

In der «metall» vom April 2009 erschien die technische Reportage über den frisch renovierten Geschäftshauskomplex an der 20 Gracechurch Street in London. In dieser Ausgabe wird die Abwicklung der dreidimensionalen CAD-Technik unter Einsatz eines parametrischen Solidmodelers durchleuchtet. Schliesslich stellte die Aufspaltung der Produktion auf fünf verschiedene international verteilte Werkstätten entsprechende Anforderungen. Text: Redaktion, Bilder: psMetalltechnik

Dass dieses technisch sehr komplexe Bauwerk, welches in fünf verschiedenen Unternehmungen und somit an fünf verschiedenen Standorten bearbeitet wurde, ohne grössere Schwierigkeiten, mit einer Fehlerrate gegen null, realisiert werden konnte, ist unbestritten auf die komplexe, ganzheitliche 3D-Planung zurückzuführen. Die Planung wurde mehrheitlich mit SolidWorks, einem parametrischen 3D-CAD der neuesten Generation erstellt. Diese Grundlage ermöglichte eine nach Baugruppen geordnete Aufspaltung der gesamten Planunterlagen und somit auch klare Abgrenzungen im Herstellungs- und Montageprozess. Weitere Vorteile verzeichnete diese planerische Grundlage bei der Montage. Durch die interaktive, geschossweise Darstellung der einzelnen Komponenten wurde es möglich, dem Montageablauf entsprechend, die elektronischen 3D-Montagepläne direkt auf den Laptop des Montageleiters zu leiten. Durch die einfachere Identifizierung der Bauteile konnte ein sonst beträchtlicher Entflechtungsaufwand in Grenzen gehalten werden.

Ablauf der Planung

Untenstehend sind die verschiedenen aufeinanderfolgenden Planungsphasen aufgeführt.

1. Entwurfsphase

Als Erstes erfolgte die Erstellung der Detail-

schnitte. Anstelle von Handskizzen wurde in der Entwurfsphase für die Detailkonstruktion 2D-CAD eingesetzt; diese Details dienten auch als Grundlage für die Korrexpäne (28 Stück). In der Entwurfsphase wurden fünf verschiedene Varianten geprüft, verworfen, neu entwickelt und schlussendlich genehmigt. Diese Prozeduren waren mit einem 2D-Programm schneller und einfacher abzuwickeln. Im Variantenstudium sind parallel zur Schnittkonstruktion 3D-Modelle erstellt worden. Einerseits um die Konstruktion zu prüfen, andererseits dienten diese anstelle von Mock Up's (Muster-elementen) dem Kunden und den Architekten als Visualisierung.

2. Nach der Schnittplangenehmigung

Jetzt erfolgte die Erstellung der 3D-Modelle (Teile und Baugruppen) aufgrund der 2D-Schnittzeichnungen. Aus den 3D-Modellen wurden alle Fabrikationszeichnungen (238 Stück) generiert.

Zu erwähnen ist, dass SolidWorks kein Zeichnungsprogramm im eigentlichen Sinn ist. Grundsätzlich wird auf den drei Arbeitsebenen Teil, Baugruppe und Zeichnung gearbeitet.

Was ist ein Teil?

Zeichnungen werden nicht aus Geometrie-elementen erstellt, so wie wir es uns gewohnt sind. Im Solidmodeler werden Teile erstellt, an welchen über die integrierte Parametrik «intelligent» Bearbeitungen angebracht werden. Da-

raus werden Varianten erzeugt, indem beispielsweise verschiedene Längenmasse aus Tabellen oder einfachen Formeln, gesteuert werden.

Was ist eine Baugruppe?

Die Einzelteile werden in Baugruppen verbaut (Bsp. Bild 4) und in verschiedenen Zuständen dargestellt (Typen). Diese Baugruppen werden dann auf einer höheren Ebene verbaut. Vorteil: Änderungen, z.B. an Verschraubungen, werden zentral durchgeführt und wirken sich überall dort aus, wo das entsprechende Teil verbaut ist. Diese «Oberbaugruppen» sind hierarchisch aufgebaut, mit Teilen und Unterbaugruppen als Inhalt.

