

la voie. Elle permet en outre la pose normale de toutes les traverses et atténue l'effet des chocs qui, d'après l'expérience, sont particulièrement grands au droit des appuis. D'autre part, elle raidit suffisamment les extrémités du tablier pour pouvoir se passer de tout dispositif de freinage.

En raison des sujétions que présentent les ponts biais, notamment pour l'exécution de leurs extrémités, on les a souvent remplacés par des ponts droits. Ces sujétions ne subsistant pas pour les couvertures en béton armé ou à poutrelles enrobées il n'y a plus aucun motif pour éviter les ponts biais.

Les couvertures des ponts sans ballast sont appelées platelages. On a exécuté des platelages en tôle, en bois et en béton armé. Les platelages métalliques ont l'avantage de donner aux tabliers une grande rigidité transversale, de remplacer le contreventement et de renforcer les membrures se trouvant dans le même plan. Mais ce dispositif a l'inconvénient d'être fort coûteux, de s'oxyder facilement, de faire beaucoup de bruit au passage des trains et d'être glissant en hiver. Les platelages en bois sont moins chers, mais leur entretien est onéreux et le danger d'incendie est grand, surtout si le bois est injecté. Il est donc préférable de les remplacer par des platelages en béton armé dont le prix est sensiblement le même et qui ont l'avantage d'être incombustibles et d'une longue durée. Leur coût d'entretien est très faible. Il existe des platelages en béton armé sur le réseau A. L. qui datent de 20 ans et qui sont encore en excellent état d'entretien. Chaque dalle du platelage est fixée à ses deux extrémités sur les traverses par un tirefond à tête noyée. L'épaisseur des dalles varie de 45 à 50 mm. Dans les derniers temps on l'a même réduite jusqu'à 40 mm afin de rendre les platelages à la fois plus légers et plus souples. Un trou oblong sert à faciliter l'enlèvement du platelage au moment des révisions.

Les considérations exposées ci-dessus ont conduit le Réseau A. L. à employer exclusivement le béton armé tant pour les couvertures que pour les platelages des tabliers métalliques.

Dr. Ing. ALBERT DÖRNEN, Derne:

Verbesserung der Nietverbindungen

Aus der bisherigen Behandlung des Nietproblems haben sich zwei wichtige Kennzeichen einer guten Nietverbindung herausgeschält:

1. Größter Reibungswiderstand zwischen den zu verbindenden Eisen — besonders wichtig bei Wechselstäben.

2. Kleinste Gleitbewegung bis zur satten Anlage zwischen Nietschaft und Lochleibung; d. h. vollgestauchte Löcher.

Diese beiden Kennzeichen geben die Richtlinien für Verbesserungen der Nietverbindungen. Verbesserungen sind möglich:

- I. bei dem Entwurf der Nietverbindungen,
- II. durch Verwendung eines Sonderstahles für die Nieten,
- III. durch sachgemäße, schonende Behandlung der Nieten bei der Herstellung und Verarbeitung,
- IV. durch sauberes Herrichten der Nietlöcher,
- V. durch den Gebrauch geeigneter Nietwerkzeuge.

I

Der Entwurf muß von den Nietverbindungen alles fernhalten, was ihrem Wesen widerspricht; hierzu gehören achsiale Beanspruchungen der Nieten durch äußere Kräfte, die den Reibungswiderstand mindern, z. B. bei den Anschlüssen der Längsträger an die Querträger. Diese Anschlüsse sind besonders schwierig bei Eisenbahnbrücken, weil sie den Stößen der Verkehrslast ziemlich unmittelbar ausgesetzt, auf

der Baustelle herzustellen und schwer zugänglich sind. Wenn irgend möglich, verbinden wir oben die Längsträger mit Kontinuitätsplatten, durch die Querträger durch oder über die Querträger weg. Sie sollen die Zugspannungen, welche hier — die Längsträger als durchgehend aufgefaßt — infolge der negativen Stützenmomente entstehen, zur Entlastung des Längsträgeranschlusses auffangen. Den negativen Stützenmomenten entsprechen bei bestimmten Lastenstellungen positive Stützenmomente. Folgerichtig sollte man, wenn irgend möglich, die Längsträger auch unten, durch den Querträger durch oder unter dem Querträger weg, mit Kontinuitätsplatten verbinden (Abb. 1). Eine nicht immer einfache Arbeit, deren Ausführung aber die Gewißheit gibt, daß in den Nietten des Längsträgeranschlusses nur Scherkräfte zu übertragen sind. Gleichzeitig schafft man so klare statische Verhältnisse für die Berechnung der Kontinuitätsplatten.

