

# LA TECHNOLOGIE DES FAISCEAUX

*DANS LE MONDE ENTIER*

  
**ALL WELDING**  
TECHNOLOGIES GROUP

 **PTR**  
PRÄZISIONSTECHNIK GMBH

 **SST**  
STEIGERWALD STRAHLTECHNIK GMBH

 **OXY**  
OXYTECHNIK GMBH & CO.KG

 **PTR**  
PRECISION TECHNOLOGIES INC.



# LA TECHNOLOGIE FAISCEAU D'ELECTRONS

La technologie faisceau d'électrons satisfait pleinement aux exigences en matière de qualité qui existent dans le domaine de l'ingénierie de l'assemblage et des surfaces. La partie centrale de tout système à faisceau d'électrons est le générateur dont le principe de construction est similaire à celui d'un tube cathodique de téléviseur.

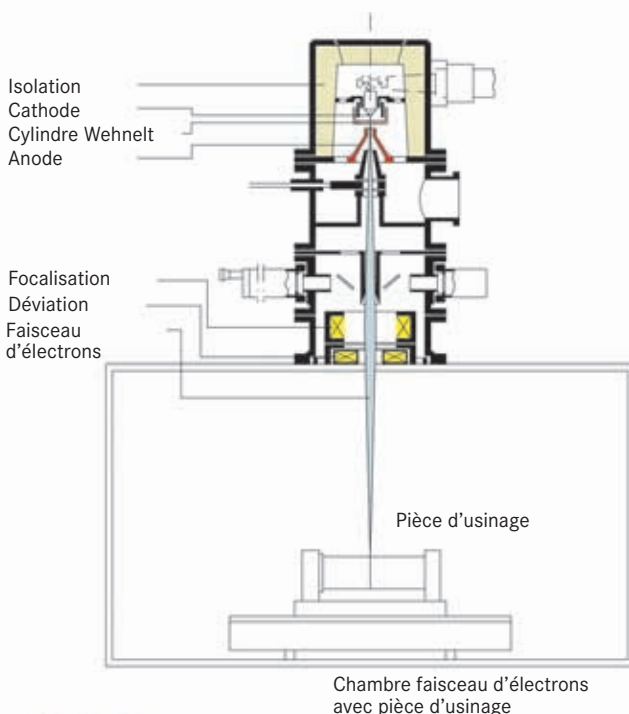
## Le faisceau d'électrons

La tension d'accélération et le courant de faisceau déterminent la puissance. Les systèmes électromagnétiques transforment le faisceau d'électrons (déviations et focalisation). La densité de puissance dans le faisceau ponctuel de travail fin peut aller jusqu'à  $10^8$  W/cm<sup>2</sup>. Tous les paramètres de faisceau peuvent être modifiés progressivement, avec précision et avec une vitesse élevée et ils adaptent le faisceau à la tâche d'usinage.

## Précision et reproductibilité

La stabilité du petit diamètre de faisceau dans le foyer constitue la base pour une précision géométrique élevée. Presque tous les paramètres de travail sont commandés électroniquement et ils peuvent être réglés sans problème par rapport à des tâches modifiées. Une excellente reproductibilité des résultats d'application découle de ces caractéristiques.

## Le générateur de faisceau d'électrons pour l'usinage sous vide (VEBW, Vacuum Electron Beam Welding)



## Rentabilité

Un rendement élevé, des vitesses de travail importantes et le mode opératoire sans contact expliquent l'excellente rentabilité de la technologie à faisceau d'électrons.

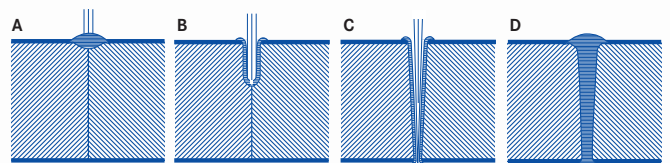
## Réductions des coûts

- Choix important de matériaux
- Utilisation de métaux d'apport et de gaz protecteur non nécessaire
- Les travaux d'ajustage et les retouches sont évités (déformations minimales)
- Le soudage constitue la dernière opération, ce qui minimise le travail d'enlèvement de copeaux
- Intégration dans des chaînes de fabrication
- De nouvelles voies en matière de conception et de planification de la fabrication permettent des améliorations dans le cas de produits existants et de produits totalement nouveaux à réaliser

## Soudage par faisceau d'électrons

Le soudage par faisceau d'électrons est considéré comme un procédé d'assemblage précis. Suivant l'épaisseur de la matière, il permet des soudures d'une largeur allant de quelques dixièmes de millimètres à quelques millimètres. Il est possible d'obtenir des zones - affectées thermiquement - étroites ainsi que des rapports entre la profondeur de soudage et la largeur de soudure de 40:1.

## L'effet en soudage de forte épaisseur



- (A) Du fait de la densité d'énergie élevée dans le faisceau ponctuel, la matière est fondue.
- (B) De la matière s'évapore au centre.
- (C) Dans le tube capillaire de vapeur qui apparaît, le faisceau pénètre plus profondément dans la pièce d'usinage.
- (D) Lorsque la pièce d'usinage continue son déplacement, la matière fondue s'écoule du côté avant du tube capillaire et elle se solidifie du côté arrière.

