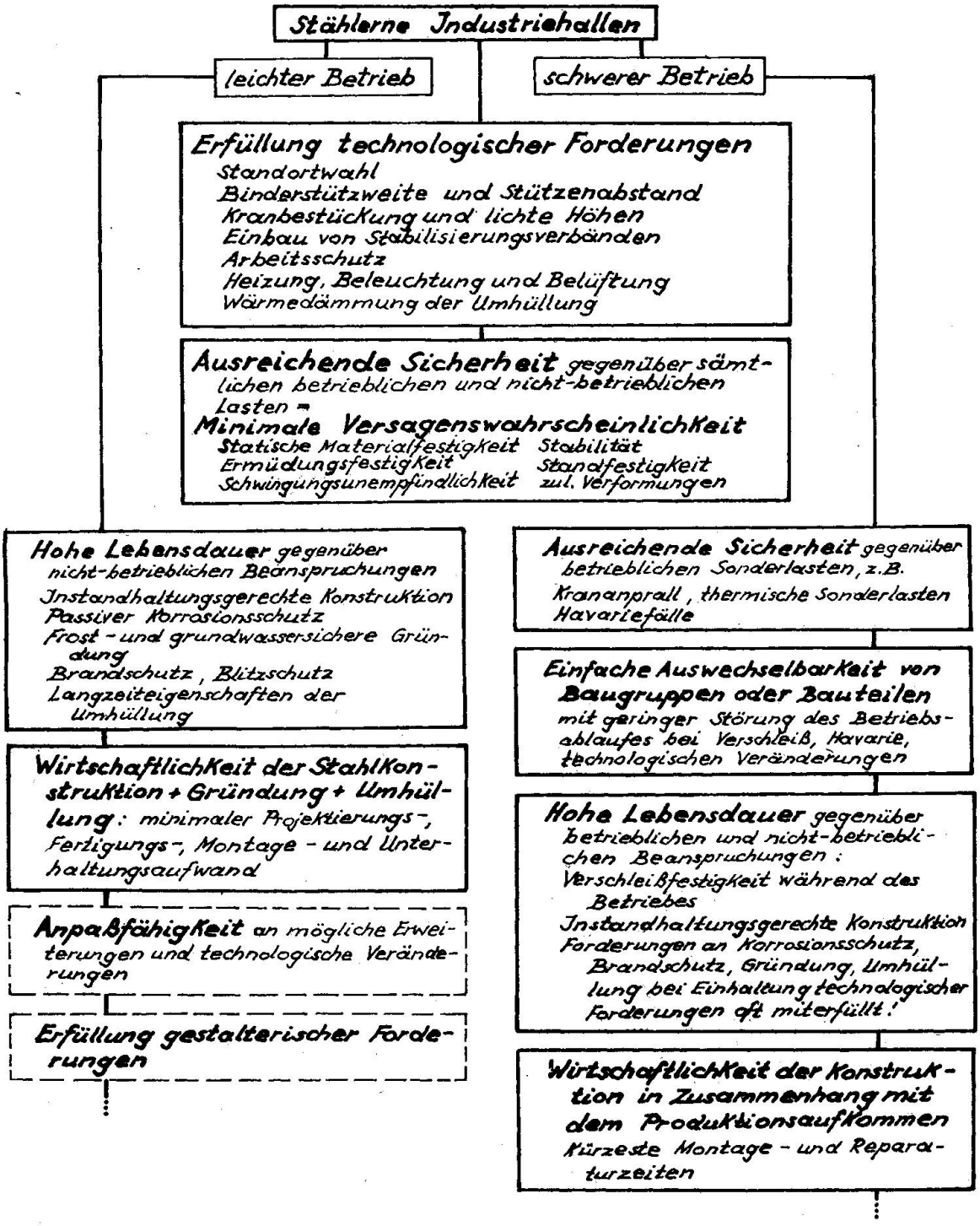

Bild 1: Zielforderungen für stählerne Industriehallen

tion von Kranen, Kranbahnen und Stützen sind in erster Linie den konkreten betrieblichen Forderungen anzupassen.

c) Bei der Forderung nach hoher Lebensdauer der Stahlkonstruktion ist der K o r r o s i o n s s c h u t z wichtig. Unterliegen stark dimensionierte Bauteile einem hohen betrieblichen Verschleiß, so wird die Bedeutung dieses Problems eingeschränkt. Auf anerkannte Konstruktionsgrundsätze kann dann zugunsten der Erfüllung anderer Forderungen verzichtet werden.