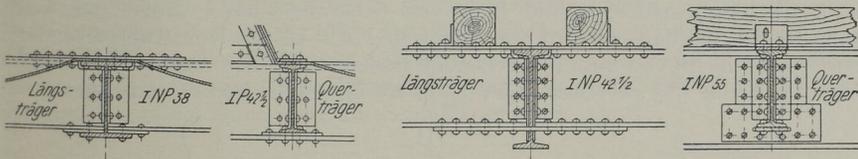


Abb. 1

Die Nietbilder sind möglichst klein zu halten. Je größer sie sind, um so weiter werden die zu übertragenden Kräfte auseinandergeleitet, um so ungleichmäßiger sind die einzelnen Nieten an der Kraftübertragung beteiligt und um so größer sind infolgedessen die für die Aufnahme der Höchstkraft eintretenden Gleitungen. Man muß mit möglichst wenig, aber starken Nietten auskommen, ohne indessen die Konstruktionsglieder durch zu diesem Zwecke vergrößerte Nietdurchmesser weiter zu schwächen. Die Tragkraft des einzelnen Nietes ist, ausgehend von den zu verbindenden Konstruktionen, durch die in Betracht kommende Leibungsfläche gegeben. Diese ist also mit kleinstem Scherquerschnitt auf Leibungsdruck auszunutzen. Es liegt nahe, durch Wahl eines entsprechenden Nietstahles die Scherquerschnitte spezifisch möglichst stark zu machen; d. h. für die Nieten einen besonders geeigneten Sonderstahl mit entsprechenden Festigkeitseigenschaften zu verwenden.

II

Der Brückenbau verwendet neuerdings immer höherwertige Baustähle als Konstruktionsmaterial und nimmt fast durchweg jeweils die gleichen Stähle auch für die Nieten. Auffallenderweise; denn der gleiche Stahl wird dabei für zwei verschiedene Zwecke verwandt, verschieden beansprucht und verschieden bearbeitet.

Beanspruchung: Als Konstruktionsmaterial in der Hauptsache längs der Walzfaser, als Nietmaterial im wesentlichen quer zur Walzfaser.

Verarbeitung: Als Stabmaterial durchweg kalt. Er wird gebohrt, gehobelt, gefräst. Arbeitsvorgänge, bei denen in kaltem Zustande Späne abgehoben werden, ohne daß in dem verbleibenden Stoffgefüge Verschiebungen eintreten.

Als Nietmaterial hauptsächlich warm. Er muß zweimal auf mindestens Rotwärme gebracht werden und wird in diesem Zustande beim Herstellen und beim Verarbeiten des Nietes von Grund auf umgeformt.

Beim Schlagen des Nietes muß sich diese umformende Behandlung — und das ist besonders erschwerend — sogar von Rotwärme bis fast zur Erkaltung ausdehnen. Je höherwertiger ein Material aber ist und je höher es dementsprechend beansprucht