## LES DOMAINES D'APPLICATION

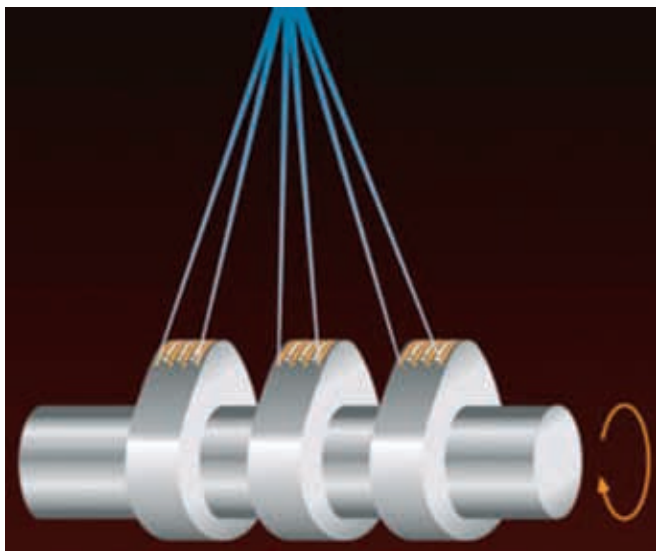
### Durcissement par faisceau d'électrons – optimiser de façon ciblée la qualité de surface

Amélioration des caractéristiques de matériau par le durcissement ou par l'alliage, précisément aux endroits où cela est nécessaire. Grâce à des trames à lignes ou des trames à points programmables, il est également possible de réaliser de façon sélective des zones de durcissement au niveau de zones de surfaces délimitées de façon étroite ou difficilement accessibles.

Le domaine d'application du durcissement par faisceau d'électrons se situe dans une plage de 0,1 à 1,0 (1,5) mm de profondeur de durcissement et il est utilisé principalement dans le cas de contraintes d'usure importantes ainsi que dans le cas de composants sensibles à la déformation. La combinaison avec d'autres procédés de durcissement thermo-chimiques (p.ex. nitruration) est possible.

### Refusion par faisceau d'électrons

La refusion de surfaces est utilisée, afin de modifier par exemple les caractéristiques d'usure de matériaux. Elle peut être réalisée avec et sans métaux d'apport et sur des matériaux différents.



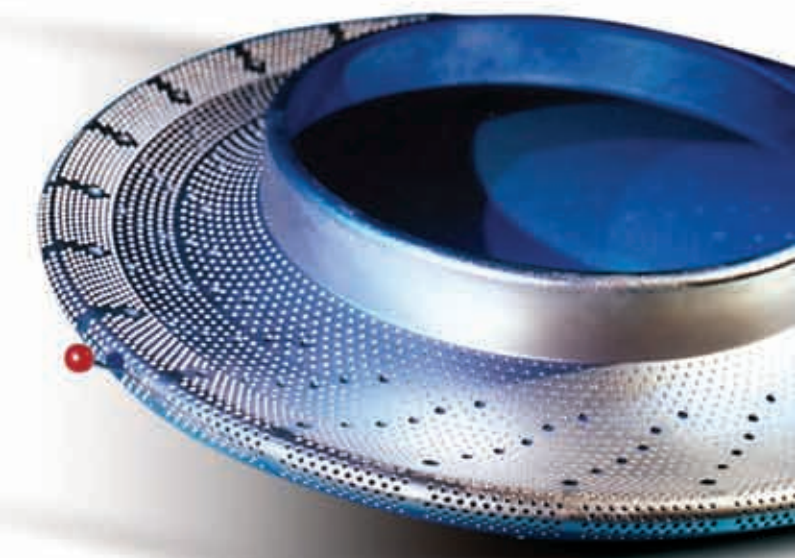
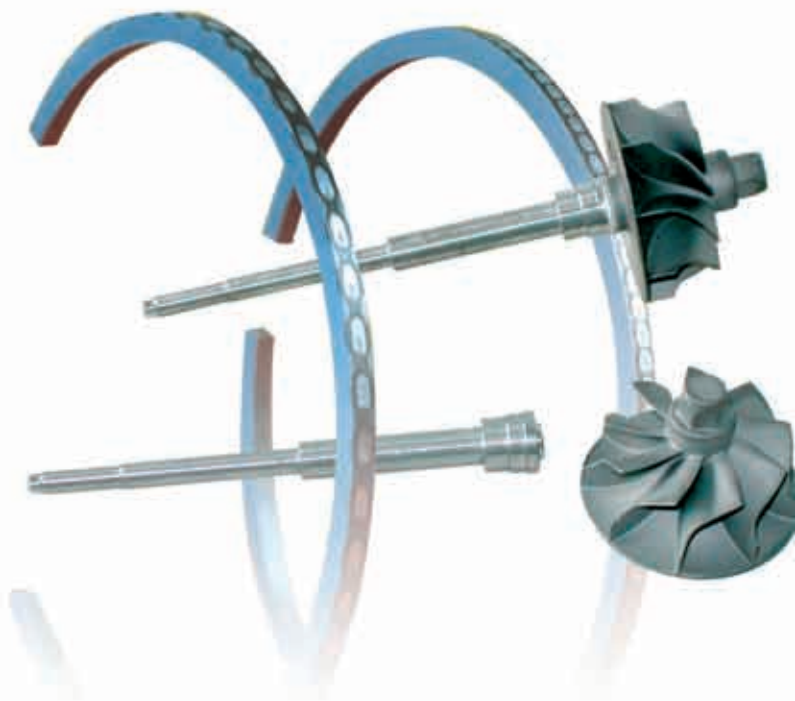
Refusion sur un arbre à cames