Was ist eine Zeichnung?

Die Teile und Baugruppen werden in abgeleiteten Zeichnungen fabrikationsgerecht dargestellt. In der Zeichnung werden Ansichten, Schnitte, Abwicklungen, Tabellen etc. aus den Modellen generiert. Diese werden in Zeichnungen «gelayoutet», vermasst, beschriftet. Grundsätzlich wird in abgeleiteten Zeichnungen nur ausnahmsweise «gezeichnet».

Abgeleitete Zeichnungen übernehmen immer an Teilen oder Baugruppen durchgeführte Änderungen. Daraus entsteht der Vorteil, dass die Änderungen jeweils nur an einem Ort durchgeführt werden müssen. Diese Anpas-

L'INFORMATIQUE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

Un taux d'erreur proche de zéro

Le reportage technique sur le complexe commercial récemment rénové au 20, Gracechurch Street à Londres est paru dans le *metall* d'avril 2009. Nous examinerons dans cette édition l'exécution de la technique CAO en trois dimensions avec un modèleur 3D paramétrique.

Il est vrai que la répartition de la production dans cinq ateliers de pays différents représentait un défi considérable.

C'est indéniablement grâce à une planification entièrement en 3D que ce bâtiment techniquement très complexe, conçu dans cinq entreprises différentes et donc en cinq lieux différents, a pu être réalisé sans grande difficulté avec un taux d'erreur proche de zéro. La planification a

principalement été élaborée avec SolidWorks, un logiciel CAO 3D paramétrique de dernière génération. On a pu, sur cette base, répartir l'ensemble des plans en assemblages et établir des limites claires dans le processus de production et de montage. Cette base de planification a montré

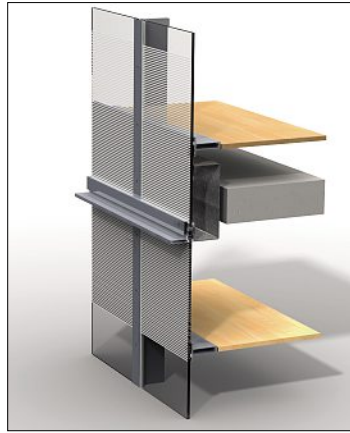
d'autres avantages lors du montage. La représentation interactive par étage des différents composants a permis de piloter les plans électroniques de montage en 3D, selon son déroulement, directement sur l'ordinateur portable du directeur de montage. L'identification simplifiée des

éléments a permis de limiter les effets de la division des tâches.

Déroulement de la planification

Les phases successives sont présentées ci-dessous.

>



<< Die interaktive, gezielte Darstellung der gewünschten Komponenten schaffte Übersicht bei der Montage, was schlussendlich viel Zeit einsparte.

La représentation interactive ciblée des composants souhaités a permis la vue d'ensemble lors du montage, ce qui a fait gagner beaucoup de temps.

< Im Variantenstudium sind 3D-Modelle anstelle von Mock Up's (Musterelementen) verwendet worden.

On a utilisé des modèles 3D au lieu de Mock Up's (éléments types) pour l'étude de variantes.

sungen werden von allen Teilen, deren Varianten, Baugruppen und den daraus abgeleiteten Zeichnungen übernommen.

Beispiel anhand der Pfostenprofile

Hierarchiestufe 1

Der Pfosten wird als Teil aufgebaut, mittels Parametrik werden im vorliegenden Fall 14 verschiedene Typen erzeugt. (Siehe Bild 2)

Hierarchiestufe 2

Der Pfosten wird in einer Unterbaugruppe mit

den dazugehörigen Teilen (Befestigungswinkel, Schrauben etc.) ausgestattet. (Siehe Bild 4+5)

Hierarchiestufe 3

Die Unterbaugruppe Pfosten wird geschossweise verbaut, inklusive der Bausituation, der Unterkonstruktionen, der Bleche und Gläser.