werden soll, um so schwieriger ist es, alle Eigenschaften in ihm zu vereinigen, die es für diese verschiedenen Beanspruchungen und diese verschiedene Behandlung in gleichem Maße geeignet machen. Es ist leichter und besser, für beide Zwecke nicht das gleiche Material zu nehmen, sondern Konstruktions- wie Nietmaterial jedes für sich für seine Sonderzwecke fortzuentwickeln. Diese Stähle zu schaffen, ist Sache des Hüttenmannes. Sache des Eisenbauers ist es, die Eigenschaften aufzustellen, die sie haben müssen. Für den Nietstahl ist zu fordern, daß er vor allen Dingen weitestgehend unempfindlich ist gegen die doppelte Wärmebehandlung bei der Herstellung und der Verarbeitung der Niete. Er muß Stauchen durch Einzelschläge bei allen Temperaturen zwischen 200⁰ und 1100⁰ vertragen können und im fertig geschlossenen Niet die von ihm verlangten physikalischen Eigenschaften haben; er muß ferner über ein großes Arbeitsvermögen verfügen und gegen Abscheren so fest sein, daß für die Berechnung der Nietverbindungen der Lochleibungsdruck des Konstruktionsmaterials mit kleinstem Scherquerschnitt ausgenutzt werden kann. Dieses Nietmaterial wird natürlich teuer sein als das Konstruktionsmaterial. Das ist aber nicht von ausschlaggebender Bedeutung, wenn man bedenkt, daß in Eisenbauten nur 5% des Gesamtgewichtes im Mittel an Nieten nötig sind.

III

Gegen die schonende Behandlung des Nietmaterials wird besonders beim Erwärmen desselben verstoßen. Die zurzeit als Nietmaterial üblichen Stähle sind aber bei hoher Temperatur sehr empfindlich. Es ist also beim Erwärmen, solange wir keinen weniger empfindlichen Sonderstahl für Nieten haben, besonders schonende Behandlung am Platze, bei der alle Einflüsse auszuschalten sind, die die Eigenschaften des Stahles ändern. Es ist immer daran zu denken, daß das geschlagene Niet die verlangten Festigkeits- usw. Eigenschaften haben muß. Abgesehen von der Erwärmung durch den elektrischen Nieterhitzer, worüber gleich noch zu sprechen ist, werden die Niete bei der Herstellung und bei der Verarbeitung zurzeit meistens in Kohlen- und Koksfeuern erwärmt, in denen das Material mit der Flamme in unmittelbare Berührung kommt. Hiebei ist die Gefahr, daß sich der Stahl in seinen Eigenschaften ändert, besonders groß. Besser sind Feuerungen, bei denen dieser Übelstand vermieden wird. An erster Stelle kommen Öfen mit Öl- oder Gasfeuerung in Frage. Aber auch in diesen Öfen muß es nach Möglichkeit vermieden werden, die Niete wegen des Zunders unnötig lange auf hoher Temperatur zu halten.

Bei der Herstellung der Niete ist dies verhältnismäßig einfach. Es werden im allgemeinen von den einzelnen Nietsorten jedesmal bedeutendere Mengen angefertigt, und wenn die Größe des Ofens dem Arbeitsgang angepaßt ist, bleiben die Stifte nur so lange im Ofen, wie zu ihrer hinreichenden Erwärmung nötig ist. Schwieriger ist es bei der Erwärmung der Niete zum Schlagen. Beim Nieten werden meistens mehrere Nietsorten durcheinander gebraucht, treten Stockungen im Nietbetrieb ein, wobei die Nietkolonne manchmal längere Zeit keine warmen Niete benötigt. Es kommt also darauf an, einerseits die angeforderten Niete der einzelnen Sorten über die ganze Länge warm und gar laufend abgeben zu können und andererseits die Nieten nicht zu lange auf hoher Temperatur zu halten. Diese Erfordernisse zu vereinigen, ist nicht einfach. Ich habe eine ganze Anzahl Öfen durchversucht, muß aber sagen, daß ich einen befriedigenden Ofen bis jetzt nicht gefunden habe. Ich bin dazu übergegangen, mir einen Ofen mit Öl- bzw. Gasfeuerung bauen zu lassen, der zwei Wärmekammern hat. Zunächst kommen die Nieten der verschiedenen Sorten auf Vorrat entsprechend dem Bedarf in eine große Kammer und werden hier durch die Abhitze des Ofens bis auf etwa 500⁰ erwärmt. Bei dieser Temperatur ist das Nietmaterial noch verhältnismäßig unempfindlich gegen schädigende Einflüsse. Es schadet den Nieten also wenig, wenn sie längere Zeit in dieser Kammer bleiben.