### Perçage par faisceau d'électrons

Pratiquement tous les matériaux métalliques, mais également les céramiques, peuvent être percés au moyen du faisceau d'électrons, et ce indépendamment de la dureté, du comportement de réflexion, de composants d'alliage particuliers ou d'une conductibilité thermique élevée.

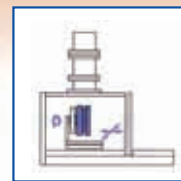
### Les domaines d'application principaux sont :

- Les tôles de filtrage pour l'industrie alimentaire, l'industrie textile, l'industrie des matières plastiques et l'industrie du papier
- Les disques centrifuges pour la fabrication de laine de verre
- Les disques mélangeurs pour les propulseurs



La haute technologie sous vide

## MACHINES A CHAMBRE



### Installation de soudage par faisceau d'électrons EBOCAM

La société Steigerwald Strahltechnik GmbH fournit des installations selon ce concept universel, afin d'accomplir les tâches les plus différentes. Des chambres de dimensions différentes avec un équipement modulaire, mécanique et électrique sont combinées avec des générateurs de faisceau d'électrons des puissances respectivement nécessaires. Le domaine d'utilisation principal est le soudage ou l'usinage de pièces de taille plus importante avec des géométries de soudure ou encore des zones d'usinage complexes.

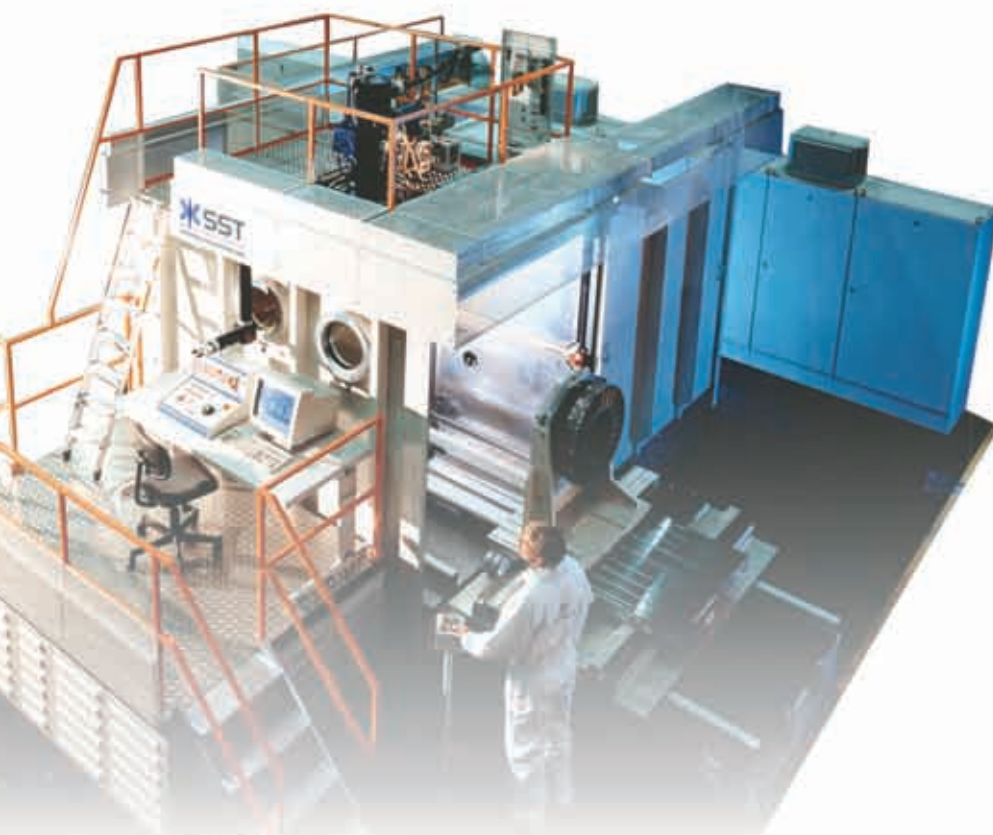
#### Caractéristiques et avantages :

- Chambres de travail de 0,8 jusqu'à plus de 50 m<sup>3</sup>
- Générateurs à haute tension avec une puissance pouvant aller jusqu'à 60 kW pour des distances de travail jusqu'à 1500 mm (sans perte de qualité de faisceau)
- Une reproductibilité maximale et une stabilité à long terme des paramètres du faisceau permettent d'obtenir des résultats d'usinage constants
- Temps de remplacement brefs de la cathode sans réglage de la position ou des paramètres du faisceau
- La technologie des faisceaux dans le monde entier
- Précisions de position comme dans les machines-outils, et vitesses à tolérances serrées des déplacements de pièce d'usinage



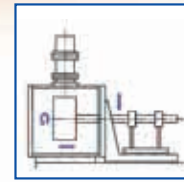
L'équipement de base avec une table x-y pour le déplacement des pièces d'usinage et la commande de l'installation peuvent être complétés de façon polyvalente :

- Axes de positionnement supplémentaires, par exemple dispositifs de rotation, de basculement ou de pivotement
- Fixations de pièce multiples
- Logiciel spécial pour la commande API ou la commande numérique pour l'assurance qualité et la documentation



La haute technologie sous vide

## INSTALLATIONS SPECIALES



### Installation de perçage par faisceau d'électrons EBOPULS

Dans les installations de la société Steigerwald Strahltechnik GmbH sont utilisés des générateurs de faisceau d'électrons développés spécialement.