(Siehe Bild 6+7)

Begriffserklärung

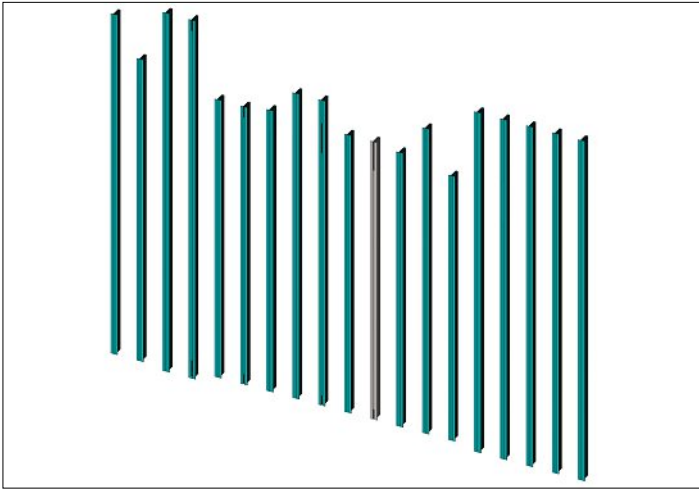
Solidmodeler / Volumenmodellierer

Dies sind volumenbasierte 3D-Konstruktionsprogramme, entwickelt Mitte der 90er Jahre. Sie werden vor allem im Industriesektor eingesetzt.

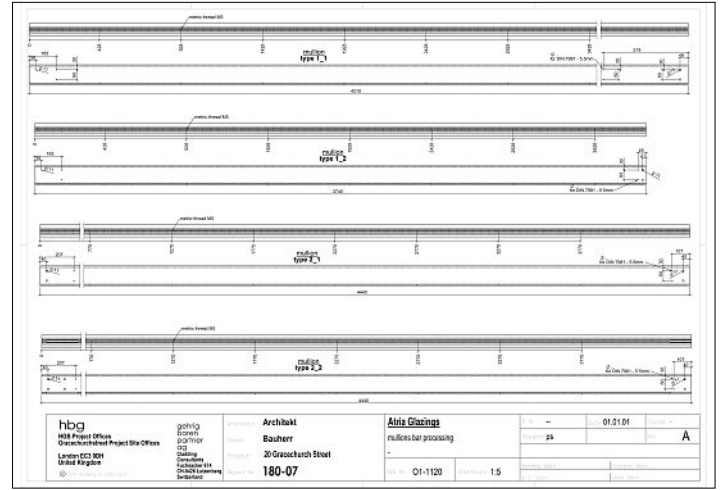
Hier ist die Umstellung von 2D-CAD zur 3D-Konstruktionssoftware in vollem Gange oder zu einem grossen Teil bereits abgeschlossen. Einige dieser 3D-Anwendungen unterstützen heute die 64-Bit-Betriebssysteme, in welchen viel grössere Modelle als in 32-Bit-Systemen bearbeitet werden können.

Parametrik

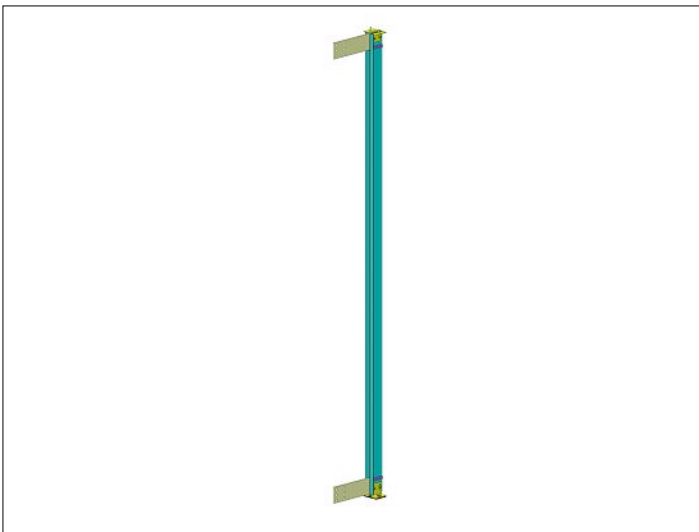
Dies sind Masse, Zustände etc. welche nicht konstant sondern variabel sind. Sie werden im 3D-CAD von aussen durch Tabellen gesteuert. Beispielsweise bei einem Riegelprofil sind die Masse von Länge, Lochabstände etc. und die >>