Unmittelbar vor der Verarbeitung werden die einzelnen Niete in Anpassung an die Nietarbeit rechtzeitig aus dieser großen Vorratskammer in eine kleine Kammer gebracht und in kürzester Zeit auf 1000° bis 1100° erhitzt. Sie sind also dieser hohen Temperatur, bei der sie für Einwirkungen durch die erhitzenden Gase besonders empfindlich sind und bei der auch das lästige Zundern stattfindet, nicht lange ausgesetzt. Der Betrieb des Ofens ist mit Gas und Öl möglich. Ob er sich dauernd bewährt, bleibt abzuwarten, darf aber nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen angenommen werden.

Und nun über das Maß der Erwärmung. Um ein gut gestauchtes und gut sitzendes einwandfreies Niet zu bekommen, ist es nötig, daß es vor dem Schlagen in seinen einzelnen Teilen auf die richtige Temperatur gebracht wird. Man kann sehr häufig beobachten, daß vor dem Schlagen die Niete zwar über ihre ganze Länge erwärmt werden, daß aber der Setzkopf dunkler ist als das Stauchende. Ein solches Niet kann nicht voll in das Nietloch gestaucht werden, denn das hellrote, weiche Stauchende kann die Stauchschräge auf den dunkelroten und infolgedessen weniger weichen Schaft am Setzkopf nicht in wirksamer Weise übertragen; es staucht sich nur das Stauchende, und das Material, das eigentlich zum Füllen des Nietloches bestimmt ist, bildet einen Bart am Schließkopf (Abb. 2).

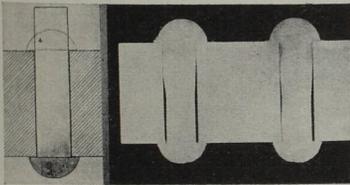


Abb. 2

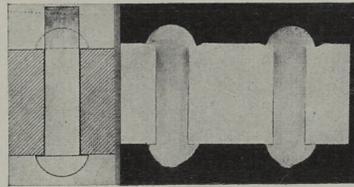


Abb. 3

Auf dem Lichtbild sind in ein Vierkanteisen Löcher von 21 mm Durchmesser gebohrt worden. In diese Löcher wurden Niete von 19,5 mm Durchmesser (vor dem Erwärmen) geschlagen. Der Unterschied von $1\frac{1}{2}$ mm zwischen Loch- und Schaftdurchmesser wurde hergestellt, weil er durch die Toleranzen in den DI-Normen für Nieten möglich ist. Die Eisenstärke beträgt rund das dreifache des Lochdurchmessers, ist also durchaus normal, und doch sehen wir, daß das Stauchen sich noch nicht bis auf die Hälfte der Eisenstärke erstreckt hat und daß der Nestschaft das Loch nur sehr mangelhaft ausfüllt. In Abb. 3 sind die Nietlöcher bis zum Setzkopf gefüllt. Diese beiden Niete waren erwärmt: Setzkopf hellrot und Stauchende dunkelrot. Das dunkelrote und darum weniger weiche Stauchende hat die Stauchschräge zum Setzkopf hin weitergeleitet, dort das hellrote und weiche Material bis zum Füllen des Nietloches gestaucht und dann erst sich selbst stauchen und zum Schließkopf ausschlagen lassen. Für beide Nietpaare waren Loch- und Schaftdurchmesser gleich. Die Nietlängen waren nach den Gebrauchsregeln bestimmt, und wir sehen, daß bei dem zweiten Nietpaar die Schäfte hätten länger angenommen werden müssen, wenn die Einkerbungen in das Eisen am Schließkopf hätten vermieden werden sollen.

Es genügt nicht, die Nieten über die ganze Länge gleichmäßig zu erwärmen; der Setzkopf muß wärmer sein als das Stauchende. Außerdem ist die Abkühlung im Nietloch stärker als draußen; dorthin fließt Wärme aus dem stärker erhitzten Setzkopf zum Ausgleich ab.

Wenn man sich nun vorstellt, daß in einer Verbindung Nieten von so verschiedener Beschaffenheit aufeinander folgen, so sieht man ohneweiters ein, daß diese

Niete nach Überwindung des Reibungswiderstandes zunächst nur sehr ungleichmäßig tragen können und daß sehr große Verschiebungen nötig sind, um in den schlecht gestauchten Nietten Nietschaft und Lochleibung zur Anlage zu bringen und daß vorher die gut gestauchten Niete hoch überbeansprucht werden, bis der Ausgleich stattfindet.