La commande numérique **EBCON P** utilisée a été développée et optimisée spécialement pour les exigences dans le domaine du perçage.

Le perçage par faisceau d'électrons fait preuve d'une supériorité économique s'il faut percer un grand nombre de trous pour chaque pièce d'usinage individuelle.

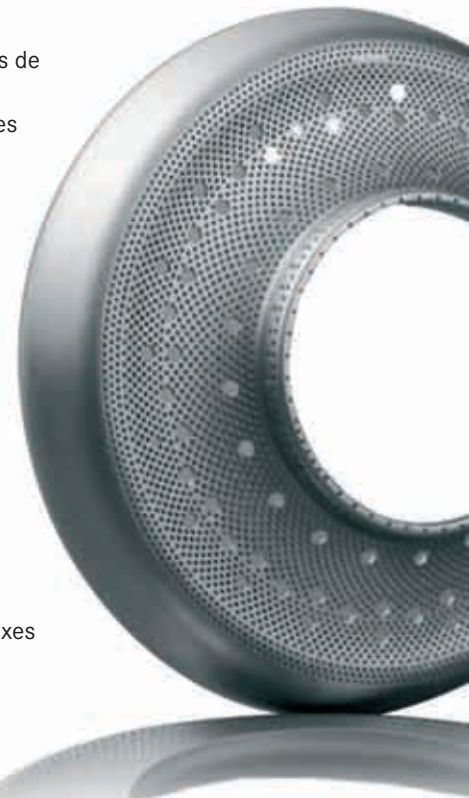
Des exemples d'application typiques sont le perçage de têtes de filage pour la fabrication de fibres de verre ou pour la fabrication de tôles de filtrage.

### Caractéristiques et avantages :

- Chambres de travail de 0,8 jusqu'à 2,5 m<sup>3</sup> et plus
- Fréquence de perçage extrêmement élevée du fait d'un „perçage à la volée“ avec suivi du faisceau
- Tolérances de diamètre de perçage et de position précises, perçages sans bavures du côté de la sortie du faisceau
- Travail sans modification de dureté et pour tout état de surface de la pièce d'usinage
- Modification rapide des paramètres de faisceau dans le cas de géométries de perçage complexes  
Programmation facile de la commande numérique  
Axes de trou inclinés avec des angles importants possibles

### Installations à faisceau d'électrons à passage continu EBOCONT®

Les matériaux formés de bande sont soudés ensemble de façon continue dans le sens de la longueur, et ce dans des chaînes de fabrication complètes avec des stations d'usinage installées en amont et en aval. L'utilisateur principal est l'industrie des rubans de scie. Des fils carrés en acier haute performance sont soudés sur des rubans de support en acier à ressorts, afin d'obtenir des rubans de scie d'une grande résistance à l'usure et d'une flexibilité optimum. Du fait des vitesses de soudage élevées et des grandes qualités de soudage qui sont aujourd'hui obtenues avec ces machines, la société SST Steigerwald Strahltechnik GmbH est devenue leader sur le marché dans le domaine des rubans de scie soudés par faisceau d'électrons.



