



moderne industrie

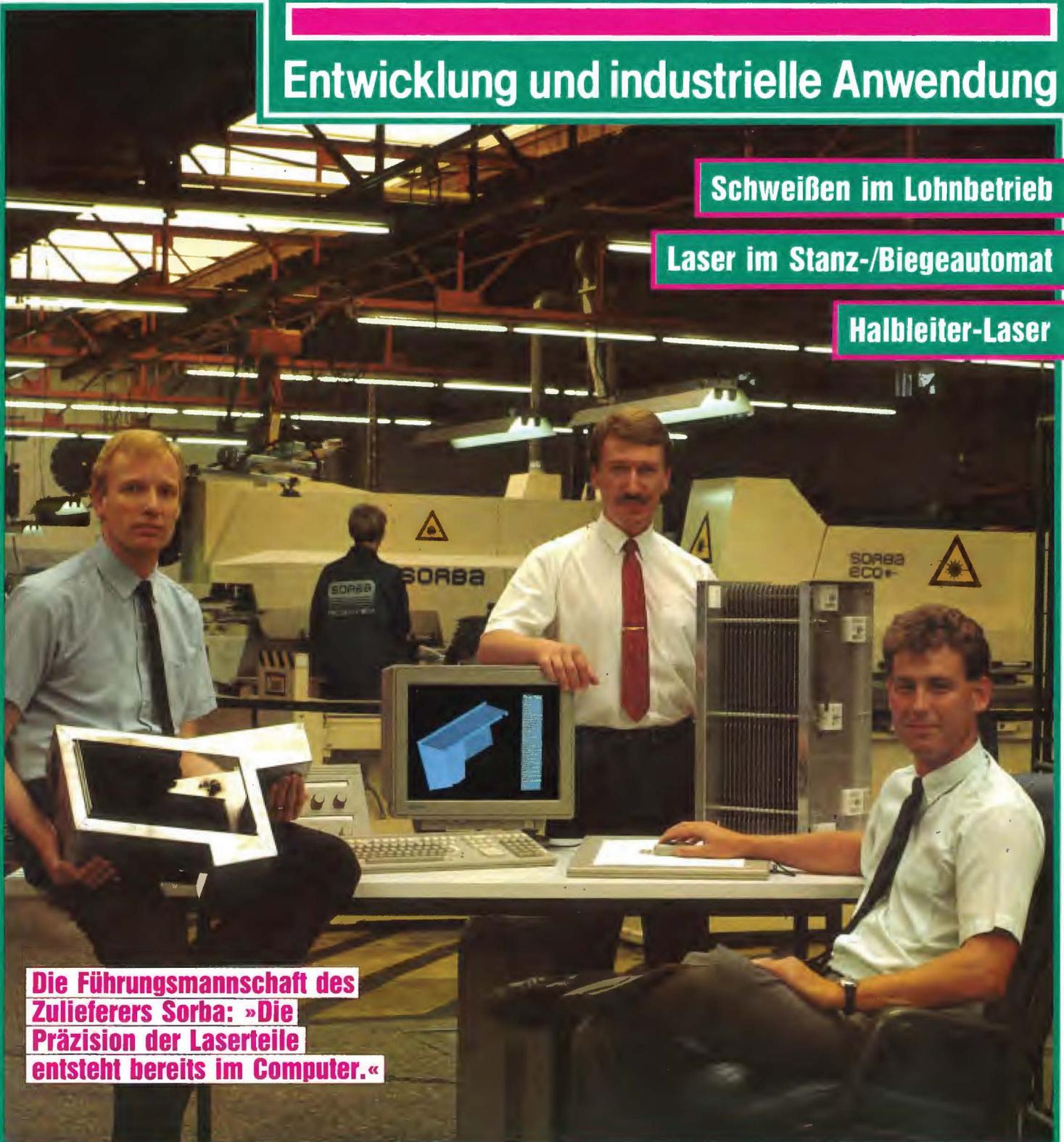
# LASER

Entwicklung und industrielle Anwendung

Schweißen im Lohnbetrieb

Laser im Stanz-/Biegeautomat

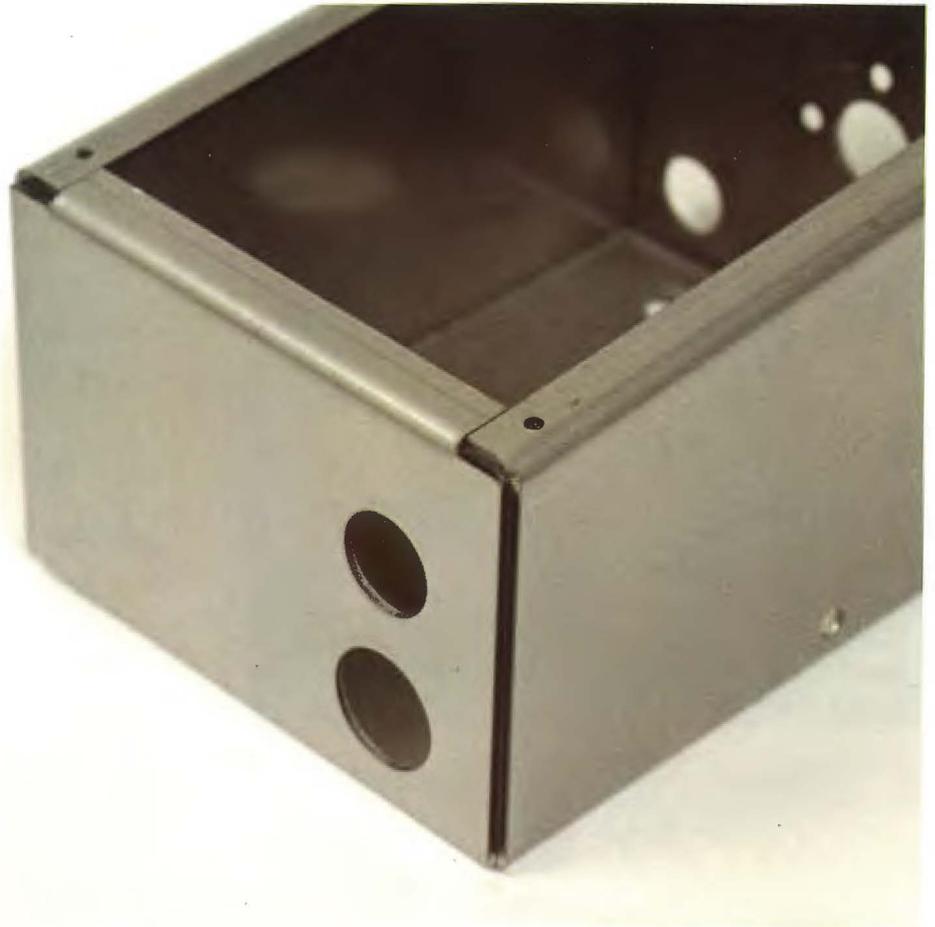
Halbleiter-Laser



**Die Führungsmannschaft des Zulieferers Sorba: »Die Präzision der Laserteile entsteht bereits im Computer.«**

# Der schnelle Weg zum Prototyp

Von Zulieferern für Blechteile sind Komplettlösungen gefordert. Sie müssen ihre Organisation darauf einstellen. CAD/CAM-Systeme in Verbindung mit Laseranlagen helfen Zeit und Kosten sparen. Bild: Sorba



Von Lohnbetrieben kann man bei vielen Zulieferbetrieben nicht mehr sprechen. Immer häufiger werden komplette Produkte einschließlich Oberflächenbehandlung und Montage verlangt - meist auch noch Just-in-time ausgeliefert. Einzelne Bearbeitungsverfahren wie zum Beispiel das Laser-Schneiden werden daher in immer komplexere Fertigungsstrategien integriert.

Seit über 40 Jahren ist Sorba in Winterswijk (nahe der deutschen Grenze) als Zulieferer von Teilen aus Blech tätig. Das holländische Unternehmen zählt zu den ersten Unternehmen in Europa, die auf den industriellen Einsatz des Lasers beim Schneiden von Blechen gesetzt haben.

Die Produktpalette reicht von Gestellen, Chassis und Spezialgehäusen bis hin zu Präzisionsblechteilen für technische Anwendungen. Die Aufträge kommen aus Branchen wie der Computerindustrie, der Meß- und Regeltechnik, der

elektrotechnischen und elektronischen Industrie, aber auch aus der Transporttechnik und Luftfahrt sowie der Lüftungs- und Klimatechnik. Verarbeitet werden insbesondere Stahl (auch verzinkt und aluminierter), rostfreier Stahl und Aluminium.