Diese Betrachtungen sollten verdeutlichen, daß für Hallen mit schwerem Betrieb einige andere Grundsätze als für Hallen mit leichtem Betrieb gelten. Das muß sich in Abweichungen bei der Systemwahl und den Detaillösungen auswirken.

2. Beispiele für Besonderheiten bei der Systemwahl

1. Grundgedanke: Industriehallen für schweren Betrieb sollen aus k u r z e n , voneinander unabhängig wirkenden und in sich s t a n d f e s t e n B a u a b s c h n i t t e n aufgebaut sein.

Dazu ein negatives Beispiel: Bild 2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Längssystem der inneren Stützenreihe eines Siemens-Martin-Stahlwerks in Riesa vor dem Umbau und während der Stabilisierungsarbeiten. Die Dachbinder der alten Konstruktion sind auf den oberen Kranbahnen abgefangen. Die Konstruktion ist genietet. Das System ist durch laufende Umbauten, Vergrößerung der SM-Öfen und Änderung der Technologie entstanden. Dabei war die Aufrechterhaltung der Produktion oberstes Gebot.

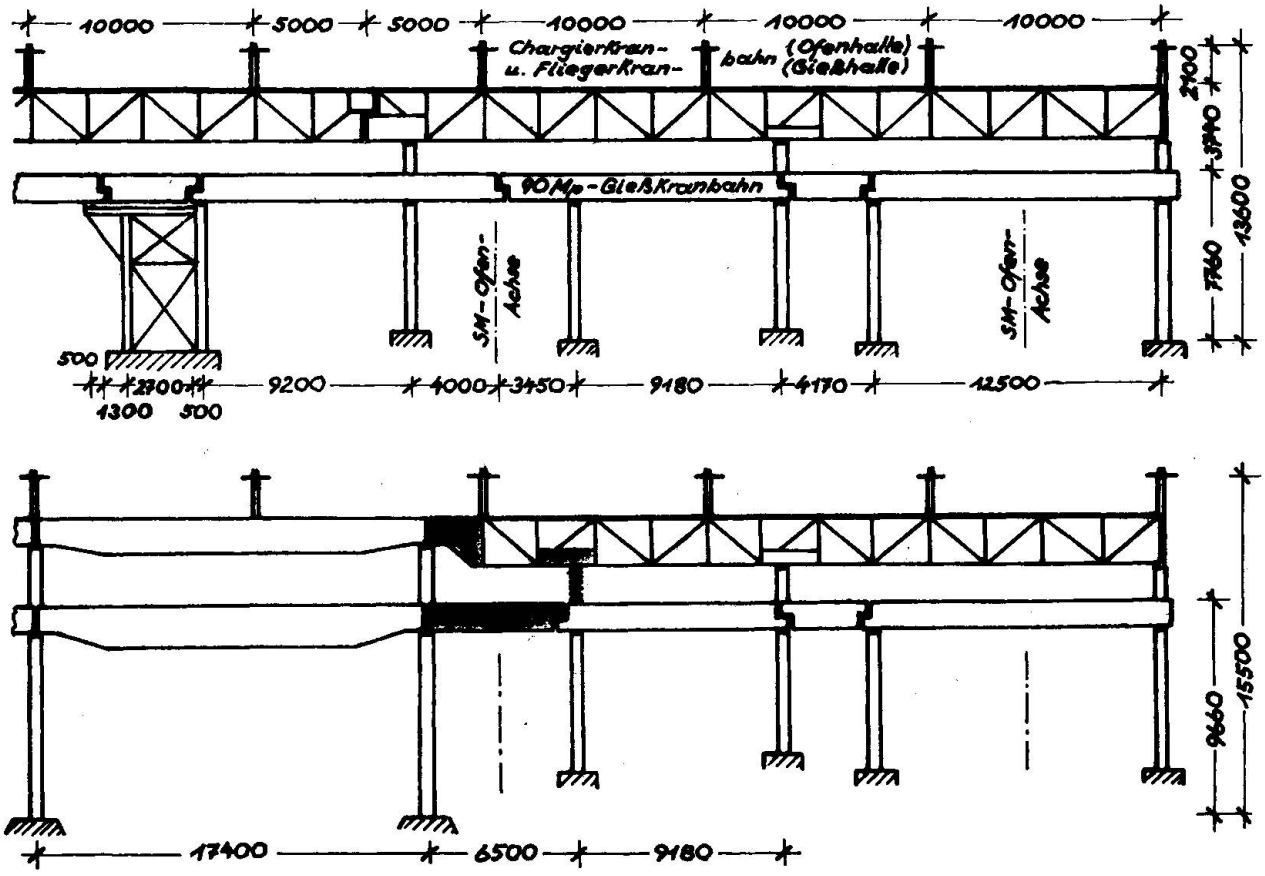

Bild 2: Umbau der inneren Stützenreihe eines SM-Stahlwerks

Die neueste Verstärkung war deshalb problematisch, weil alle tragenden Bauteile in einem längeren Hallenabschnitt zusammenwirkten und nicht schrittweise ausgewechselt werden konnten. So mußten größere Hallenteile stillgelegt