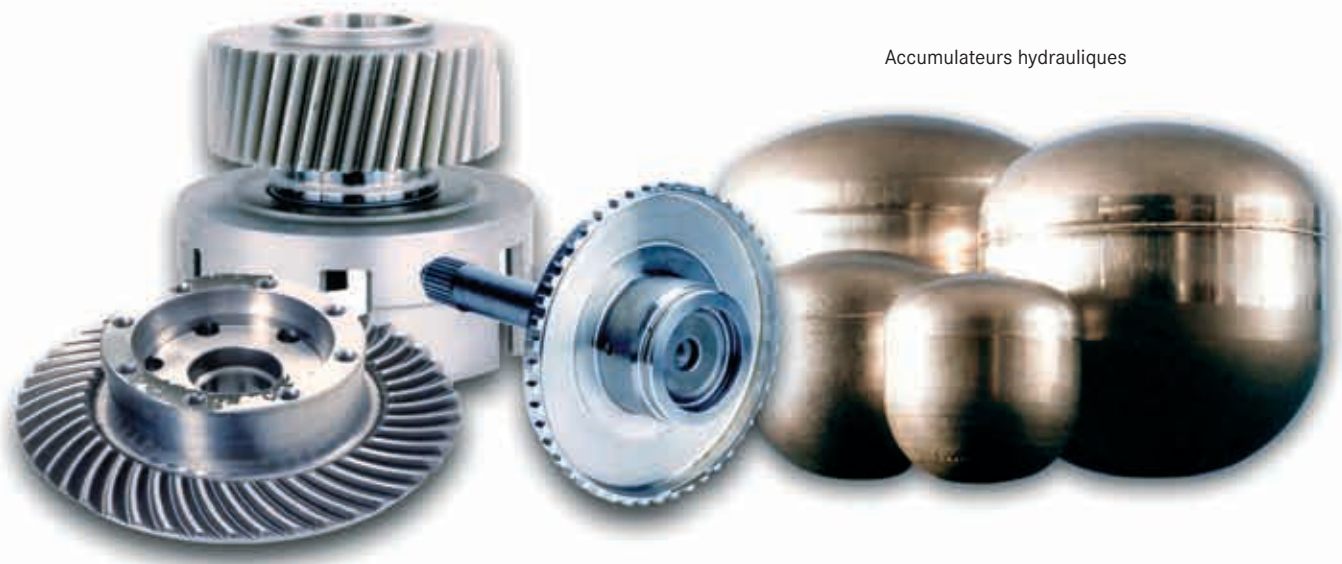
La haute technologie sous vide

## INSTALLATIONS DE PRODUCTION

### Production en grande série

La construction automobile et la fabrication de boîtes de vitesses sont les premiers spécialistes dans le soudage de composants complexes en grand nombre et avec des exigences très importantes envers la précision (positionnement précis de la soudure, déformation minimum). Même les matériaux résistant aux hautes températures qui sont difficiles à souder, par exemple les rotors pour turbocompresseurs à suralimentation, sont assemblés.

Les accumulateurs hydrauliques constituent un autre exemple typique pour la fabrication en grande série. Dans ce travail de soudage, il est interdit d'endommager la membrane située à l'intérieur, et aucune projection de soudage ne doit pénétrer à l'intérieur.



Accumulateurs hydrauliques

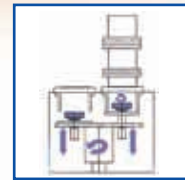
Fabrication de boîtes de vitesses

### EBW P – le grand classique

Pour le soudage de tels composants, les machines à souder cadencées de la société PTR Präzisionstechnik GmbH du type P ont fait leurs preuves depuis longtemps. Les machines travaillent avec des tables à transfert circulaire et avec 2 à 4 « colonnes de levage ».

Les colonnes de levage avec le fond de chambre intégré sont équipées d'une seule pièce (dans le cas d'1 broche) ou de plusieurs pièces (p.ex. dans le cas de 3 broches).





**PTR**

## EBW S – la nouvelle génération

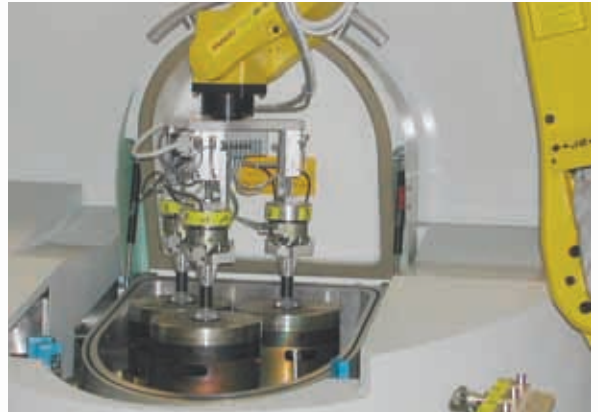
Afin de réduire encore les temps de production par pièce, la société PTR Präzisionstechnik GmbH a continué à faire évoluer ce principe de façon systématique et elle l'a perfectionné conjointement avec la machine de soudage.

Les cellules et les chaînes de fabrication EBW S sont déjà largement présentes dans la fabrication industrielle. Au centre se trouve la machine à transfert rotatif avec la chambre de sas (chargement et déchargement) et la chambre de processus (soudage).

L'alimentation automatique ainsi que les opérations en amont et en aval sont la plupart du temps standard aujourd'hui, p.ex.

- Nettoyage et séchage
- Assemblage par pressage, emmanchement ou montage dans un dispositif spécifique
- Démagnétisation, afin d'éliminer les champs perturbateurs
- Préchauffage du matériau (le cas échéant, cela est également possible pendant le processus d'usinage par faisceau d'électrons)

Toutes les étapes d'usinage ainsi que le contrôle et la palettisation des pièces finies sont coordonnés par une commande principale de la chaîne de fabrication, ce qui permet d'assurer une qualité élevée.

