

Studenten entwickeln Profilbiegemaschine für Lernende

Zwei Studenten der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) haben in ihrer Bachelorarbeit eine Maschine entwickelt, die Walzen, Biegen und Abkanten vereint. Der Zusammenbau soll durch Lernende im Metallbaubetrieb erfolgen.

Text und Bilder: Michael Frei / Mathias Kleefoot

Seit einigen Monaten tüfteln Michael Frei und Dominic Nyffeler an ihrer Idee, eine neuartige Profilbiegemaschine auf den Markt zu bringen. Die Maschinentechnik-Studenten der ZHAW School of Engineering schliessen diesen Sommer ihr Bachelorstudium ab. Sie haben sich zum Ziel gesetzt, eine Profilbiegemaschine als Bausatz für den Metallbausektor zu erstellen. Zusammenbauen sollen ihn Lehrlinge. Was anfangs nur eine Idee auf Papier und ein paar Handskizzen waren, entwickelte sich im Verlauf der Arbeit zu einem ersten Prototyp und schliesslich zu einem ausgereiften Entwurf einer vielseitig einsetzbaren Biegemaschine.

Industriepartner an Land geholt

Die beiden Studenten formten ihre Ideen zunächst auf Handskizzen. Dabei ist ein grobes Konzept einer den Anforderungen entsprechenden Profilbiegemaschine entstanden. Die Hauptdisziplin eines Ingenieurs – das Berechnen und Auslegen der Maschinenelemente – erfolgte anschliessend via CAD-Zeichnungen und Finite-Elemente-Methoden auf ihren Rechnern. So konnten die Studenten für jedes Bauteil bestimmen, ob es den Belastungen standhält und ob es für den Einsatz richtig dimensioniert ist.

Auf der Suche nach Industriepartnern gelang es Michael Frei und Dominic Nyffeler, zwei Firmen für ihr Projekt zu begeistern. In der firmeneigenen Werkstatt der Briner AG bauten



Michael Frei (links) und Dominic Nyffeler bauen ihren Prototyp in der Briner AG.
Michael Frei (à g.) et Dominic Nyffeler construisent leur prototype chez Briner AG.

FORMATION

Des étudiants développent une machine de cintrage de profilés pour des apprentis

Dans leur travail de Bachelor, deux étudiants de la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) ont développé une machine capable de plier, de cintrer et de chanfreiner, que des apprentis en construction métallique assembleront.

Depuis quelques mois, Michael Frei et Dominic Nyffeler bricolent sur leur idée consistant à lancer une machine novatrice de cintrage de profilés. Les étudiants en génie mécanique à la ZHAW School of Engineering

terminent leur cursus de Bachelor cet été. Ils se sont fixé pour objectif de construire une machine de cintrage de profilés en kit pour le secteur de la construction métallique. Des apprentis devront l'assembler. Ce

qui n'était au début qu'une idée sur papier et quelques croquis manuscrits est devenu au fil des travaux un premier prototype et enfin l'ébauche arrivée à maturité d'une machine de cintrage polyvalente.

Partenaire industriel identifié

Les deux étudiants ont d'abord couché leurs idées sur des croquis tracés à la main. Il en a résulté un concept sommaire d'une machine de cintrage de profilés conforme aux exigences.

Die zusammengebaute Profilbiegemaschine mit einer Auswahl an machbaren Teilen.

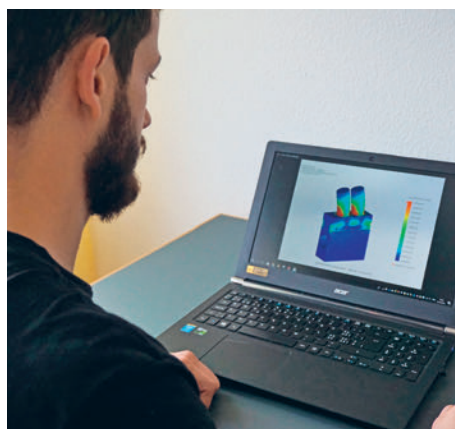
La machine de cintrage de profilés assemblée et une sélection de pièces réalisables.



die Studenten den Prototyp auf und testeten die Maschine. Mit den Ergebnissen aus diesen Tests haben sie dann weitere Anpassungen für das Endprodukt vorgenommen. Das Know-how erarbeiteten die Studenten in Kooperation mit dem Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung (ZPP) der ZHAW und der Müller Metallbau, die ihrerseits auch die Anforderungen des Marktes und nötiges Fachwissen in das Projekt einbrachte.

