

Statik mit Stolperstellen

Die richtige statische Bemessung ist eine Grundvoraussetzung für die Gebrauchsfähigkeit der tragenden Konstruktionen des Metallbauers. Worauf Sie dabei, auch im Zuge der neuen Normen, achten müssen, beschreibt der Autor.

Text und Bilder: Stephan Stickling

Treppen gehören zu den klassischen Produkten im Metallbauhandwerk. Eigentlich ist allen Beteiligten klar, dass eine Treppe ohne statische Bemessung nicht gebaut werden darf. Die Praxis sieht immer noch deutlich anders aus. Das Zusammenbrechen von ganzen Treppenkonstruktionen ist sehr selten. Daher scheint die Forderung richtig, dass Metallbaumeister auch ohne Bemessung, mit Erfahrungswerten eine Treppe bauen dürfen. In vielen Fällen ist dies aus Sicht der Fachleute zu befürworten, auch weil man dort weiss, dass selbst von Statikbüros ausgeführte Bemessungen häufig nicht den formalen Anforderungen genügen. Es fehlen zum Beispiel Detail- und Anschlussnachweise, es wird zwar eine Stahlsorte gewählt - aber keine Stahlgüte, Schweissnähte werden ohne Nachweis angegeben und damit der Metallbauer praktisch gezwungen, ergänzende «Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)» anzuwenden.

Machen Sie nichts ohne Statik

Aber wo soll die Grenze gezogen werden? Was darf ein Metallbaumeister? Was darf der Meister mit zwanzig Jahren Erfahrung oder der, der direkt nach der Lehrabschlussprüfung zur Meisterschule gegangen ist? Die Praxis zeigt leider auch, dass einige wenige Metallbaumeister bereits jetzt mit den bestehenden Anforderungen der EN 1993 (Statik) und EN 1090 (Herstellung) überfordert sind. Im Moment bleibt dem Metallbauer praktisch nichts anderes übrig, als

eine statische Bemessung vom Bauherrn einzufordern, eine Bemessung selbst erstellen zu lassen oder - falls die Fähigkeit vorliegt - selbst zu rechnen. In Einzelfällen kann es auch möglich sein, ein Bauprodukt zu übergeben, für das dem Auftraggeber alle Informationen vorliegen, um vor Nutzung selbst eine statische Berechnung durchzuführen; der Nachweis muss natürlich möglich sein. Bei Schäden kann momentan allerdings nicht wirklich abgeschätzt werden, wie zivilrechtlich entschieden würde.

Informieren Sie sich

Das Metallbauhandwerk tut gut daran, mitzuwirken, dass Normen vereinfacht und in verständlicher Form zur Verfügung gestellt werden. Es muss genauer differenziert werden, welche Anforderungen in einzelnen Bereichen gelten, und es muss geprüft werden, ob sich alle an die Anforderungen halten. Falls diese Prüfung nicht wieder mehr ins Auge gefasst wird, droht eine starke Verzerrung des Wettbewerbs durch die Missachtung der Regeln durch einzelne Hersteller und durch die «Gleichgültigkeit» einzelner Aufsichtsbehörden. Natürlich muss das Handwerk auch die Qualifikationen aktueller halten - vor allem in den Meistervorbereitungskursen. Für typische Treppenkonstruktionen beziehungsweise -details werden häufiger Fehler beziehungsweise fehlende Nachweise aufgeführt. Einige Punkte sind in keiner Weise als dramatisch anzusehen. Trotzdem sollten sie grössere Beachtung fin-

den. Nur wenn Anforderungen möglichst klar beschrieben sind, lässt sich im Streitfall die Qualität beurteilen.

Schauen Sie auf die Ausführungsklasse

Das zurzeit grösste Problem der statischen Berechnungen aus Sicht des Metallbauers ist die fehlende Angabe der Ausführungsklasse (EXC). Bisher war die Wahl der Ausführungsklasse in der SIA 263/1 geregelt. Dabei galten die Herstellerqualifikationen H1 bis H5. Neu gelten jene nach EN 1090, wobei diese zwingend anzuwenden sind. Der Statiker muss also die EXC festlegen. Dabei hat er einen gewissen Freiraum. Wenn beispielsweise eine Stahlhalle in EXC2 errichtet wird, soll die eventuell vorhandene Kranbahn in EXC3 ausgeführt werden und die Treppe vom Büro in die Fertigungshalle kann unter bestimmten Umständen in EXC1 eingestuft werden. Falls keine Festlegung erfolgt, muss diese Treppe allerdings in EXC2 ausgeführt werden. Der Mehraufwand kann beträchtlich sein.