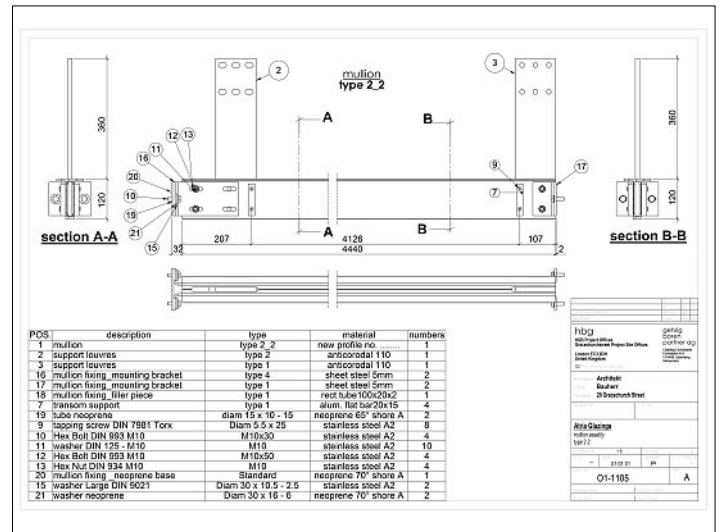
Die Pfosten werden jeweils als Teil aufgebaut. (Bild 2)
Création de chacune des pièces poteaux. (Image 2)



Zeichnungsableitung Stabkarten
Dérivée de mise en plan



Darstellung Pfosten mit Konsolen (Bild 4)
Représentation des poteaux avec consoles (Image 4)



Ableitung Zusammenbauzeichnungen der Pfosten (Bild 5)
Dérivée des mises en plan de l'assemblage des poteaux (Image 5)

L'INFORMATIQUE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

> 1. Esquisse

On a tout d'abord établi les coupes de détails. Dans la phase d'esquisse, on a utilisé la CAO en 2D au lieu de croquis pour la construction de détails qui ont servi de base aux plans Korrex (28 objets). Durant cette phase, cinq variantes ont été testées, rejetées, de nouvelles ont été développées et finalement autorisées. Gérer ces procédures était plus rapide et plus simple avec un programme 2D. Dans l'étude de variantes, des modèles 3D ont été réalisés en parallèle à la construction en coupe. Il s'agissait d'un côté de tester la construc-

tion, mais ils ont aussi remplacé les Mock Up's (éléments types) pour la visualisation par le client et l'architecte.

2. Après l'autorisation des plans en coupe

Les modèles 3D (pièces et groupes de construction) ont alors été créés sur la base des coupes 2D. Tous les dessins de fabrication (238 objets) ont été générés d'après les modèles 3D. Rappelons que SolidWorks n'est pas réellement un programme de dessin. On travaille principalement sur trois niveaux : pièce, assemblage, et mise en plan.

Qu'est-ce qu'une pièce ?

Les mises en plan ne sont pas composées d'éléments géométriques comme nous en avons l'habitude. Des pièces sont créées dans le modèleur et sont ensuite travaillées de façon « intelligente » par la paramétrique intégrée. Des variantes sont créées dont les différentes mesures sont éditées via des tableaux ou des formules simples.