und Abfangekonstruktionen eingebaut werden. Sie sind auf Bild 2 teilweise zu erkennen. Zusätzlich wurden die Dachbinder quer über zwei Hallenschiffe zusammengeschlossen. Die Auswirkung dieser Baumaßnahmen auf die Produktion konnte durch die gleichzeitige turnusmäßige Neuzustellung je eines SM-Ofens in einem Bauabschnitt eingeschränkt werden.

Das neue System vermeidet diese Nachteile weitgehend - eine völlige "Entflechtung" durch Binderabfangung auf einem besonderen Unterzug konnte wegen technologischer Forderungen nicht erreicht werden.

Auf Bild 3 ist ein Abschnitt dieser Stützenreihe nach dem Umbau zu sehen.

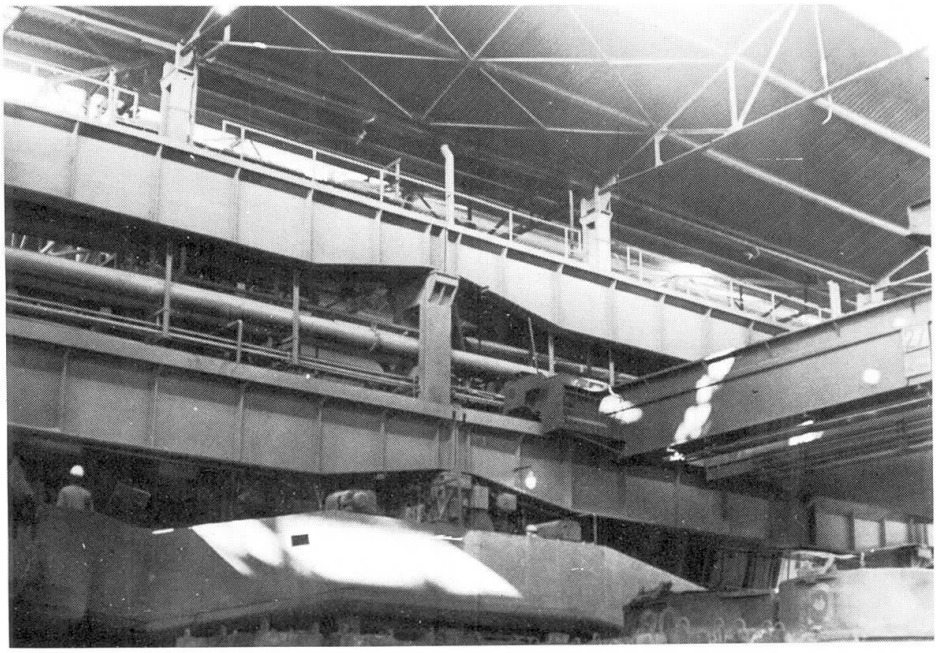

Bild 3:
Erneuerte Kranbahnträger und Stützen eines SM-Stahlwerks

2. Grundgedanke: Bauteile die hohe betriebliche Lasten aufzunehmen haben, sollen nicht mehreren statischen Teilsystemen angehören, d.h. keine mehrfachen Funktionen haben. Das steht im Gegensatz zur Tendenz des modernen Stahlbrückenbaues, durch mehrfache Ausnutzung Materialeinsparungen zu erzielen, z.B. beim Deckblech von Stahlbrücken mit orthotroper Fahrbahnplatte. Bei Industriehallen kann diese Bemessungsart zu Komplikationen führen.

Dafür soll Bild 2 noch einmal als Beispiel dienen: Jede Auswechslung der oberen Kranbahnen erfordert eine Abfangung der Dachkonstruktion.