Bemessen Sie auch die Stufen

Ein Problem der statischen Berechnungen ergibt sich indirekt aus SN EN 1090-2, Tabelle 24. Dort wird für Stumpfnähte ab EXC2 eine ergänzende ZfP vorgeschrieben. Um zu bewerten, ob der Hersteller der Treppe diese Prüfmassnahmen umsetzen muss, benötigt er die Ausnutzungsgrade der Schweissnähte. In der Statik für Treppen werden diese Details allerdings häufig nicht

CONSTRUCTION D'ESCALIERS

Déjouer les embûches de la statique

Une bonne mesure statique est l'une des conditions de l'aptitude à l'emploi des structures porteuses réalisées par le constructeur métallique. L'auteur présente tout ce qu'il faut prendre en compte, y compris dans le cadre des nouvelles normes.

Les escaliers sont un grand classique de la construction métallique. Tout le monde sait bien qu'on ne peut pas construire un escalier sans calcul statique. Mais en pratique, la situation est bien souvent très différente. Il est très rare que des cages d'escaliers entières s'effondrent. La pré-

tention des maîtres en construction métallique à pouvoir réaliser un escalier sans dimensionnement, à l'aide de valeurs empiriques, semble donc justifiée. Dans bien des cas, les spécialistes estiment que c'est la meilleure solution, notamment parce que l'on sait que même les

calculs des bureaux de statique ne respectent pas souvent les exigences formelles. Par exemple, il manque des vérifications des détails ou des raccordements ; un type d'acier est choisi, mais pas sa qualité, les cordons de soudure sont indiqués sans justificatif, et le constructeur métal-

lique est pratiquement obligé de réaliser un « contrôle non destructif » (CND) complémentaire.

Ne rien faire sans calcul statique
Mais où placer la limite ? Que peut faire le constructeur métallique, qu'il s'agisse d'un maître avec vingt ans



Hier sind mindestens zwei Punkte zu erkennen, die nicht ohne Nachweis akzeptabel und vermutlich auch nicht nachweisbar sind. Zum einen scheint der Winkel in dieser Einbausituation (grosser Stufen-Wangen-Abstand) nicht ausreichend dimensioniert zu sein, zum anderen sind die Schrauben zu klein, um die Lasten bei maximaler Belastung in die Wange weiterleiten zu können.

On voit ici au moins deux points inacceptables sans vérifications, et sans doute impossibles à contrôler. D'une part, dans cette situation (écart important entre marche et limon), l'angle semble insuffisant, et d'autre part, les vis sont trop petites pour transmettre les efforts au limon à la charge maximale.

nachgewiesen. Damit müsste die Schweissaufsicht des Metallbauers, auf der sicheren Seite liegend, eigentlich eine Farbeindringprüfung (PT) oder eine Magnetpulverprüfung (MT) planen. Dass diese Angabe fehlt, liegt vermutlich daran, dass der Statiker die Herstellungsnorm nicht kennt. Also sollte er auf dieses Problem hingewiesen werden. Für einfache Metallbaukonstruktionen kann das «Merkblatt TK006 - Ausführungsklassen für Metallbaukonstruktionen nach SN EN 1090-2» der SMU verwendet werden (Gratis zum Download unter: www.smu.ch >Metallbau>Fachinformationen>Technische Informationen>Technische Merkblätter). Auch die Stufen, egal ob aus Holz oder Gitterrosten, benötigen eine Bemessung und/oder Zulassung. Auch dabei gibt es noch grosse Verunsicherungen und damit wenig konkrete Lösungen am Markt. Der Metallbauer muss aber in jedem Fall die Auflagerung der Stufen ordnungsgemäss ausführen. Für konstruktive Lösungen muss er dafür auf >



d'expérience ou de quelqu'un qui est allé à l'école professionnelle directement après son examen de fin d'apprentissage ? En pratique, on voit malheureusement que certains ont déjà du mal avec les exigences en vigueur des normes EN 1993 (statique) et EN 1090 (fabrication). Pour l'heure, le constructeur métallique n'a pratiquement pas d'autre solution que d'exiger un calcul statique du maître d'ouvrage, de faire faire ce calcul ou, s'il en est capable, de le réaliser lui-même. Dans certains cas, il est aussi possible de

remettre un produit de construction pour lequel le donneur d'ordre dispose de toutes les informations afin de réaliser un calcul statique avant utilisation ; la vérification doit bien entendu être possible. En cas de sinistre, il n'est en revanche pas possible actuellement d'estimer la décision qui serait prise au terme de la procédure civile.