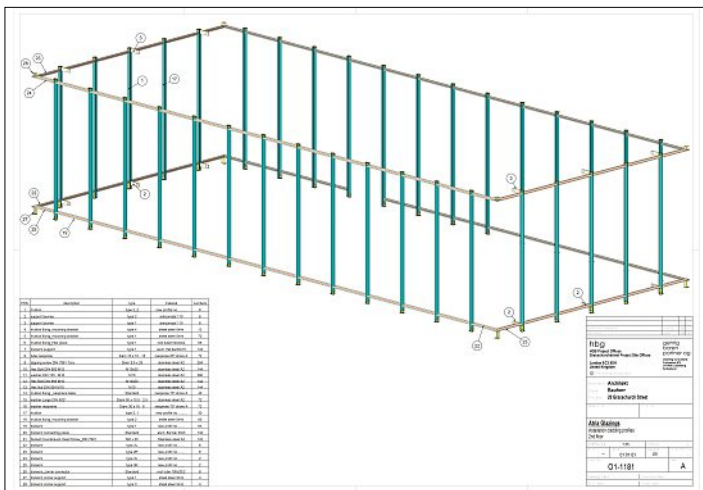
Qu'est-ce qu'un assemblage ?

Les différentes pièces sont utilisées en assemblage (ex. image 4) et représentées en différentes situations (types). Ces assemblages sont ensuite

utilisés à un niveau supérieur. Avantage : les changements, par ex. sur des vis, sont menés de façon centrale et se font partout où la pièce est utilisée. Ces « superassemblages » sont disposés de façon hiérarchique, avec pièces et sous-assemblages comme contenu.

Qu'est-ce qu'une mise en plan ?

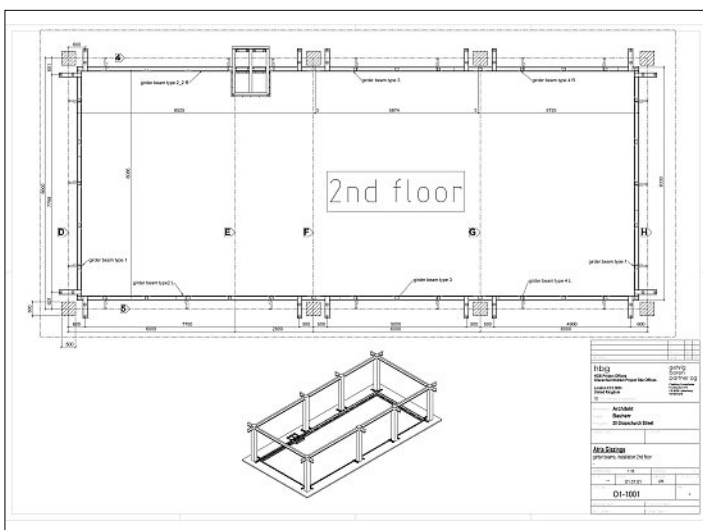
Les pièces et assemblages sont représentés tels qu'ils le seront réellement dans des mises en plan dérivées. Dans la mise en plan, les vues, coupes, finitions, tableaux, etc. sont générés à partir du modèle. Ils y sont agencés, cotés et listés. On ne « des-



Zeichnungsableitung Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Stückliste ergibt beispielsweise die Packliste für ein Geschoss. (Bild 6)

La dérivée des mises en plan de la construction poteaux-traverses avec liste des objets donne par exemple la liste des éléments pour un étage.

(Image 6)



Zeichnungsableitung Montage UK, inkl. Bausituation (Bild 7)

Dérivée des mises en plan pour le montage UK, avec situation de construction.

(Image 7)

sine » en principe que rarement dans les mises en plan dérivées. Les modifications effectuées sur les pièces ou assemblages sont toujours reprises dans les mises en plan dérivées. Il en résulte l'avantage qu'on ne doit apporter les modifications qu'en un seul endroit. Elles sont reprises par toutes les pièces, leurs variantes, assemblages et les mises en plan qui en sont dérivées.