Biegemaschine ist für KMU gedacht

Das Biegen von Profilen, im Speziellen das Rohrbiegen, ist keine neue Erfindung. Wieso lohnt es sich, einen Fokus auf dieses Gebiet zu setzen? «Unsere neu entwickelte Maschine vereint das Biegen, Walzen und Abkanten von Profilen wie Rohr-, Flach- und Kantenprofile», erklärt Michael Frei.



Michael Frei berechnet die Belastungen mit FEM-Programmen.

Michael Frei évalue les sollicitations à l'aide de logiciels de calcul en éléments finis.

Im Metallbau kommt das Umformen von Profilen oft zur Anwendung. Deren Einsatzgebiete sind sehr vielseitig. Die wohl häufigste Anwendung ist das Rohrbiegen von Geländern. In der heutigen Zeit werden die Profile meistens von einer grossen Biegefirma eingekauft. «Selbst sehr einfache Geometrien müssen bestellt werden, da die grossen CNC-Biegemaschinen für eine Metallbaufirma nicht rentabel sind», so Dominic Nyffeler. «Trotzdem kommt es oft vor, dass das gelieferte Profil bei der Endmontage noch angepasst werden muss oder eine einmalige Fertigung eines Geländers notwendig ist.» Die Profilbiegemaschine wurde genau für dieses Segment gebaut. Sie ist sehr kompakt konstruiert und soll auch auf Baustellen transportierbar sein.

«Der Einsatz der Maschine deckt nicht alle Möglichkeiten der CNC-gesteuerten Maschinen >

Les deux futurs ingénieurs se sont acquittés de leur tâche principale, le calcul et le dimensionnement des éléments de la machine, à l'aide de dessins de CAO et de la méthode des éléments finis sur leurs ordinateurs. Les étudiants ont ainsi pu déterminer que chaque pièce résiste aux sollicitations et qu'elle est bien dimensionnée pour son utilisation.

Alors qu'ils recherchaient un partenaire industriel, Michael Frei et Dominic Nyffeler sont parvenus à susciter l'enthousiasme de deux entreprises pour leur projet. Les

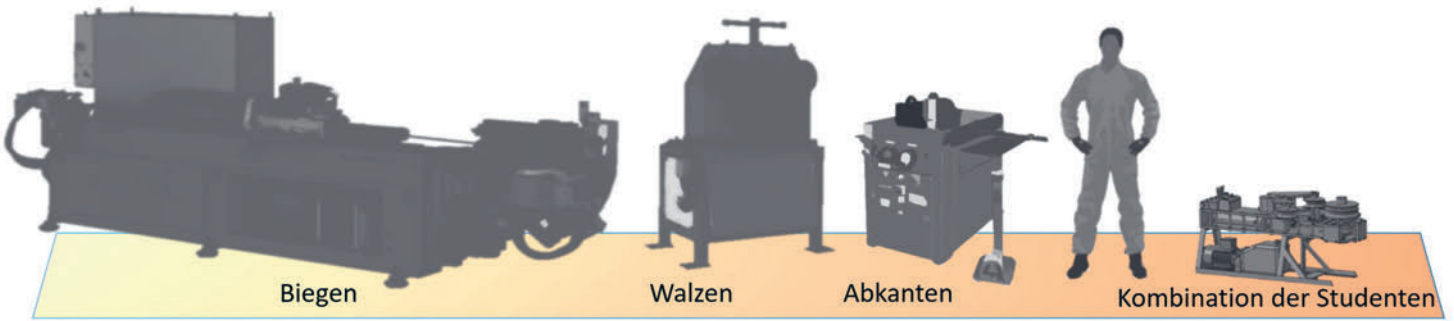
étudiants ont construit le prototype de la machine et l'ont testé dans l'atelier de Briner AG. Les résultats des essais leur ont permis d'affiner le produit final. Les étudiants ont développé leur savoir-faire en coopération avec le Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung (ZPP) (Centre de développement de produits et de processus) de la ZHAW et avec Müller Metallbau qui a fait bénéficier au projet du savoir-faire technique nécessaire et des connaissances relatives aux exigences du marché.