Noch ungünstiger, weil alle Hilfskonstruktionen die Produktion beeinträchtigen, ist das Beispiel einer Tiefofenhalle im gleichen Betrieb, Bild 4. Der horizontale Verband g hat dabei folgende Funktionen:

- Giebelwindverband des Stabwalzwerks (zusammen mit Verband h) zwischen den Stützen a, b
- Horizontalträger der Tiefofenkranbahn e (zusammen mit Obergurt f)
- Horizontalträger der Konsolkranbahn c (zusammen mit Obergurt f)
- Horizontalträger der Stabwalzwerk-Kranbahn d
- Gurt des Fachwerk-Giebelwandunterzugs i

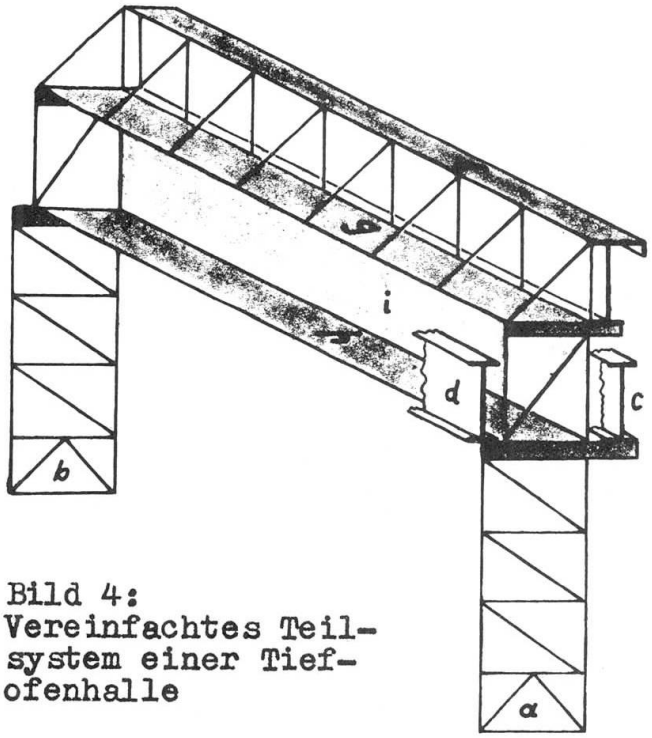

Bild 4: Vereinfachtes Teilsystem einer Tiefofenhalle

Bei der Erneuerung der Tiefofenkranbahn e/f konnte die Funktionstrennung nicht erreicht werden, weil die mögliche Systembreite für den Obergurt f zwischen Giebelwand und Kranlichtraumprofil nicht ausreichte, um den Träger zur Aufnahme aller Kranseitenkräfte genügend steif zu machen.

Auf Bild 5 ist das statische System der Gießkranbahn des Edelstahlwerks Freital dargestellt. Die Schrägstreben und Kopfbänder zwischen Trägern und Stützen verkürzen die Spannweiten und erlauben deshalb eine höhere Belastung. Gleichzeitig dienen sie der horizontalen Längsstabilisierung.

Eine Havarie an den Schrägstreben, die in einem Stahlwerk nie auszuschließen ist, erfordert die Stillegung des ganzen Hallenbereichs. Die volle Gießkranbahnbelastung würde durch Stützweitenvergrößerung nicht nur die Träger überbeanspruchen, sondern gleichzeitig unzulässige Horizontalkräfte in die Fundamente eintragen.

Als Gegenbeispiel dazu kann der Verband, Bild 6, aus dem genannten SM-Stahlwerk dienen. Die Funktionen der Übertragung lotrechter und horizontaler Lasten sind klar getrennt.