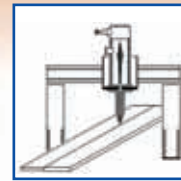


Chargement d'une 3 broches avec des pièces de rotor de turbocompresseur

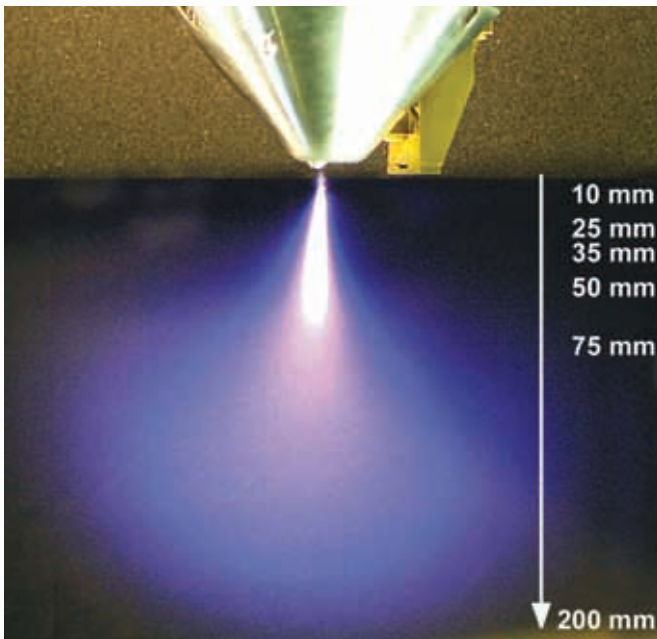
### Avantages des machines à souder:

- Chargement et déchargement des pièces soudées et évacuation de la station de chargement pendant le soudage
- Vide de travail équivalent à  $5 \times 10^{-3}$  mbar
- Générateurs de différentes puissances
  - Soudage de soudures axiales et/ou radiales
- Pièces à souder pouvant aller jusqu'à un  $\varnothing$  de 390 mm et une longueur de  $L = 340$  mm
- Dispositifs multiples possibles
- Changement simple des dispositifs
- L'installation complète se trouve sur une plateforme; le transport par conteneur est de ce fait possible
- Configuration ergonomique pour une commande manuelle
- Service simple, sécurité de fonctionnement maximale





Le soudage à faisceau d'électrons sous vide (VEBW) est un procédé établi pour l'assemblage de matériaux réactifs et/ou pouvant être fortement sollicités thermiquement et mécaniquement. Alternativement, on utilise traditionnellement le laser pour éviter la remise en atmosphère. Le procédé Non-Vacuum Electron Beam Welding (NVEBW) de la société PTR Präzisionstechnik GmbH sous atmosphère constitue souvent une alternative plus intéressante, grâce à son rendement énergétique considérablement plus élevé.



Dispersion du faisceau d'électrons sous atmosphère

## Principe et particularités :

Le faisceau d'électrons est généré sous le vide très poussé du générateur de faisceau d'électrons et il est amené par le biais d'un système de paliers de pression du vide très poussé vers l'atmosphère ; les temps d'évacuation sont supprimés. Le faisceau d'électrons est focalisé magnétiquement sur la pièce d'usinage. Pour obtenir des soudures de faible largeur, on travaille souvent avec des distances de travail de 6 à 30 mm. La pièce d'usinage et/ou le générateur sont entraînés derrière pendant le soudage. En soufflant un flux d'hélium de façon coaxiale par rapport au faisceau d'électrons, l'effet de dispersion peut être réduit.

## Spectre d'application

Le soudage est réalisé de préférence sans métal d'apport. Il est avantageux de souder des joints bout à bout et des joints à recouvrement, des joints droits en T, des soudures sur chant sur bords droits, des soudures à clin transversale et des soudures sur bords relevés. Les applications préférentielles se situent dans une plage d'épaisseur de tôle de 0,5 à 5 mm. La palette de matériaux comprend tous les métaux soudables.

## Avantages du procédé NVEBW

- Rendement > 50%
- Couplage d'énergie > 90%
- Vitesses de soudage élevées énergie de trajet faible du fait de puissances de faisceau jusqu'à 30 kW
- Coûts d'exploitation et besoins en pièces consommables réduits
- Grande sécurité de processus, assurance de la qualité simplifiée

## Domaines d'application pour les machines NVEBW

- Industrie automobile: flans rabotés, supports d'instruments, systèmes d'échappement
- Construction d'appareils divers
- Laboratoires de soudage





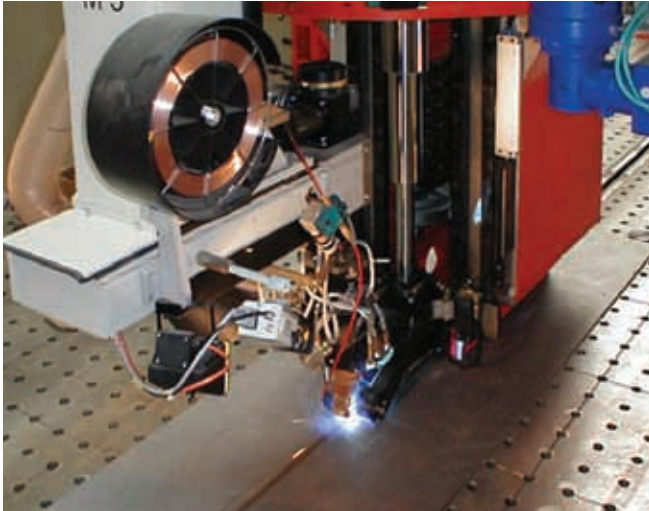
La haute technologie sous atmosphère

# INSTALLATIONS AVEC FAISCEAU LASER



## Domaines d'application

Dans de nombreux domaines de l'industrie automobile, des appareils électroménagers, de l'industrie ferroviaire jusqu'à la construction navale, le laser est utilisé en tant qu'outil naturel pour l'usinage de matériaux.