Une machine de cintrage destinée aux PME

Le cintrage de profilés, en particulier le cintrage de tubes, n'est pas une nouveauté. Pourquoi décider alors de se concentrer sur une telle activité ? « La machine que nous avons développée allie cintrage, pliage et chanfreinage de profilés tels que des tubes, des profilés plats et des profilés à arêtes », explique Michael Frei.

Le formage de profilés s'utilise souvent en construction métallique. Son champ d'application est très vaste. L'application la plus fréquente

concerne le cintrage des tubes destinés à des balustrades. À l'heure actuelle, les profilés sont la plupart du temps achetés auprès d'une grande entreprise de cintrage. « Même les géométries très simples doivent être commandées, car les grandes machines de cintrage à commande numérique ne sont pas rentables pour une entreprise de construction métallique », souligne Dominic Nyffeler. « Il arrive toutefois souvent que le profilé livré doive être ajusté lors du montage final ou qu'une fabrication unique de la balustrade soit nécessaire. » La machine de cintrage de profilés a >



Im Vergleich: CNC-50-Biegemaschine von YLM, Walzmaschine von juwei, Abkantmaschine von Welsch und die Kombinationsmaschine der Studenten (v.l.n.r.).

Comparaison : machine de cintrage CNC 50 YLM, machine de pliage Juwei, machine de chanfreinage Welsch et la machine combinée des étudiants (de g. à dr.).

> ab, soll jedoch als eine Ergänzung im Metallbau fungieren», sagt Michael Frei. «Das stärkste Rohr, welches gebogen werden kann, ist das 5/4-Zoll-Rohr aus Chromstahl.» Weil die Maschine so klein ist, verzichten die Studenten gänzlich auf das Dornbiegen. Der Dorn ist eine Stützung im inneren des Rohrs, damit keine Querschnittsveränderungen stattfinden. «Ohne den Dorn müssen wir auf das Verhältnis von Wanddicke, Rohrdurchmesser und Biegeradius achten», so Dominic Nyffeler. «Als Beispiel dazu: Der minimale Biegeradius für ein 5/4-Zoll-Rohr sind 110 mm. Dies reicht in den meisten Fällen völlig aus.»

Die komplette Steuerung haben die Studenten hydraulisch gelöst. Sie verfügt über einen Biege- sowie einen Walzzyylinder mit je einer maximalen Anpresskraft von zehn Tonnen.

Zusammenbau als Aufgabe für Lernende

Zusammenbauen sollen die Maschine Lernende in Firmen des Metallbausektors. Auf Bestellung erhalten die Firmen einen Satz mit allen nötigen Teilen. «Das Kit beinhaltet alle Hydraulikkomponenten, die Klein- und Einkaufsteile sowie die Fräs-, Dreh-, und Schneidteile, welche ein Metallbau-Lernender nicht selber fertigen kann», sagt Michael Frei. Die Auszubildenden können die gesamte Maschine gemäss einer vorgegebenen Dokumentation zusammenbauen. «So üben sie das Lesen von Plänen und trainieren beim Bohren, Schweißen, Schneiden und Schleifen ihre Fähigkeiten im Umgang mit der Metallbearbeitung», sagt Dominic Nyffeler. «Zudem lernt der Auszubildende, eigene Bauteile zu konstruieren und nach vorgegebener Methodik und Ablaufplan zu arbeiten.» Denn nicht alles ist fixfertig. Beispielsweise muss der Lernende ein Gestell für die Maschine selber erarbeiten. Er lernt, ei-

nen Plan zu erstellen und danach das Gestell für die Biegemaschine in die Praxis umzusetzen. Dadurch kann die Maschine optimal den Anforderungen und Verhältnissen bzw. Einsatzbedingungen in der Firma angepasst werden.