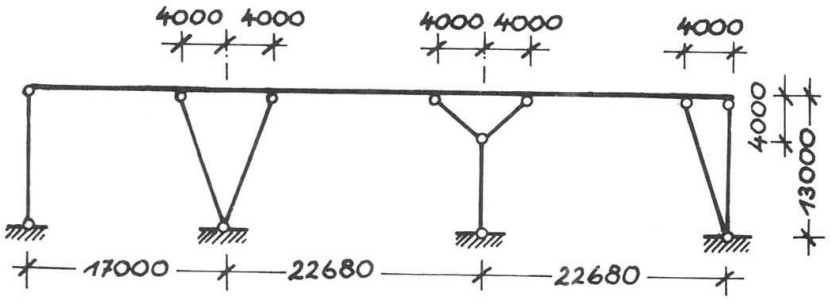

Bild 5: Statisches System der Gießkranbahn eines E-Stahlwerks

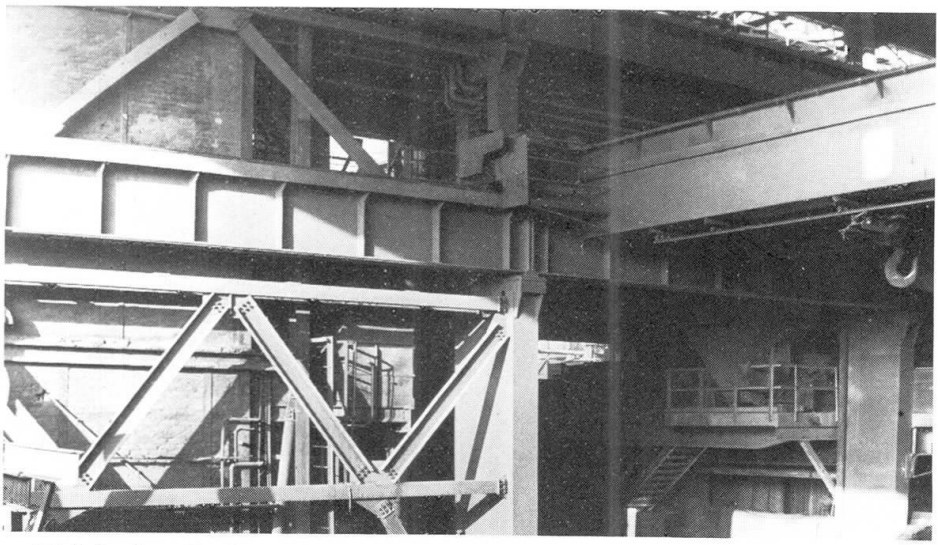

Bild 6: Lotrechter Verband in einem SM-Stahlwerk

3. Grundgedanke: Statisch unbestimmte Systeme, wie Durchlaufträger für Kranbahnen, Rahmenkonstruktionen sind oft unzweckmäßig. Die Bilder 2 und 5 veranschaulichen die Nachteile bei Auswechslungen. Es gibt aber noch weitere Mängel: Temperaturänderungen verursachen Zwängungskräfte, die Montage ist komplizierter und Geometriekorrekturen sind schwerer ausführbar als bei statisch bestimmter Lagerung.

4. Grundgedanke: Bei der Systemwahl sind neben der Technologie die Forderungen des Arbeitsschutzes zu beachten.

Als Beispiel sei darauf hingewiesen, daß Kranbahnen mit mehreren Kranen auch entsprechenden Raumbedarf für geschützte Reparatur-Podeste und Zugänge erfordern. Bei drei und mehr Kranen sind die Hallenenden allein nicht ausreichend. Es sind weitere Reparaturstellen erforderlich. Das schränkt die technologisch voll nutzbare Hallenfläche ein.

Falls die Möglichkeit der Kranmontage während der Produktion gefordert wird, muß eine Giebelwand zum Ein- und Ausfahren der Krane ausgebildet sein.

Entlüftung, Ableitung technologischer Wärme und Frischluftzufuhr können das System und die Konstruktion maßgebend beeinflußen.

5. Grundgedanke: Schwerer Betrieb erfordert große horizontale Steifigkeiten von Kranen, Kranbahnen und Verbänden. Außer den betriebs- und normgemäßen Lasten treten schwer erfaßbare Sonderlasten auf, Bild 1. Dazu gehört die Problematik der örtlichen und einseitigen Arbeitsweise von Kranen mit erhöhtem Verschleiß der Kranbahnschienen und großen Seitenkräften.

In den Jahren 1969 und 1970 wurden in Riesa Kranseitenkräfte im normalen Betrieb gemessen. Bei den Tiefofenkranen betrug der Maximalwert aus Schräglauf 8,25 Mp, das entspricht $R_s/R = 0{,}26$. Nach den seinerzeit in der DDR gültigen Berechnungsvorschriften sind nur 2,6 Mp, aus der überarbeiteten Norm 6,5 Mp ermittelt worden. Bei den Blockhallenkranen mit Drehkatze im MW I wurden bis zu 7,8 Mp, $R_s/R = 0{,}28$, aus dem Pufferstoß der Katze gemessen. Der Berechnungswert war 2,8 Mp. Die Sonderkonstruktionen der Krane und die speziellen Betriebsbedingungen erlaubten hier bei gewissenhafter Berücksichtigung aller Einflüsse nicht die Anwendung der Vorschrift.

Neben konstruktiv richtiger Detailausbildung kann zweckmäßige Systemwahl solche Lasten einschränken. Es verursachen z.B. große Kopfträgerlängen der Krane und reichliche Systembreiten der Verbände kleine elastische Verformungen und niedrige Seitenkräfte aus Schräglauf.

6. Grundgedanke: Die Dimensionierung einiger Bauteile, wie Binder, Stützen, Kranbahnen, zur Aufnahme von Montagesonderlasten kann die Montage vereinfachen.