Stanzen oder Laser-Schneiden? Oder beide Bearbeitungsverfahren auf einer Maschine? Das ist bei Sorba Präzisionsblecharbeiten kein Diskussionspunkt mehr. Der Maschinenpark läßt immer das für das Teil und die Bearbeitungsauf-

gabe optimale Bearbeitungsverfahren zu:

- Das CNC-gesteuerte Laser-Schneidzentrum 1050 GE (von Behrens) arbeitet mit einem 1000-W-CO<sub>2</sub>-Laser. Mit ihm lassen sich Bleche aus St 37 bis zu einer Dicke von 6 mm schneiden. Bei rostfreiem Stahl liegen die Grenzen im Bereich von 4 bis 5 mm.
- Die CNC-Revolverstanze V20 Plus 1050 GE (Behrens) ist für den automatischen Wechsel von 18 beziehungsweise 25 Werkzeugen mit einem Revolverteller ausgestattet. Auf ihr werden Bleche bis zu einer Dicke von 4 mm bearbeitet.
- Das Behrens CNC-Blechbearbeitungszentrum 625 L ermöglicht das Revolverstanzen (25 Werkzeuge) und das Laser-Schneiden in einer Werkstückaufspannung (maximale Materialdicken: 6 mm).

Auch diese Maschine verfügt über einen 1000-W-CO<sub>2</sub>-Laser.

Wesentliche Vorteile sieht Dipl.-Ing. Robert J. Goedhart, Direktor von Sorba Präzisionsblecharbeiten, beim Laser-Schnitt:

- Beim Laser-Schneiden von Werkstoffen bis zu 3 mm Dicke ist die Bearbeitungszeit im Vergleich zum Nibbeln kürzer.
- Eine Nacharbeit erübrigt sich in den meisten Fällen.
- Es müssen keine Spezialwerkzeuge angefertigt werden.
- Die Einstellzeiten sind kürzer, weil keine Werkzeuge benutzt werden.
- Die Qualität und die Genauigkeit von Konturformen und der Konturlöcher sind höher.
- Da keine Kräfte auf das Material einwirken, ist die Flachheit des Teils voll gewährleistet.
- Teile lassen sich aus anderen, besser geeigneten Werkstoffen herstellen.
- Die Schnittlinien können ohne Korrekturen bis in die schärfsten Winkel programmiert werden.

»Seine besondere Stärke spielt der Laser aber bei der Prototypenfertigung aus«, sagt Robert Goedhart. »So liefert unser CAD/CAM-System beispielsweise ein CNC-Programm, das bei Prototyp-Teilen vorsieht, daß der Laser entlang einer Biege- oder Kantline Schlitzte einbringt. Der so perforierte Zuschnitt kann anschließend von Hand abgekantet oder gebogen werden. Wenn heute eine Anfrage bei uns eingeht, dann bietet uns das CAD/CAM-System und der Laser die Möglichkeit, bereits mit dem Angebot ein



**Dipl.-Ing. Robert J. Goedhart, Sorba Präzisionsblecharbeiten:** »Nur mit Hilfe von computerisierten Produktionssteuerungssystemen lassen sich die Durchlaufzeiten beherrschen.«

fertiggebogenes Musterteil mitzuschicken.«

Die Produktentwicklung und Prototypfertigung wird für Sorba zu einer immer wichtigeren Dienstleistung. »Derzeit sieht es so aus, als ob die großen Unternehmen beginnen, sich mehr auf ihre strategischen Kernaktivitäten zu konzentrieren«, führt Robert Goedhart hierzu aus. »Diese Kunden suchen Zulieferanten, die komplette Teilprodukte liefern können - oftmals unter Hinzuziehung weiterer Zulieferanten - beispielsweise bei Kunststoffteilen. Wenn dann die Auslieferung auch noch Just-in-time erfolgen soll, wird der Zulieferant benötigt, seine



**Dipl.-Ing. Johan van Eijden, Sorba Engineering:** »Spätere Änderungen bringen hohe Kosten und große Verzögerungen in der Entwicklungs- und Produktionszeit mit sich.«

Organisation entsprechend anzupassen.«

Bei der Produktentwicklung ergibt sich innerhalb der Sorba-Gruppe eine enge Zusammenarbeit mit Sorba Engineering.

#### Just-in-time erfordert angepaßte Organisation

Hier setzen die Holländer auf eine Produkt-Partnerschaft. Für Dipl.-Ing. Johan van Eijden, Direktor von Sorba Engineering, ist hierzu eine enge Verbindung zwischen Auftraggeber und Zulieferbetrieb erforderlich: »Bei konventionellen Beziehungen zwischen Auftraggeber und Zulieferbetrieb handelt es sich meist nur um eine Übertragung von Produktbeschreibungen, beispielsweise in Form von Zeichnungen. Unser Ziel ist es, in der gesamten Kette - also von der Konzeption über die Prototypentwicklung bis hin zur Produktion und Auslieferung - unser Know-how mit einzubringen.«