Exemple d'un profilé de poteau

Niveau hiérarchique 1

La pièce poteau est créée. Dans le

cas présent, 14 types différents sont conçus à l'aide de la paramétrie. (Voir image 2)

Niveau hiérarchique 2

Le poteau est installé dans un sous-assemblage avec les pièces lui correspondant (angle de renfort, vis, etc.). (Voir image 4+5)

Niveau hiérarchique 3

Le sous-assemblage poteau est utilisé étage par étage, avec la situation de la construction, les sous-contructions, les tôles et les vitres. (Voir image 6+7)

>

INTERVIEW

8 Fragen an den Planer Paul Strasser



Paul Strasser, psMetalltechnik, 8463 Benken

Herr Strasser, als Planer des Atriums an der 20 Gracechurch Street in London arbeiten Sie seit Jahren mit komplexen 3D-CAD-Programmen und leben dadurch eine gewisse Vorreiterrolle. Was weckte in Ihnen diesen Pioniergeist? Eigentlich steht die dreidimensionale Betrachtungsweise dem Menschen ja viel näher als die zweidimensionale. Wir sehen alles dreidimensional. Diese Tatsache hat mich motiviert, die 3D-Technik zu lernen und zu vertiefen.

Wie sehen Sie den Entwicklungstrend im Metallbau? Früher wurde die gesamte metallbauerische Arbeitsleistung in einer Werkstatt erbracht. Dadurch war es auch möglich, schwierige Passteile zusammenzufügen, zu kontrollieren oder allenfalls anzupassen. In einem modernen Herstellungsprozess kann es durchaus sein, wie beim Objekt 20 Gracechurch Street London, dass einzelne zu derselben Konstruktion gehörende Bauteile in verschiedenen Produktionsstätten hergestellt werden und diese erst auf der Baustelle aufeinandertreffen.

Was meinen Sie damit? Diesem Bedürfnis müssen wir Rechnung tragen. Das Prinzip des austauschbaren Bauteils ist aus dem Maschinenbau bekannt und hat auch in unserer Branche an Bedeutung gewonnen. Es erfordert höchste Planungssicherheit, gewährt dafür beinahe grenzenlose Möglichkeiten.

Arbeiten Sie nie nur auf zweidimensionaler Ebene? Doch, natürlich! Bevor ich eine dreidimensionale Planung aufnehme, lege ich zweidimensionale Schnitte und konstruiere. Zum Teil geschieht dies jedoch auch nur skizzenhaft. Bei Ausführungsplanungen strebe ich wenn immer möglich an, die zweidimensionale Vorplanung so früh wie möglich zu verlassen und auf die dreidimensionale Ebene zu wechseln.

Wie haben Sie sich diese Kenntnisse angeeignet? Das Ganze ist ein nicht zu unterschätzender Lernprozess. Auch ich habe mit Kleinteilen wie Konsolen usw. angefangen. Ich hatte das Glück, im Laufe der Zeit immer komplexere Aufträge abwickeln zu können. So entwickelte ich mich stetig.

Welche Planungsprogramme wenden Sie an? Für die zweidimensionale Planung AutoCAD, für die dreidimensionale Planung SolidWorks.

In der Branche herrscht offensichtlich die Meinung, dass 3D-Planung nur für geometrisch komplexe Konstruktionen sinnvoll und wirtschaftlich ist. Teilen Sie diese Meinung? Grundsätzlich schon: für ein einzelnes einfaches Gelände oder eine einzelne Türe macht dies kaum Sinn. Jedoch eignet sich die 3D-Planung nicht nur für anspruchsvollste Geometrien, sondern auch für Bauteile mit hohen Wiederholungsraten (Variantenkonstruktion) oder Konstruktionen mit grossem Anteil an Abkantblechen. Gerade für die Blechbearbeitungstechnik (Lasern, Biegen usw.) generiert die 3D-Planung riesige Vorteile. Denn Abwicklungen, Klinkungen und vieles mehr sind automatisiert und reduzieren den AVOR-Aufwand drastisch.