Die richtige Erwärmung der Niete — Setzkopf hellrot, Stauchende dunkelrot — läßt sich auf elektrischen Niet erhitzern kaum erreichen. Hier bleiben die Setzköpfe meistens dunkler als das Stauchende. Aus diesem Grunde sind elektrische Niet erhitzer, so sauber und bequem ihre Benutzung auch ist, für unsere Zwecke weniger geeignet.

IV

Beim Herrichten der Nietlöcher ist darauf zu achten, daß der Unterschied zwischen dem aufgeriebenen Loch und dem Nietschaft nicht zu groß wird. Je größer der Unterschied ist, um so mehr Material muß von dem Stauchende her in das Nietloch hineingeschaft werden, um so schwieriger ist das Stauchen und um so unvollkommener wird das Nietloch gefüllt.

Nach den Di-Normen kann es vorkommen, daß der Unterschied zwischen Loch und Nietschaft fast $1\frac{1}{2}$ mm beträgt. Dieser Unterschied ist für gute Nietarbeit reichlich groß und auch nicht nötig. Die Kesselfirmen kommen mit kleineren Unterschieden aus. Ich bin in meinem Betriebe, in dem ich die Niete für den eigenen Bedarf selbst herstelle, so weit, daß ein Unterschied von 0,7 mm zwischen dem kalten Nietschaft und dem Lochdurchmesser genügt. Viel kleiner aber darf er namentlich mit Rücksicht auf die Nietarbeit auf der Baustelle nicht genommen werden. Um damit auskommen zu können, sind glatte Löcher Voraussetzung. Beim Aufreiben muß viel Öl verwendet werden, und das Nietloch ist vor dem Nieten sauber durchzuputzen, damit auch kleinste Späne sorgfältig entfernt werden. Die warmen Niete sind restlos zu entzundern, zunächst um das Einführen zu erleichtern und dann um zu vermeiden, daß wegen des Zunders sich das Nietloch nicht vollständig stauchen läßt.

Zum Aufreiben werden vielfach zu schwache und zu langsam laufende Maschinen benutzt. Diese Maschinen haken häufig fest, kommen ins Schleudern und die Folge ist, daß die Nietlöcher nicht mit dem richtigen Durchmesser zylindrisch, sondern oben und unten konisch, manchmal sehr stark erweitert werden. Besonders nachteilig ist dies am Setzkopf, weil hier ein Vollstauchen des Nietloches am schwersten ist. Es empfiehlt sich die Anwendung von starken Aufreibemaschinen, die etwa 300 bis 400 Touren machen. Sie ziehen glatt durch und laufen ruhig. Auch habe ich gefunden, daß mit diesen schnell laufenden Maschinen, wenn sie auch schwerer sind, die Leistungen der Aufreibekolonnen steigen.

Nach dem Aufreiben müssen, was häufig unterleibt, die Löcher oben und unten etwas versenkt werden. Es bildet sich durch das Aufreiben oben und unten ein Grat, der am Setzkopf dessen satte Anlage vereitelt und am Stauchende dem in das Nietloch hineinwandernden Material mit seinen scharfen Kanten den Weg erschwert.

Man kann Nietlöcher noch so sauber bohren und noch so sauber aufreiben, es läßt sich nicht verhindern, daß durch kleine Sprünge in den Reibahlen und dergleichen feine Riefen in der Lochleibung entstehen. Es ist sehr schwer, die Nietschäfte in diese Riefen hineinzustauchen. Die Folge davon ist, daß die Gleitbewegungen bis zur satten Anlage zwischen Nietschaft und Lochleibung größer werden als bei vollkommen glatten Löchern. Es empfiehlt sich aber, diese kleinen Unebenheiten zu verteilen und das Loch glattzumachen, indem man einen Putzdorn durchtreibt. Dies erfordert wenig Arbeit und ist wohl das einfachste Mittel, glatte Löcher zu erhalten.