3. Beispiele für die Ausbildung von Details

(a) Es ist bekannt, daß während des Betriebes erhebliche Differenzen in den Kranspurweiten entstehen, die nur

schwierig zu beseitigen sind. Bei der Ausstattung der Kranräder mit Gleitlagern ergeben sich Korrekturmöglichkeiten durch Beilegen von Zwischenblechen am Radlagerbolzen. Da die Herstellerbetriebe der DDR in Zukunft nur noch Krane mit Wälzlagerung liefern, die nur geringfügige Toleranzen zulassen, kommt der Spurkorrekturmöglichkeit eine besondere Bedeutung zu.

Aus den Erfahrungen im Stahlwerk Riesa wurde eine Lösung entwickelt, die eine neuartige Verbindung der Trägerauflager in horizontaler Richtung mit der Stütze darstellt. Die Bilder 7a, b, c zeigen die in der Praxis erprobten Ausführungen bis zur Endlösung. Die ursprüngliche Verbindung des Trägers mit der Stütze, Bild 7a, ergab große Seitensteifigkeit am Auflager und eine gewisse Elastizität in Trägerachse, zeigte aber im metallurgischen Betrieb Zerstörungen der Verbindungsmittel und Aufweitungen der Löcher. Die Auflösung der starren, vertikalen Scheibe in einzelne Gelenke, Bild 7b, ergab eine geringere Störanfälligkeit und wurde Voraussetzung für die Endlösung, Bild 7c. Hier wird der Träger durch starkwandige Rohrkontaktbülsen und Bolzen im oberen Drittel mit der Stütze verbunden.

Während der Montage, die bei dieser Konstruktion sehr einfach ist, lassen sich Korrekturen durch Veränderungen der Distanzstücke auf einfache Art ausführen. Beim etwaigen Lockern der Bolzenverbindung trotz Bolzensicherung ist durch die leichte Zugänglichkeit der Bolzenmutter ein Nachziehen unproblematisch. Die Lösung ermöglicht wiederholte Spurweitenkorrekturen, wobei durch Versetzen des ganzen Trägers die geometrische Lage der Schiene zum Stegblech unverändert bleibt. Alle bisher durch Ausgleich in der Schienenachse allein ausgeführten Korrekturen führten durch die entstehenden Außermittigkeiten zur Zerstörung der Halsnähte bzw. der Halsniete.

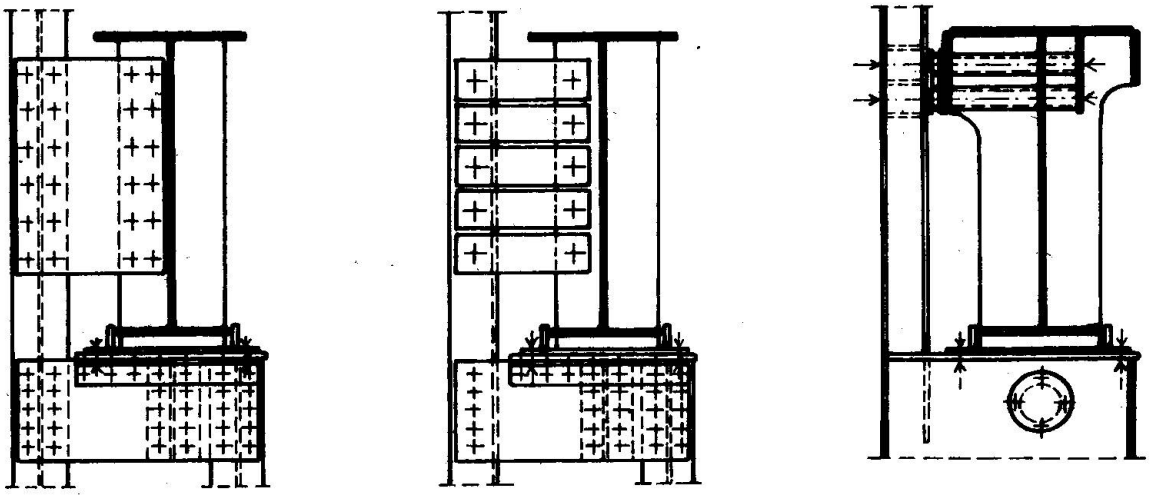

Bild 7a Bild 7b Bild 7c
Kranbahnträgerauflagerungen mit horizontaler Verankerung

(b) Die in der Praxis üblichen Kranschienenbefestigungen, z.B. Befestigungen mit Knaggen, Verschrauben des Schienenfußes, am Obergurt aufgeschweißte Bolzen usw., haben sich für den metallurgischen Betrieb als sehr störanfällig erwiesen.