Ist eine dreidimensionale Planung viel aufwändiger als eine zweidimensionale? Je komplexer die Bauteile, desto günstiger ist die 3D-Planung im Verhältnis. Dazu kommt, dass mit einer dreidimensionalen Planung fehlerhafte Teile nahezu gänzlich vermieden werden.

> Zustände wie Klinkung, Gehrungsschnitt etc. gesteuert. Die Parametrik erlaubt die Erzeugung beliebiger Typen eines Teils.

Referenzen

Dies sind Beziehungen, welche die Geometrielemente untereinander führen. Ein Bohrdurchmesser ist beispielsweise auf den Schraubendurchmesser referenziert. Wird die Schraubengröße geändert, ändert sich der Lochdurchmesser automatisch.

Technische Daten

Schnittpläne aus 2D-CAD: 28 Stück

Elementpläne aus 3D-CAD: 238 Stück
 Anzahl Komponenten: 21 911 Stück
 Einzeln vorkommende Teile: 86 Stück
 Unterbaugruppen: 3575 Stück
 Hierarchietiefe: 5

Die Systemvorteile im Überblick

- Hoher Freiheitsgrad in der Konstruktion, nicht durch Applikation limitiert
- Fehlerreduktion
- Durchgängigkeit
- Parametrik Variantenkonstruktion
- Blechfunktionalität, Stücklisten
- Tools für Profilkonstruktionen mit

Schnittlisten

- Simulation (Kinematik)
- FEM-Berechnungen (Festigkeit, Strömung, Wärme)
- Visualisierung (photorealistisch)

Die Systemnachteile im Überblick

- Metallbau-übliche Schnittplanung macht dualen Arbeiten notwendig (2D-CAD)
- keine integrierten Metallbautools (Stahlbau teilw. erhältlich)
- hoher Schulungsaufwand ■

INTERVIEW

8 questions au planificateur Paul Strasser

Monsieur Strasser, en tant que planificateur de l'atrium du 20 Gracechurch Street à Londres, vous travaillez depuis des années avec des programmes complexes de CAO 3D et faites par conséquent figure de précurseur. Qu'est-ce qui a éveillé en vous cet esprit pionnier ?

La perspective en 3D est en fait beaucoup plus humaine que celle en 2D. Nous voyons tout en trois dimensions. Cette constatation m'a motivé à apprendre et approfondir la technique 3D.

Selon vous, comment évolue la construction métallique ?

Avant, l'ensemble du travail avait lieu dans un atelier. Cela rendait possible l'assemblage, le contrôle ou éventuellement l'adaptation de pièces difficiles. Il est tout à fait possible, dans un processus de production moderne comme pour l'objet 20 Gracechurch Street à Londres, que des éléments d'une même construction soient fabriqués dans des lieux différents et ne se rencontrent qu'une fois sur le chantier.

Que voulez-vous dire par-là ?

Il faut prendre cela en compte. Le principe de l'élément interchangeable, connu dans la construction de machines, a aussi pris de l'importance dans notre branche. Il demande certes une très grande sûreté de planification, mais il ouvre des possibilités quasi infinies.

Ne travaillez-vous jamais à un niveau seulement bidimensionnel ?

Si, bien sûr ! Avant d'entreprendre une planification 3D, je fais des

coupes 2D et je construis, même si c'est parfois seulement sous forme de croquis. Pour les planifications d'exécutions, j'essaie autant que possible de quitter au plus vite la pré-planification 2D pour passer au niveau 3D.

Comment vous êtes-vous approprié ces connaissances ?

Il ne faut pas sous-estimer le processus d'apprentissage. J'ai moi aussi commencé avec de petites pièces comme des consoles, etc. Avec le temps, j'ai eu la chance de réaliser des mandats toujours plus complexes. Je me suis ainsi développé en continu.

Quels programmes de planification utilisez-vous ?

AutocAD pour la planification 2D, et SolidWorks pour la planification 3D.