»Wir sind im Stande, mit Hilfe eines äußerst modernen dreidimensionalen Solid-Modelling-CAD-Systems die Entwicklungszeiten für Prototypen drastisch zu reduzieren«, führt er weiter aus. »Für Arbeiten wie Zeichnen, Erstellen des CNC-Programms für den Prototypen, Fertigung des Prototyps und so weiter, für die sonst beispielsweise drei Wochen benötigt wurden, fallen heute oftmals nur zwei bis drei Tage an. Das installierte Produktsteuerungssystem ermöglicht die genaue Planung und Überwachung der Prototypen- und Serienprodukte.«



**Ein exakter Zuschnitt** per Laser oder Revolverstanze erleichtert auch die Arbeit an der CNC-Abkantpresse. Das Probieren mit verschiedenen Biegeradien gehört der Vergangenheit an. Bilder: Sorba

# CAD/CAM bestimmt den Zuschnitt

Die Ermittlung eines exakten Zuschnittes von komplexen abgekanteten Blechkonstruktionen ist mit viel Rechenarbeit verbunden. Wird dann aus irgendwelchen Gründen die Blechdicke abgeändert, dann geht die Arbeit wieder von vorne los. Eine neue CAD/CAM-Software von Sorba zeigt hier einen neuen Weg auf. LASER sprach mit Carel J. W. Th. van Sorgen, Direktor vom Sorba Technology Center.

**Warum hat Sorba eine eigene CAD/CAM-Software für die Blechbearbeitung entwickelt?**

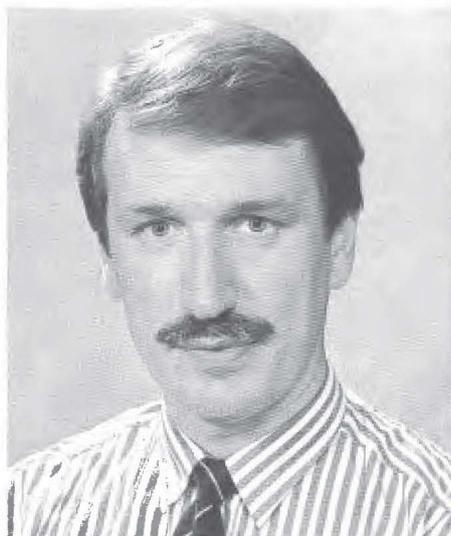
Wir haben anfangs mit einem normalen Programmiersystem gearbeitet, das wie alle anderen Systeme davon ausgeht, daß die Zuschnittbemaßung bekannt ist. Bei der Programmierung von Zuschnitten für abzukantende Teile, die bei uns überwiegend anfallen, gab es aber Probleme, die einfach nicht in den Griff zu bekommen waren.

**Welche Probleme sind das?**

Die gleichen, wie sie auch heute noch in allen Betrieben vorkommen: Es wird manuell eine Berechnung des Zuschnittes gemacht, wobei der Biege-Radius und die nominale Materialdicke - beispielsweise zwei Millimeter - berücksichtigt wird. Entsprechend dieser Daten wird das Teil dann programmiert und anschließend geschritten beziehungsweise gestanzt. Nach dem Probekanten gibt dann das anschließende Vermessen darüber Auskunft, ob mit der Zuschnittberechnung die vorgesehene Höhe beziehungsweise das gewünschte Außen- oder Innenmaß erreicht wurde und die Lochbilder innerhalb der zulässigen Toleranzen liegen. In der Praxis wird dann das Produkt mindestens ein oder zwei Mal im Detail korrigiert - mit hohen Kosten und vielen verlorenen CNC-Maschinen-Stunden.

Abweichungen bei der Höhe - beziehungsweise bei den Außen- und Innenmaßen - werden meist durch Wahl eines anderen Biegeradiuses ausgeglichen, weil der produzierte Zuschnitt bezüglich der Bemaßung gleich bleibt, das Material sich aber in der Dicke gemäß DIN 1541 im Bereich zwischen Null und zehn Prozent der nominalen Blechdicke ändern kann. Es wird also viel probiert, um zu einem optimal möglichen Ergebnis zu kommen.

Seit ungefähr 1980 war ich daher auf der Suche nach einem Programmiersy-



**Carel J. W. Th. van Sorgen:** *»Selbst bei Unternehmen, die sonst sehr gute Zeichnungen liefern, kommt es immer wieder vor, daß gerade kritische Maße fehlen oder die Angaben unklar sind.«*

stem, daß auch bei gekanteten Teilen anhand der geometrischen Daten des Endproduktes das CNC-Programm für den Zuschnitt selbsttätig generiert. Da es eine solche Software nicht gab, mußten wir sie selbst entwickeln. Mein Gedanke war dabei, daß es möglich sein müßte, auf Basis von Höhe, Breite und Tiefe das Endprodukt zu beschreiben und das Herstellen des Zuschnittes aufgrund von Faktoren wie wirkliche Materialdicke, exakter Biegeradius und Art des Materials dann dem System zu überlassen. Bei Änderungen eines oder mehrerer dieser Faktoren sollte es nur ein paar Rechnersekunden dauern, bis die neue Zuschnittberechnung vorliegt.