Auf Bild 8 ist eine Kranschienenbefestigung dargestellt, die sich bei Chargier- und Gießkranbahnen bewährt hat und eine ein-

fache Schienenauswechslung erlaubt. Das Grundprinzip ist die schwimmende Lagerung der Kranschiene. Die Schiene wird jeweils in dem für sich stabilisierten Bereich der Tragkonstruktion zu einem endlosen Strang verschweißt. Zwischen den angeschraubten Deckblechen und dem Schienenfuß bleibt ca. 1 mm Luft. Die seitliche Führung wird vom am Obergurt aufgeschweißten Knaggen übernommen. Die Anordnung der Bleche und Knaggen in Längsrichtung erfolgt abwechselnd in Abständen von ca. 700 mm. Je nach Länge des Stranges werden durch Knaggen, die in Aussparungen des Schienenfußes eingreifen, ein oder mehrere Festpunkte angeordnet. Im Bereich der Dehnungsfuge der Tragkonstruktion liegt auch die Dehnungsmöglichkeit der Kranschiene.

Bei der unbedingt erforderlichen Anordnung einer Verschleißlamelle sei darauf hingewiesen, daß die Breite dieser Lamelle höchstens gleich der des Schienenfußes sein soll.

(c) L ö s b a r e V e r b i n d u n g e n vereinfachen die Auswechselbarkeit von Einzelteilen. Aus diesem Grunde werden z.B. auf Bild 6 sämtliche Fachwerkstäbe des Portales angeschraubt.

(d) Der A n p a s s u n g s f ä h i g k e i t der Konstruktion an technologische Forderungen kommt ebenfalls große Bedeutung zu. Zweckmäßige Anordnung der Aussteifungen bei Kranbahnträgern zur Aufnahme von Schleifleitungshalterungen oder Versorgungsleitungen, rahmenartige Aussparungen in den Stützen als Durchgangsprofil für Leitungen gewährleisten vor allem bei dynamisch hochbelasteten Stahlbauteilen das in Berechnung und Konstruktion zugrunde gelegte Tragverhalten, Bild 9 und 10.