Der Lernende übt gleichzeitig, mit der Profilbiegemaschine umzugehen, führt die Inbetriebnahme und das Testing der Maschine durch. «Dadurch weiss der Lehrling mit der Maschine umzugehen, sodass er in der Firma quasi ein Fachmann für die Biegung von Profilen ist», so Michael Frei. Schlussendlich profitiert der Betrieb in zweierlei Hinsicht: Erstens ist er im Besitz einer kostengünstigen und vielseitig einsetzbaren Profilbiegemaschine, womit er Rohre und Profile selbständig biegen kann. Zweitens bietet er seinen Auszubildenden eine spannende und lehrreiche Aufgabe.

Den Bausatz für Lehrlinge gibt es zu bestellen unter www.die-biegemaschine.com ■

FORMATION

> justement été conçue pour ce segment. Très compacte, elle doit également être transportable sur des chantiers.

« Bien que notre machine ne couvre pas toutes les possibilités des machines à commande numérique, elle est censée les compléter en construction métallique », affirme Michael Frei. « Le tube le plus robuste pouvant être cintré est le tube de 5/4 de pouce en acier chromé. » Comme la machine est très compacte, les étudiants renoncent totalement au cintrage au mandrin. Le mandrin sert de raidisseur à l'intérieur du tube pour empêcher toute modification de sa section transversale. « Sans le mandrin, il faut faire attention au rapport existant entre l'épaisseur du tube, son diamètre et le rayon de cintrage », indique

Dominic Nyffeler. « À titre d'exemple, le rayon de cintrage minimal d'un tube de 5/4 de pouce est de 110 mm, ce qui est amplement suffisant dans la plupart des cas. »

Les étudiants ont opté pour une commande entièrement hydraulique. Elle dispose d'un vérin de cintrage et d'un vérin de pliage d'une force de pression maximale de 10 tonnes chacun.

L'assemblage, un exercice pour les apprentis

Les apprentis d'entreprises du secteur de la construction métallique devront assembler la machine. Ces entreprises peuvent commander un kit contenant toutes les pièces nécessaires. « Le kit comprend tous les composants hydrauliques, les petites pièces et les pièces achetées, ainsi

que les pièces fraisées, tournées et coupées qu'un apprenti en construction métallique ne peut fabriquer lui-même », explique Michael Frei. Une documentation distribuée aux apprentis leur permettra d'assembler la machine. « Ils s'exercent ainsi à la lecture de plan et affûtent leurs aptitudes en construction métallique en s'entraînant au perçage, au soudage, à la coupe et au meulage », ajoute Dominic Nyffeler. « L'apprenti apprend en outre à concevoir ses propres pièces et à les travailler d'après une méthodologie et un calendrier prédéfinis. » Car tout n'est pas livré clé en main. L'apprenti doit notamment concevoir lui-même un support pour la machine. Il apprend à élaborer un plan, puis à mettre en place en situation réelle le support pour la machine de cintrage.

Celle-ci peut alors être adaptée de façon optimale aux exigences, aux conditions et à l'utilisation au sein de l'entreprise.

L'apprenti apprend à la fois à utiliser la machine de cintrage de profilés, la met en service et la teste. « L'apprenti se familiarise ainsi avec la machine, si bien qu'il devient pratiquement le spécialiste du cintrage dans l'entreprise », affirme Michael Frei. L'entreprise en profite doublement : d'une part, elle possède une machine de cintrage de profilés polyvalente et bon marché qui lui permet de cintrer elle-même des tubes et des profilés et d'autre part, elle propose à ses apprentis un exercice captivant et instructif.

Le kit pour apprentis peut être commandé sur : www.die-biegemaschine.com ■