**Seit ungefähr 1981 arbeiten Sie jetzt an Origami, seit Anfang 1988 nutzen Sie es in der eigenen Fertigung. Bei welchen Werkstücken kann es seine Stärken ausspielen?**

Unser CAD/CAM-System, das wir auf der »Blech 88« in Essen der Öffentlich-

keit vorstellen werden, ist für die Präzisionsblechbearbeitung gedacht - also nicht für den Klima- und Lüftungsbau. Es sei denn, hier spielen Zehntel von Millimetern eine Rolle.

Die Software ist so ausgelegt, daß zunächst die entsprechenden Ansichten mit den jeweiligen Lochbildern erstellt werden. Diese werden dann durch einfache Befehle an den Biegelinien miteinander verknüpft. Mit der Angabe von Material, Materialdicke und Biegeradius errechnet das System selbsttätig alle anderen erforderlichen Maße.

**Welche weiteren Möglichkeiten bietet Origami?**

Es zeigt zum Beispiel die einzelnen Biegevorgänge. Die räumliche Darstellung des Endproduktes in Shaded-view-Technik berücksichtigt auch die Materialdicken, so daß bei der Darstellung der einzelnen Abkantungen bis ins Detail bereits auf dem Bildschirm erkennbar ist, ob das eine Blech wie gewünscht seitlich gegen das andere stößt, ob es auf dieses aufliegt oder ob sich die Kanten jeweils berühren. Es ist auch ersichtlich, ob es zu Problemen bei der Kantung kommt und die Biegefolge eventuell abgeändert werden muß.

Außerdem kann das räumlich dargestellte Blechteil beliebig im Raum gedreht werden. Hier zeigt sich dann zum Beispiel, ob durch die Wahl einer anderen Blechdicke eventuell Löcher für Blechschrauben verdeckt werden.

**Das System kann dem Konstrukteur aber nicht die Aufgabe abnehmen, das Teil so zu konstruieren, daß man es später auch abkanten kann.**

Solche Probleme sind aber auf unserem CAD/CAM-System bereits frühzeitig erkennbar. Und es bereitet keine Schwierigkeiten, eine bestimmte Gruppe - die zum Beispiel für das Problem verantwortlich ist - herauszugreifen, um diese in einem separaten Arbeitsgang zu fertigen und später an das Hauptbauteil zu fügen.

Origami kann zudem die Konstruktion durch eine Analyse-Funktion kritisieren. Dabei werden Fehler durch das System angezeigt und durch Texthinweise ver-

deutlich. So ist eine Fehlereleminierung relativ einfach möglich.

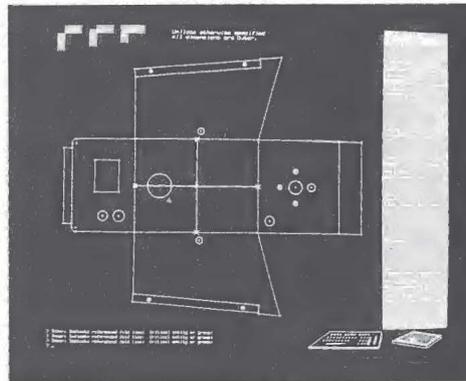
**Ein Problem blechverarbeitender Betriebe besteht darin, daß Änderungen bezüglich der Materialdicke getroffen werden...**

... und das bedeutete bisher, daß der Zuschnitt komplett neu zu berechnen und programmieren war. Bei unserem System ändern wir die Angabe »Materialdicke 1,5 mm« in »Materialdicke 2,0 mm« und das System liefert innerhalb weniger Sekunden die neuen Daten.

**Die Materialdicke von Blechen liegt innerhalb von gewissen Toleranzgrenzen. Treten in der Fertigung bei zwei hintereinander folgenden Blech-Chargen die beiden möglichen Extreme auf, so macht sich dies bei eng tolerierten Innen-/Außen-Maßen beziehungsweise Lochbildern negativ bemerkbar. Was ist, wenn der Maschinenbediener diese Dickendifferenzen erst vor Ort bemerkt?**

Im nächsten Jahr werden wir soweit sein, daß auch der Bediener über ein normales alphanumerisches Terminal - das ebenfalls für das Produktionssteuersystem genutzt wird - reagieren kann, wenn die Platine statt der vorgesehenen Materialdicke von 2,0 Millimeter nur eine solche von 1,92 Millimeter aufweist. In einem solchen Fall kann er den neuen Wert ins System eingeben und über DNC erhält er dann vom Rechner innerhalb kürzester Zeit ein auf Basis der neuen Daten ermitteltes CNC-Programm.