S'informer

La construction métallique se doit de contribuer à la simplification des normes et à leur mise à disposition

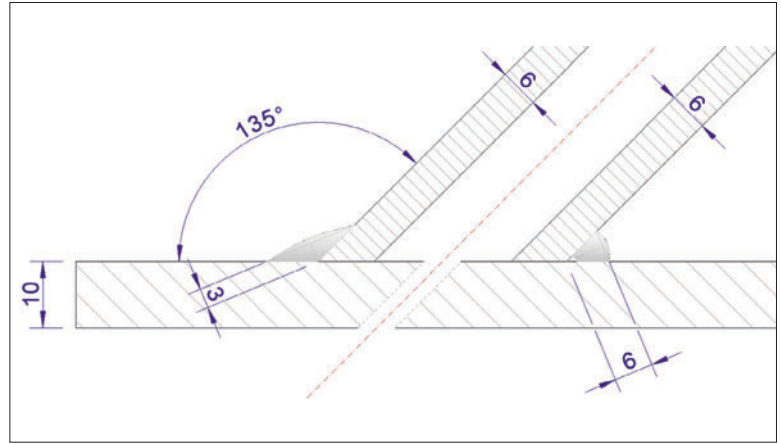
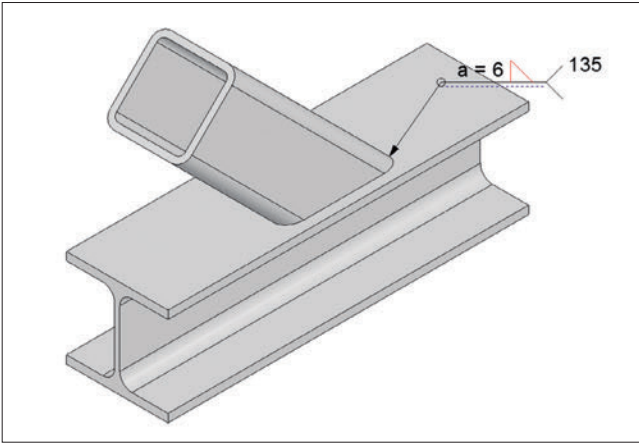
sous une forme compréhensible. Il faut procéder à une distinction plus précise des exigences applicables aux différents secteurs ainsi qu'à un contrôle du respect de ces exigences par tous. L'absence d'un tel contrôle risque de fausser fortement la concurrence, du fait du non-respect des règles par certains fabricants et de l'« indifférence » de certains organes de surveillance. L'artisan doit bien sûr tenir ses qualifications à jour, en particulier dans les cours de préparation à la maîtrise. Les structures ou les détails d'escaliers

classiques présentent souvent des erreurs ou ne disposent pas de vérifications. Certains éléments ne doivent nullement être considérés comme graves, mais il convient d'y prêter davantage attention. Seule une description aussi claire que possible des exigences permet d'évaluer la qualité en cas de litige.

Contrôler la classe d'exécution

Pour l'heure, le principal problème des calculs statiques, selon les constructeurs métalliques, est l'absence de mention de la classe >

TREPPENBAU



Detail der Aussteifung eines Treppenturms. Hier gibt es die Vorgabe, dass eine «umlaufende Kehlnaht» mit dem a-Mass sechs Millimeter geschweisst werden soll. Kehlnähte dürfen nur als solche ausgeführt werden, wenn die Flanken einen Öffnungswinkel zwischen 60 und 120 Grad aufweisen.

Détail du renfort d'une tour d'escalier Ici, une « soudure d'angle complète » avec une gorge de 6 mm doit être réalisée. Les soudures d'angle sont uniquement autorisées lorsque l'angle d'ouverture des bords mesure entre 60 et 120°.

> der sicheren Seite bleiben, damit die Variante ohne weitere Nachweise akzeptiert wird.