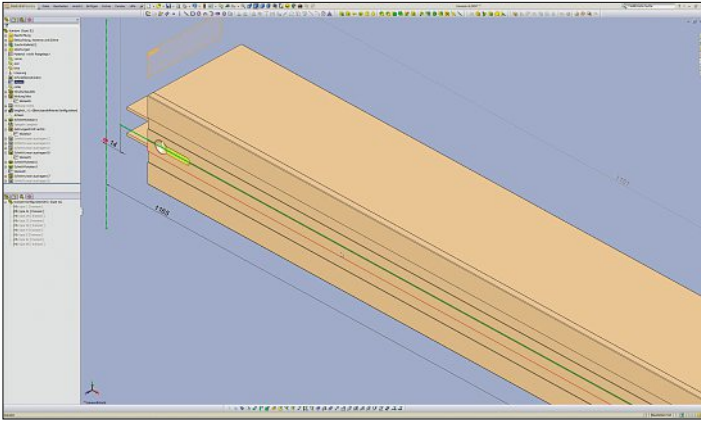
L'opinion dominante dans la branche est apparemment que la

planification 3D n'a de sens et n'est économique que pour des constructions géométriques complexes. Qu'en pensez-vous ?

En principe, oui : pour une simple balustrade ou une porte seule, cela n'a aucun sens. Cependant, la planification 3D ne se prête pas qu'aux géométries de haut vol, mais aussi aux éléments fortement récurrents (construction de variantes) ou aux constructions avec beaucoup de tôleries. La base de planification 3D génère des avantages énormes pour la tôlerie (laser, pliage, etc.). Car exécutions, encastresments et autres sont automatisés et réduisent de beaucoup l'effort de préparation.

Une planification 3D demande-t-elle plus d'efforts qu'une 2D ?

Plus les éléments sont complexes, plus la planification en 3D est rentable. De plus, elle permet d'éviter presque entièrement les pièces défectueuses. ■



Die Parametrik erlaubt die Erzeugung beliebiger Typen eines Teils.

La paramétrie permet de créer à volonté différents types d'une même pièce.

L'INFORMATIQUE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

> Explication des termes

Modeleur 3D / modeleur de volumes

Ce sont des programmes de construction 3D basés sur les volumes, développés au milieu des années 90. Ils sont surtout utilisés dans l'industrie. Le passage du 2D au 3D des logiciels de construction est en cours et en grande partie achevé. Les systèmes d'exploitation 64 bits supportent aujourd'hui certaines de ces applications 3D, ce qui permet de travailler sur des modèles bien plus gros que dans les systèmes 32 bits.

Paramétrie

Ce sont les dimensions, situations, etc. variables. Dans la CAO 3D, ils sont pilotés de l'extérieur par des tableaux.

Dans le cas du profilé d'un verrou, les dimensions de longueurs, distance des trous, etc. et les situations comme l'encastrement, la coupe en biais, etc. sont pilotés. La paramétrie permet de créer à volonté différents types d'une même pièce.

Références

Ce sont les relations que les éléments de géométrie ont entre eux. Un diamètre de perçage est, par exemple, référencé sur le diamètre de vis. Si la taille de vis est modifiée, le diamètre de perçage est automatiquement modifié.

Données techniques

Plans en coupe en CAO 2D :

28 objets

Plans d'élément en CAO 3D :

238 objets

Nombre de composants :

21'911 objets

Pièces uniques :

86 objets

Sous-assemblages :

3'575 objets

Niveaux de hiérarchie :

5

Avantages du système

- Grande liberté dans la construction, non limitée par l'application
- Réduction des erreurs
- Cohérence
- Paramétrie - construction de variantes
- Fonctionnalité tôle, nombre d'objets
- Outils pour construction de profilés avec listes de découpes
- Simulation (cinématique)
- Calculs FEM (résistance, courant, chaleur)
- Visualisation (photoréaliste)

Désavantages du système

- Les plans en coupe habituels dans la construction métallique contraignent à un travail CAO 2D.
- Aucun outil de construction métallique intégré (construction acier disponible en partie)
- Effort de formation important. ■