Eine der großen Stärken von Origami ist also, daß nicht nur größere Materialdickenänderungen - beispielsweise während der Konstruktionsphase - sondern auch gerade der Unterschied zwischen bestelltem und geliefertem Material schnell und effizient in das CNC-Programm aktiviert werden kann. Dadurch wird der Zuschnitt wieder auf Nominal gesetzt.



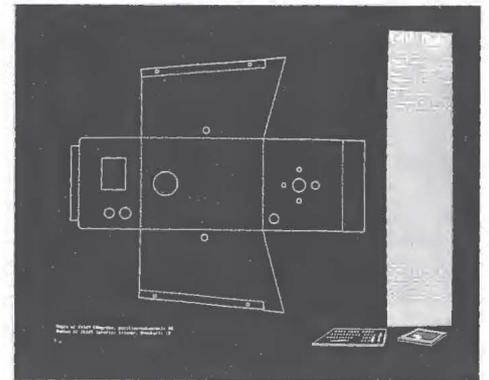
**Im »Restriction-Mode«** werden Detailänderungen vorgenommen. Hier sind auch optimale Eckenkonstruktionen für Schweißungen zu aktivieren.

**Welche Voraussetzungen erfordert Ihre Software von der Hardware-Seite her?**

Sie arbeitet auf Prime- und Vax-orientierten Rechnern; die Terminals sind von Tektronix.

**Inwieweit können Sie Konstruktionsdaten aus anderen CAD-Systemen übernehmen?**

Es ist zwar möglich, beispielsweise von AutoCAD oder Medusa Zeichnungsda-



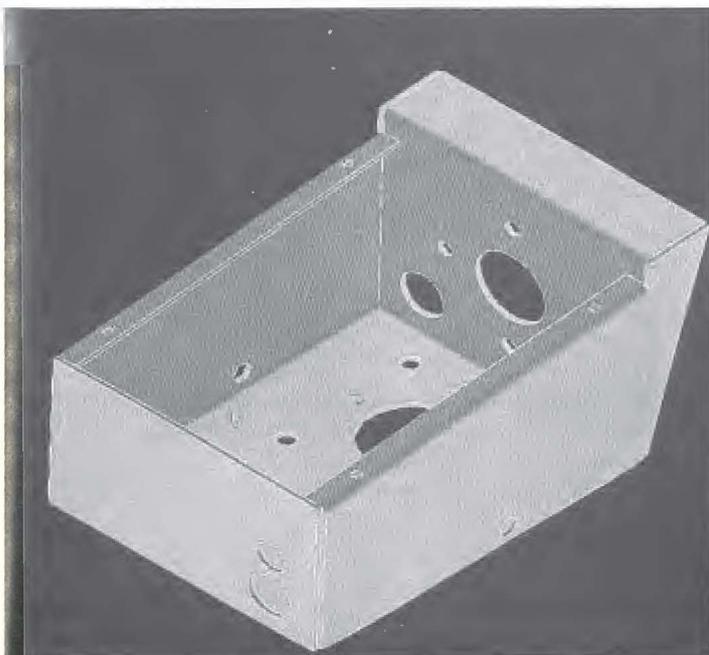
**Im »Edit-Mode«** können Biegewinkel Innen- und Außenradius beliebig abgeändert werden. Die Form des Zuschnitts bestimmt der Konstrukteur.

ten zu übertragen. In der Regel wird es aber leichter sein, das Teil auf unserem CAD/CAM-System neu zu konstruieren.

**Liefert Origami nur CNC-Programme für bestimmte Blechbearbeitungsmaschinen?**

Nein. Mit einem entsprechenden Postprozessor versehen ist Origami in der Lage, für jede Stanzmaschine - auch mit drehendem Werkzeug -, 2D-Laser-Schneidanlage oder Kombination CNC-Programme zu erstellen.