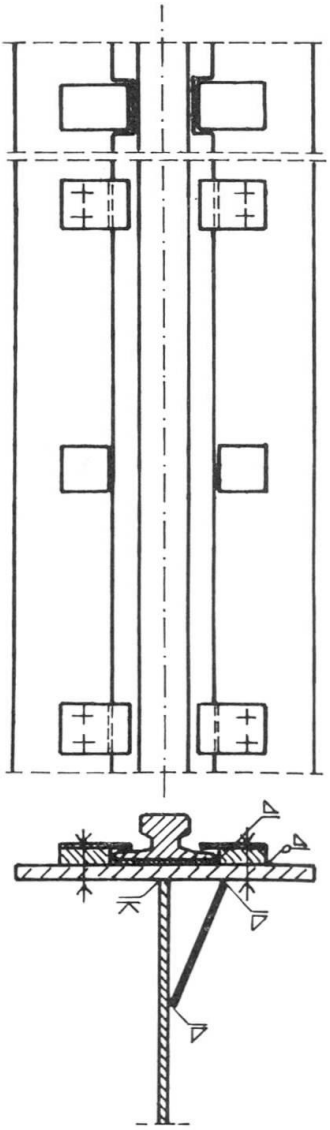

Bild 8: Kranschienenbefestigung

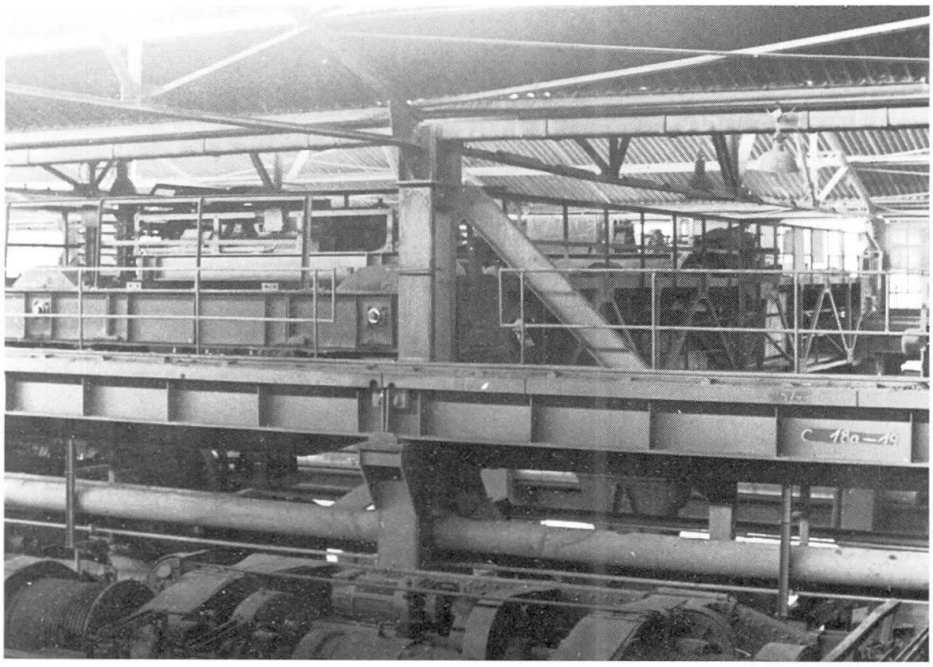

Bild 9: Kranbahnträger mit Aussteifungen

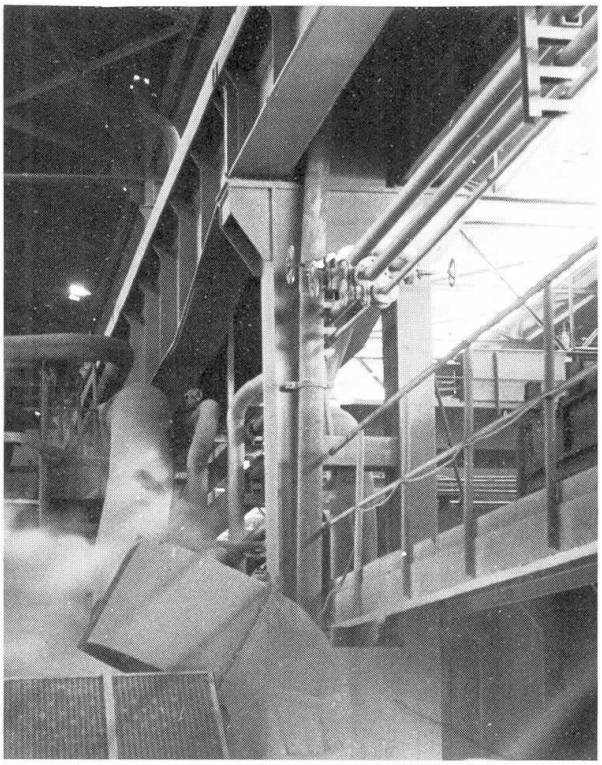

Bild 10: Kranbahnstütze

Nach den Erfahrungen im metallurgischen Betrieb erscheint es zweckmäßig, keine zu hohe Auslastung gefährdeter Bauteile anzustreben, um bei Havarien durch Sofortmaßnahmen (z.B. Anschweißungen) die Weiterführung der Produktion zu gewährleisten.

Die Behauptung widerspricht zwar dem Gedanken der konsequenten Materialeinsparung. Die Praxis lehrt aber, daß im schweren Industriehallenbau derartige Einsparungen an Baukosten zu hohen zusätzlichen Aufwendungen während des Betriebes (evtl. Produktionsausfall) führen können. Dies liegt aber nicht im Sinn des nutzungsgerechten Bauens im Stahlbau.

ZUSAMMENFASSUNG

Industriehallen mit schwerem Betrieb erfordern beim funktionsgerechten Konstruieren die Beachtung zahlreicher Besonderheiten. Es werden einige Beispiele für Systeme und konstruktive Details von Hallen für metallurgische Betriebe erläutert. Ein Hauptgedanke dabei ist es, die Konstruktion so zu gestalten, dass bei betriebsbedingten Veränderungen oder Auswechslungen von Bauteilen die Produktion wenig beeinträchtigt wird.

SUMMARY

Factory halls for heavy operations need consideration of various particularities for a suitable construction. Some examples are given for systems and structural details of halls for steel works. The main idea is to build the structure in such a way, that in case of operational changes or exchange of elements the production will only slightly be affected.

RESUME

Une conception fonctionelle des halles industrielles lourdes doit tenir compte de nombreuses contraintes. On présente quelques exemples de systèmes et de détails constructifs pour des aciéries. L'idée de base est de réaliser une construction permettant des transformations ou remplacements d'éléments sans porter préjudice à l'exploitation.

Leere Seite
Blank page
Page vide