Bedenken Sie die Form der Schweissnähte

Zur Statik gehört im Grunde auch die konstruktive Ausbildung einzelner Details, die sinnvollerweise natürlich dem Hersteller überlassen werden beziehungsweise in enger Abstimmung zwischen Statiker und Metallbauer festgelegt werden sollten. Häufig lässt der «marktübliche» Preis eine aufwendige Abstimmung kleiner Details nicht zu. Damit geht die Verantwortung auf den Metallbauer über. Die Grafiken zeigen

einen Teil der Aussteifung eines Treppenturms. Dabei gibt es die Vorgabe, dass eine «umlaufende Kehlnaht», mit dem a-Mass sechs Millimeter geschweisst werden soll. Kehlnähte dürfen nur als solche ausgeführt werden, wenn die Flanken einen Öffnungswinkel zwischen 60 und 120 Grad aufweisen. Kleinere Winkel sind wie eine nicht durchgeschweisste Stumpfnah zu behandeln und grössere Winkel durch Versuche nachzuweisen. Der Anhang E (EN 1090-2) gibt weitere Hilfen zu diesem Thema. Ein praktisches Problem dazu wird in den Grafiken deutlich. Auf der Seite mit zu grossem Öffnungswinkel wird zwar eine

breite Naht geschweisst, das Ergebnis ist aber ein zu kleines a-Mass. Auf der anderen Seite wird mit einer Strichraupe schnell ein grosses a-Mass erreicht, allerdings besteht dort die Gefahr, dass der Wurzelpunkt nicht richtig erfasst wird.

Achten Sie auf Zwischenbleche

Auch bei typischen Zweiholmtreppen aus Hohlprofilen werden häufig wichtige Details vergessen. Nach EN 1993-1-8 wird nur mit einem Zwischenblech die Tragfähigkeit erreicht, die der Querschnittstragfähigkeit entspricht - also eine hundertprozentige Auslastung der Profile.

CONSTRUCTION D'ESCALIERS

> d'exécution (EXC). Auparavant, le choix de celle-ci était régi par la norme SIA 263/1, avec les qualifications des fabricants H1 à H5. A présent, c'est la norme EN 1090 qui doit impérativement être appliquée. Le spécialiste en statique doit donc déterminer l'EXC, et dispose pour cela d'une certaine marge de manœuvre. Par exemple, si une halle en acier est réalisée en EXC2, le chemin de roulement de grue éventuel doit être en EXC3, et l'escalier reliant le bureau et la halle de fabrication peut dans certains cas être en EXC1. Toutefois, en l'absence de toute détermination, cet escalier doit être réalisé en EXC2, ce qui génère un surcroît de travail considérable.

Mesurer aussi les marches

Un problème des calculs statiques découle indirectement du tableau 24 de la norme SN EN 1090-2, qui prescrit un CND complémentaire pour les cordons de soudure EXC2 et supérieurs. Pour estimer s'il doit

procéder à ces contrôles, le fabricant a besoin du taux d'utilisation de ces cordons. Ces détails sont bien souvent absents des calculs statiques des marches. Par souci de sécurité, la coordination en soudage du constructeur métallique devrait ainsi prévoir un contrôle par ressuage (PT) ou une magnétoscopie (MT). L'absence de ces indications est sans doute due à la méconnaissance de la norme par le spécialiste en statique. Il faut donc lui mentionner le problème. Pour les structures simples, l'Aide-mémoire TK 006 - Classes d'exécution pour les constructions métalliques selon SN EN 1090-2 (disponible gratuitement à l'adresse www.smu.ch) > Construction métallique > Information technique > Technique > Fiches techniques. Les marches, qu'elles soient en bois ou en grilles métalliques, doivent elles aussi être mesurées ou homologuées. Là encore, d'importantes incertitudes subsistent, et donc peu de solutions concrètes. Le constructeur métallique

doit dans tous les cas réaliser correctement le support des marches. Pour les solutions constructives, il doit opter pour la sécurité afin que sa proposition soit acceptée sans autre vérification.

Considérer la forme des cordons de soudure

La statique comprend à la base la représentation de certains détails, qui sont naturellement laissés à l'appréciation du fabricant ou doivent être définis en étroite collaboration par le spécialiste en statique et le constructeur métallique. Bien souvent, le prix « usuel » ne permet pas de définir soigneusement les petits détails. La responsabilité passe donc au constructeur métallique. Les graphiques montrent une partie des renforts d'escalier, pour laquelle une «soudure d'angle complète» avec une gorge de 6 mm doit être réalisée. Les soudures d'angle sont uniquement autorisées lorsque l'angle d'ouverture des bords mesure entre 60

et 120°. Les angles inférieurs doivent être considérés comme une soudure bout à bout à pénétration partielle, les angles supérieurs doivent faire l'objet d'une vérification. L'annexe E (EN 1090-2) fournit davantage d'indications sur cette question. Les graphiques mettent en évidence un problème pratique : du côté avec l'angle trop important, un cordon large est soudé, mais la gorge qui en résulte est trop petite. De l'autre côté, une passe tirée permet d'obtenir rapidement une gorge importante, mais la racine risque de ne pas être réalisée correctement.