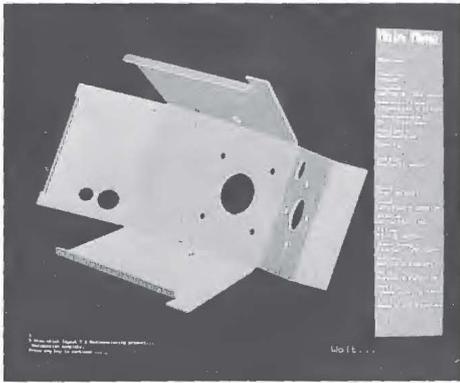
Für das kommende Jahr planen wir die Integration eines Software-Moduls, das es erlaubt, für ein Werkstück, daß mit seinen Ansichten, seinem Zuschnitt und seinen Biegungen konzipiert ist, einen Ausdruck der Abkantfolgen in der Art eines Comic-Strips zu erstellen. Die Eingabe der Daten in die CNC-Steuerung der Abkantmaschine wird in der ersten Pha-



**Computerbild und Wirklichkeit.** Das CAD/CAM-System liefert dem Konstrukteur bereits auf dem Bildschirm eine räumliche



Darstellung des gebogenen Zuschnitts, die bis ins Detail dem späteren Werkstück gleicht. Bilder: Sorba



**Halb gefaltetes Schaltergehäuse** mit einer Blechdicke von 2 mm. Die Biegeschnitte werden auf dem Bildschirm kontrolliert.

se noch über manuelles Eintasten erfolgen, aber auch an einer Lösung über die RS 232 arbeiten wir. Bei den derzeit in Gebrauch befindlichen CNC-gesteuerten Abkantmaschinen fehlt es jedoch häufig noch an einer entsprechend genormten Schnittstelle.

**Es gibt Abkantpressen, bei denen visuell am Display des Bedienpultes – beziehungsweise bereits am Programmierplatz – auf maschinenbezogene kritische Punkte in der Abkantfolge hinweisen wird. Erhält auch der Anwender von Origami diese Hilfe?**

Nein, denn die verschiedenen Eigenheiten der Vielzahl von möglichen Maschinen in einem Postprozessor zu berücksichtigen, ist zu komplex.

Außerdem ist eine automatische Kollisionskontrolle nur mit Solid Modelling zu erreichen und kostet sehr viel Rechnerzeit.

**Sie haben im Programm die Möglichkeit, zwischen Prototyp und Produktion zu wählen. Was verbirgt sich hinter dieser Funktion?**

Bei Prototyp wird das komplette Werkstück mit dem Laser geschnitten – entlang der Biegelinien wird der Zuschnitt wie eine Briefmarke mit kurzen Schlitzern geschnitten. Dieses Teil läßt sich dann

von Hand abkanten – ohne daß überhaupt eine Abkantmaschine erforderlich ist. Auf diese Weise läßt sich auch ein sehr komplexes Teil innerhalb von weniger als einer Stunde als Prototyp herstellen. Wenn es dann noch an bestimmten Stellen leicht geschweißt wird, haben Sie ein Teil, daß in seinen Abmessungen und im Gewicht dem späteren Serienteil entspricht. Auch Komponenten wie Schalter, Anzeigen und ähnliches lassen sich einbauen.

Wenn der Prototyp allen Anforderungen entspricht, muß im Programm nur die Einstellung »Produktion« gewählt werden, damit anhand des Werkzeugkataloges die erforderlichen Werkzeuge bestimmt werden können.

**Ist in Ihrer Software auch ein Schachtelprogramm integriert?**

An diesem Modul arbeiten wir derzeit noch, weil das Werkzeugmanagement zukunftsorientiert und für mehrere Maschinen geeignet sein muß. Bei reinen Laserteilen ist es relativ einfach, den gewünschten Zuschnitt durch beliebiges Drehen optimal – also mit dem geringstmöglichen Verschnitt – zu plazieren.

**Welche Auswirkungen hat die genauere Zuschnittsberechnung auf nachfolgende Arbeitsgänge?**

Wir können die mit unserem CAD/CAM-System konstruierten Teile so genau zuschneiden und abkanten, daß sehr oft Schweißungen ohne Zusatzmaterial möglich sind. Damit sparen wir auch Schleifarbeiten ein.

Wenn der Zuschnitt so genau ist, reicht es bei einem Teil, das keinen hohen Belastungen unterworfen wird, oftmals auch schon aus, den Zuschnitt exakt abzukanten und die aneinanderstoßenden Bleche von innen her punktweise leicht zu heften. Bei einer anschließenden Pulverlackierung ergibt der Lack eine solche schöne Oberfläche, daß man denkt, die Naht sei komplett geschweißt.

**Wie lange benötigt ein Konstrukteur, der bisher mit Zeichenbrett, Lineal, Zirkel und Bleistift gearbeitet hat, um mit Ihrem CAD/CAM-System arbeiten zu können?**

Origami wurde aus der Praxis für die Praxis entwickelt und das System kennt die Probleme der Konstrukteure. Ein Konstrukteur kann daher innerhalb einer Woche mit unserem System alles das machen, was er von der kreativen Seite



**Durch Zoomen** kann der Konstrukteur auch Details des späteren Werkstücks kontrollieren. Fehler werden frühzeitig erkannt.

her vorher auch gemacht hat – das Errechnen des Zuschnittes und das Neuerechnen bei Dicken- und Biegeradiusänderungen, das kann er dem System überlassen.