Soudage bout à bout avec métal d'apport



Soudage de joints en T

## Applications spéciales

Les installations laser optimisées de la société Oxytechnik GmbH contribuent excellentement à l'augmentation de la productivité et elles complètent nos installations à faisceau d'électrons.

Les conditions préalables pour une utilisation économique en tant qu'installation à une seule fin sont, tout comme pour le faisceau d'électrons :

- Une utilisation intensive de l'installation
- Un déroulement de la fabrication adapté au procédé du faisceau
- La prise en compte des exigences spécifiques lors de la conception des pièces et lors de la sélection des matériaux

## Echangeurs de chaleur à plaques

Lors de la fabrication conventionnelle d'échangeurs de chaleur à plaques de grand format, la production de chaleur est tellement importante que les pièces d'usinage doivent être rognées, dressées et polies sur la face arrière.

Le laser évite ces travaux supplémentaires et il permet des structures de refroidissement complexes en raison de la programmation flexible. La production des échangeurs de chaleur devient nettement plus économique grâce au laser.



Découpage de tubes en titane pour Airbus



# AUTOMATISATION

## Fabrication de grande série hautement productive

Les procédés par faisceaux «haute énergie» sont particulièrement bien adaptés à la fabrication de pièces de série. Les lasers sont des outils fréquemment utilisés, mais ils ont également leurs limites, et le faisceau d'électrons peut souvent être l'alternative ou le seul outil possible pour résoudre le problème de soudage.

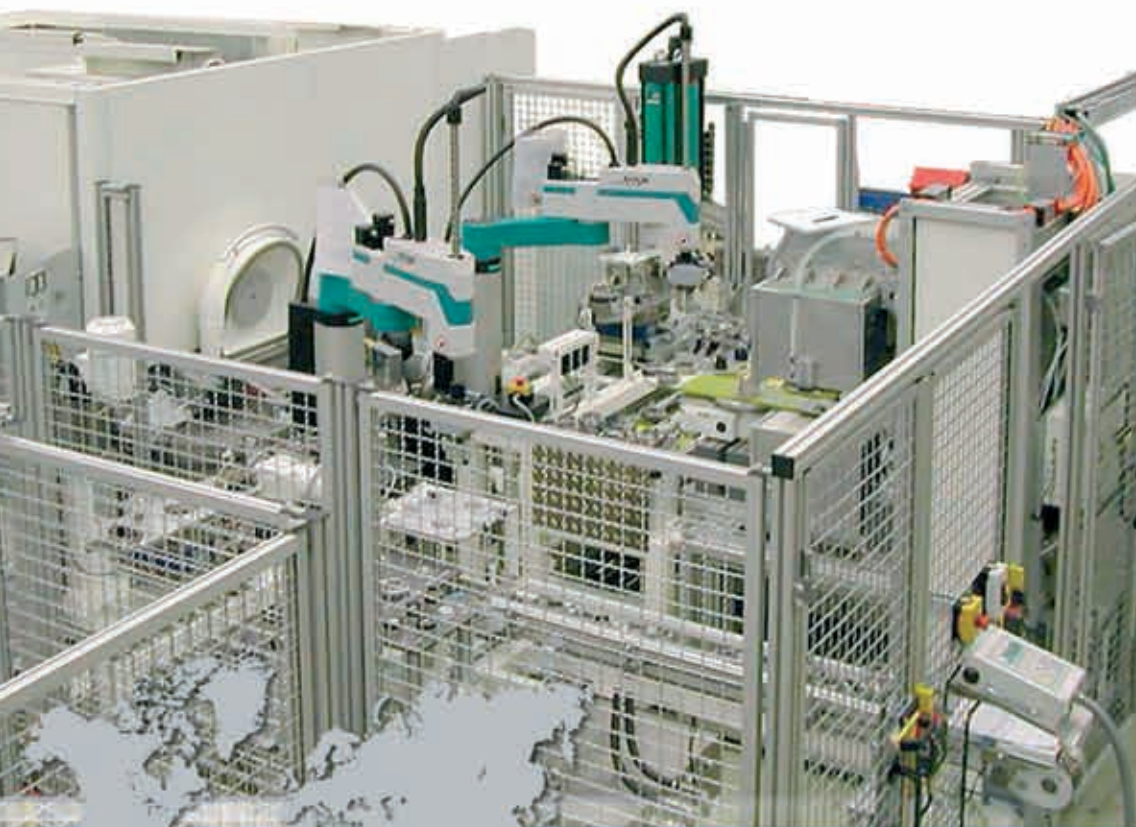
Les pièces fabriquées en grande série sont réalisées au sein de chaînes hautement productives grâce à des procédés sans usinage et/ou avec usinage après soudage. Les produits consommables utilisés dans ces procédés salissent les pièces d'usinage. Pour le soudage, les pièces doivent cependant être suffisamment propres et non magnétiques. Certains matériaux nécessitent en outre des traitements préalables ou des traitements postérieurs thermiques précis, et seuls des dispositifs de serrage appropriés permettent d'assurer que le soudage de chaque pièce se fera précisément.