Attention aux tôles intermédiaires

Même avec les escaliers à double limon classique en profilés creux, des détails importants sont souvent négligés. Selon la norme EN 1993-1-8, seule une tôle intermédiaire permet d'obtenir la portance correspondant à la résistance de la section transversale, à savoir une contrainte maximale sur les profilés. La tôle intermédiaire

Das Zwischenblech würde das Ebenbleiben der Querschnitte in diesem Bereich erzwingen. Der Nachweis ohne Blech müsste nach EN 1993-1-8, Tabelle 7.16 erfolgen.

Über das Problem von falschen Dübelverankerungen und anderen Anschlüssen an Massivbautragwerke wurde bereits ausführlich berichtet.

Nutzen Sie Software nur für die Vorbemessung

Zur Vorbemessung von Treppen gibt es eine Vielzahl von Programmen, darunter einige, die kostenlos im Internet zum Beispiel als Excel-Datei verfügbar sind. Diese Programme berechnen normalerweise sehr einfach das maximale Moment in Feldmitte und stellen es dem ertragbaren elastischen Moment gegenüber. Diese Rechnung ist fast genauso einfach mit einer Handrechnung möglich; aber eben nur als Vorbemessung. Für normenkonforme statische Nachweise inklusive aller Details reichen auch die meisten Statikprogramme nicht aus, schaut man genauer in gute Berechnungen, findet man einige Handrechnungen, bei denen mithilfe mechanischer Gesetze einzelne Details beschrieben werden.

Fazit: Bilden Sie sich weiter

Diese Beispiele zeigen, dass statische Berechnungen häufig zu wenig auf Details eingehen und auch, dass vielen Metallbaumeistern problematische Details häufig nicht bekannt sind. Besuchen Sie deshalb regelmässig Fortbildungen, um auf dem Laufenden zu bleiben, und senden Sie Ihre Mitarbeiter zu Meistervorbereitungen und anderen Seminaren, bei denen auf diese wichtigen Dinge Wert gelegt wird.

Sprechen Sie mit Ihrem Statiker über Details – das hilft beiden Seiten, ein besseres Verständnis für die gegenseitigen Probleme zu entwickeln.

Das Fachregelwerk Metallbauerhandwerk – Konstruktions-
technik enthält im Kap. 2.35 wichtige Informationen zum
Thema «Gebäudetreppen».



Einmal durchdachte
Lösungen lassen sich
immer wieder umset-
zen und zeigen, dass
der Metallbaumeister
ein Fachmann ist. ■

contraindrait les sections à rester planes dans cette zone. La vérification sans tôle devrait se faire selon le tableau 7.16 de la norme EN 1993-1-8. Le problème des mauvais ancrages par chevilles et des autres raccords sur les gros ouvrages porteurs a déjà été étudié en détail.

N'utiliser l'informatique que pour le pré-dimensionnement

De nombreux logiciels existent pour le pré-dimensionnement des escaliers ; certains sont disponibles gratuitement sur Internet, par exemple au format Excel. Ils permettent normalement un calcul très simple du couple maximal au milieu de la travée, puis le comparent au couple élastique supportable. Ce calcul est presque aussi facile à réaliser à la main, mais uniquement pour le pré-dimensionnement. La plupart des logiciels ne permettent pas de calculs statiques conformes à la norme avec tous les détails ; si l'on observe les bons calculs de plus

près, on découvre quelques calculs à la main dans lesquels certains détails ont été décrits à l'aide de lois mécaniques.

Conclusion :

miser sur la formation continue

Ces exemples montrent que les calculs statiques sont souvent trop sommaires, et que de nombreux constructeurs métalliques ne connaissent pas les détails problématiques. Il faut donc se former régulièrement pour rester au courant de l'actualité et envoyer ses collaborateurs aux préparations à la maîtrise ainsi qu'à d'autres séminaires, qui accordent une large place à ces questions importantes. Parler des détails avec le spécialiste en statique permet de développer une meilleure compréhension mutuelle des problèmes. Des solutions bien pensées peuvent toujours être appliquées et attestent du professionnalisme du constructeur métallique. ■