**In welcher Größenordnung bewegen sich die Kosten für Ihr CAD/CAM-Softwarepaket?**

Einschließlich der derzeit angebotenen Module liegen die Kosten bei rund 95 000 DM. Aus eigener Erfahrung wissen wir – im Gegensatz zu reinen Softwarehäusern –, welche Kosten heute in der Blechbearbeitung im Zusammenhang mit Musterfertigung, Nullserienbau, Fehlersuche, Programmabänderungen und der reduzierten Maschineneinschaltdauer der blockierten Produktionsmaschinen anfallen. Ich denke, daß sich unser System somit innerhalb eines Jahres bezahlt macht.



**Die Konstruktionsabteilung von Sorba Engineering** setzt seit Anfang 1988 auf das CAD/CAM-System Origami. Die Holländer werden es zur Blech '88 in Essen präsentieren.

Bilder: Sorba

**Bei einem CAD/CAM-System fällt eine Vielzahl zusätzlicher Daten an, die sich beispielsweise dazu nutzen lassen, um das Roh- und Endgewicht eines Teiles zu berechnen. Planen Sie auch die Entwicklung weiterer Software-Module in dieser Richtung?**

Ja. Origami wird uns später beispielsweise bei der Kalkulation so unterstützen, daß bereits während der Konstruktion der Produktpreis entsteht. ○

Aus der Nähe betrachtet:

# Was Sie heute von einem High-Speed Lasertrimmer erwarten

SORBA TECHNOLOGY CENTER  
POSTFACH 17  
7100AA-WINTERSWIJK  
HOLLAND  
TELEFON 0031 5430 20245 (TELEFAX 0031 5430 20365)

**Senden Sie bitte diese Informations Karte sofort zurück .**

Galvanometer-  
Einheit

Kontaktier-  
Ring

Austauschbare  
Handling-  
Systeme

Handler-  
Steuerung  
und Spannungs-  
versorgung

**Der neue Trend in Blech-Design  
und Produktion.**

**ORIGAMI<sup>®</sup> CAD/CAM  
für Präzision in der Blech Industrie**

Firma.....

Name.....

Adresse.....

Telefon.....

Telefax.....



Empfänger

Empfänger  
Postfach

Postleitzahl

Postamt

Land

**SORBA TECHNOLOGY CENTER  
POSTFACH 17  
7100 AA- WINTERSWIJK  
HOLLAND**

### ESI's Modell 4000 A bietet mehr

Wenn es darum geht, Dickschicht-Hybridschaltungen zu trimmen oder SMD-Schaltungen abzugleichen, zeigt das Modell 4000 A, was heute Stand der Technik ist. Durch eine ganze Reihe von Vorteilen, die es deutlich von anderen Systemen unterscheidet.

### Produktorientiertes Design

Das Modell 4000 A ist nicht nur schnell, es ist auch präzise. Die Geschwindigkeit und die Genauigkeit der Galvanometerstrahlableitung und des Meßsystems wurden ganz speziell für die Serienproduktion von Hybridschaltungen für Aktiv- und Passiv-Abgleich entwickelt.

Daneben ist es einfach zu bedienen. Gebaut für ein Maximum an Zuverlässigkeit und schnelle Wartung, verkürzt die problemlose Bedienung des Systems ganz entscheidend die Lernphase und verhindert Operatorfehler. Die intelligente Software ist Data Base orientiert. Die Menüsteuerung vereinfacht zusätzlich das Programmieren und die Bedienung.

### Kostensenkendes Design

Hohe Verfügbarkeit des Systems und kurze Reparaturzeiten durch die eingebaute Diagnose-Soft- und Hardware halten die Kosten während der gesamten Betriebszeiten niedrig. Modulares Design und der Einsatz von absolut zuverlässigen Komponenten

sind weitere Faktoren, die erheblich zur Kostenreduzierung beitragen.

### Was Sie erwarten, bietet Modell 4000 A

ESI's Modell 4000 A bietet Ihnen alles, was Sie von einem Lasertrimmsystem erwarten. Wenn Sie nach der neuesten Generation von Lasertrimmsystemen suchen, fragen Sie am besten ESI.



Electro Scientific Industries GmbH  
Nymphenburger Straße 70, 8000 München 2  
Telefon (0 89) 187033, Telex 5212333 esi d