Chaque défaut de soudure peut entraîner des dommages considérables; c'est pour cette raison qu'un contrôle de la soudure de toutes les pièces est nécessaire la plupart du temps.

Toutes les entreprises du groupe ALL WELDING TECHNOLOGIES sont également spécialisées dans l'étude de projets et dans la fabrication de telles installations complexes et elles fournissent des lignes complètes à partir d'une seule source.

## Processus possibles au sein d'une chaîne de fabrication :

- Nettoyage des pièces avant/après le soudage
- Démagnétisation
- Assemblage/pressage
- Préchauffage
- Chargement et déchargement automatiques
- Soudage – faisceau d'électrons ou laser
- Refroidissement des pièces
- Contrôle (p.ex. ultrasons)
- Palettisation



# DE LA DEMANDE JUSQU'AU PRODUIT FINI

### Développement de machines et de processus

Nous sommes partenaires de nos clients, et ce de la première demande jusqu'au démarrage de la production. Avec de longues années d'expérience et de compétence dans les techniques de faisceau d'électrons et de faisceau laser les plus récentes, nous conseillons nos clients et nous développons conjointement avec eux le concept optimum d'une machine d'usinage.

Sur tous les sites, les entreprises du groupe All Welding Technologies proposent une technologie de faisceau mûrie et économique pour le soudage, le durcissement, la refusion et le perçage.

### Etude

Avec notre département étude, nous vous accompagnons et nous vous conseillons de la fabrication du prototype jusqu'à l'achat d'une installation de production spécifique, en passant par la planification de l'installation.

Nos machines d'un haut niveau de qualité et nos équipes d'opérateurs compétentes permettent de garantir la livraison dans les délais de vos produits dans une qualité maximale. En cas de goulots d'étranglement, nous prenons en charge votre fabrication dans nos unités de sous traitance.

### Vente

Les entreprises du groupe All Welding Technologies sont actives dans le monde entier. Des ingénieurs commerciaux se chargent de conseils qualifiés et spécialisés à l'intérieur du pays comme à l'étranger, et notre savoir-faire ainsi que les prestations de notre laboratoire d'application sont à la disposition de nos clients, même après la livraison de la machine.

### Formation

Dans le cadre d'un projet global, nous réalisons des formations complètes qui ont pour objectif d'inculquer au personnel chargé de l'entretien et aux opérateurs du client une compréhension et des connaissances concernant les procédés en matière de technologies de faisceau et concernant les machines actuellement utilisées chez le client. De cela résulte un maximum de disponibilité des installations ainsi qu'une qualité optimum des produits.

### SAV

Notre engagement ne s'arrête pas avec la livraison et la mise en service. Nous proposons au contraire à nos clients un service complet sur toute la durée d'utilisation de votre équipement, afin de maximiser la productivité et de minimiser les coûts d'exploitation. En détail, nous proposons ce qui suit:

- Des formations complémentaires et des formations destinées aux nouveaux opérateurs
- Des mises à jour de logiciels
- Des contrats d'entretien et de révision permettent d'assurer un suivi permanent
- La gestion des pièces de rechange
- La révision de l'équipement et un service de conseil
- Des remises en état et des transformations
- La reconfiguration d'équipements usagés, afin de les adapter à des nouveaux besoins
- Le perfectionnement et la modernisation des installations et des commandes
- De l'aide en cas de goulots d'étranglement grâce à la fabrication dans nos unités de sous traitance



**NOS CLIENTS PARLENT POUR NOUS :**

**LEUR SUCCES EST NOTRE MOTIVATION**



PRÄZISIONSTECHNIK GMBH  
PTR PRÄZISIONSTECHNIK GMBH  
Am Spitzen Sand 1  
D-63477 Maintal, Germany  
Tel.: +49(0)6181.4094-0  
Fax: +49(0)6181.4094-13  
E-Mail: [zentrale@ptr-gmbh.de](mailto:zentrale@ptr-gmbh.de)  
Internet: [www.ptr-gmbh.de](http://www.ptr-gmbh.de)



STEIGERWALD STRAHLTECHNIK GMBH

STEIGERWALD STRAHLTECHNIK GMBH  
Emmy-Noether-Str. 2  
D-82216 Maisach  
Tel.: +49(0)8141.3535-0  
Fax: +49(0)8141.3535-215  
E-Mail: [info@steigerwald-eb.de](mailto:info@steigerwald-eb.de)  
Internet: [www.steigerwald-eb.de](http://www.steigerwald-eb.de)



SYSTEMS · ENGINEERING

OXYTECHNIK GMBH & CO.KG  
Königsteiner Str. 20a  
D-65812 Bad Soden  
Tel.: +49(0)6196.6518-0  
Fax: +49(0)6196.6518-19  
E-Mail: [mail@oxytechnik.de](mailto:mail@oxytechnik.de)  
Internet: [www.oxytechnik.de](http://www.oxytechnik.de)



PRECISION TECHNOLOGIES INC.

PTR-PRECISION TECHNOLOGIES, INC.  
120 Post Road Enfield,  
CT 06082-5625, USA  
Tel.: +1 860.741-2281  
Fax: +1 860.745-7932  
E-Mail: [info@ptreb.com](mailto:info@ptreb.com)  
Internet: [www.ptreb.com](http://www.ptreb.com)