V

Die am besten sitzenden Niete erzielt man mit der Nietpresse, solange man nicht mit zu hohen Schließdrücken arbeitet. Die wichtigsten Niete aber, die in den Anschlüssen, sind meistens auf der Baustelle zu schlagen, wo man nur selten mit der Nietpresse arbeiten kann, und können auch meistens mit der Nietpresse nicht erreicht werden. Man ist hier also auf die Arbeit mit Preßluftschlämmern angewiesen. Die Preßluftschlämmer müssen möglichst schwere Schlagkolben und möglichst leichte Döpper haben, damit die Schläge im Interesse einer guten Staucharbeit gut durchziehen. Häufig wird mit zu leichten Hämmern auf zu große Döpper gearbeitet. Hiermit kann man wohl einen Kopf bilden, aber nicht ein Nietloch vollstauchen. Zu beachten ist auch, daß der Luftdruck im Werkzeug genügend groß ist. In den wenigsten Fällen kann man mit dem Druck rechnen, der im Luftkessel ist. Durch lange und meistens zu dünne, häufig auch undichte Rohr- und Schlauchleitungen hat man bis zum Werkzeug oft einen Abfall von mehreren Atmosphären. Mangelhafte Niete sind die Folge. Daß die Konstruktionsteile gut und bis zum festen Anliegen zu verschrauben sind, ist selbstverständlich. Die Nietarbeit muß bis zum Erkalten des Nietes fortgesetzt werden, damit nicht die noch warmen Nieteschäfte durch auseinanderstrebende Konstruktionen nachträglich gelängt und die Niete lose werden. Hierauf ist besonders zu achten, denn unsere Nietwerkzeuge sind heute so vervollkommen, daß für die Dauer der Nietarbeit auch bei Nieten aus Siliziumstahl nicht die Zeit maßgebend ist, die man für das Stauchen und die Kopfbildung benötigt, sondern die Zeit bis zum Erkalten des Nietes. Wenn in dem Buche „Amerikanischer Eisenbau in Büro und Werkstatt“ von DENCER in der deutschen Übersetzung von MITZKAT auf S. 254 gesagt wird, daß eine Nietmaschine beim Nieten normaler Konstruktionsteile in einer Zehnstundenschicht 4000 Niete schlägt, so lassen sich dabei kaum vollwertige Niete erreichen, denn bei 4000 Nieten in 10 Stunden kommen auf das Niet 9 Sekunden. In dieser Zeit erkaltet aber ein Niet nicht.

Am Schluß meiner Ausführungen möchte ich einen Vorschlag für die Verbesserung der Nietarbeit vorbringen, den ich seit längerer Zeit erprobt habe. Er läuft darauf hinaus, daß man die Niete in kaltem Zustande dornartig mit Kraftanstrengung bis an den Setzkopf in die Nietlöcher hineintreibt, so daß sie bereits kalt das Nietloch schließend füllen. Jetzt werden die Niete elektrisch erwärmt und geschlossen. Die Herstellung derartiger Versuchsstücke hat keine Schwierigkeiten gemacht. Die Zerreißergebnisse waren sehr befriedigend. Immerhin dürften sich der Einführung dieses Verfahrens in größerem Umfange Schwierigkeiten entgegenstellen, weil die elektrische Erhitzung dieser Niete, z. B. in großen, schwer zugänglichen Knotenpunkten, nicht ganz leicht ist und weil bei größeren Nietbildern und rascher Reihenfolge im Nieten vielleicht zu viel Wärme in die Konstruktion ausstrahlt. Immerhin wird eine derartige Nietung den beiden Grundbedingungen für gute Nietarbeit — großer Reibungswiderstand zwischen den Konstruktionsteilen und vollständige Füllung des Nietloches — so weitgehend gerecht, daß man sie vielleicht weiter verfolgt.

Man sieht, es läßt sich noch mancherlei bei Herstellung der Nietverbindungen verbessern. Meine Anregungen sind mit geringem Aufwand an Material und Löhnen durchzuführen, verteuern also die Bauwerke nur wenig, machen sie aber viel besser, leichter zu unterhalten und damit wirtschaftlicher. Ihre Durchführung trägt dazu bei, unsere Eisenbauweise als die einwandfreieste und zuverlässigste zu empfehlen.