# Mission « Regard en profondeur »

L'électromobilité requiert un procédé laser rapide et fiable afin de produire massivement et de manière bon marché : le soudage à grande vitesse et de très grande précision des liaisons en cuivre avec une lumière laser verte est l'une des applications clés. L'institut Fraunhofer pour la technologie laser et TRUMPF collaborent afin d'étudier le soudage laser comme personne auparavant. Ensemble, ils préparent une série d'essais qui consiste à plonger à l'intérieur du processus grâce à des rayons X spécifiques. Cependant, les rayons X de qualité requise sont uniquement disponibles dans quelques endroits du monde, puisque l'accélérateur de particules nécessaire pour cela dispose de tubes dont la longueur se mesure en kilomètre. Un de ces lieux est le site du synchrotron à électrons allemand DESY, à Hambourg. Il n'y a plus seulement des scientifiques en recherche fondamentale qui y travaillent, mais également des équipes proches du secteur de l'industrie. L'institut Fraunhofer pour la technologie laser et TRUMPF sont une des premières équipes à louer les laboratoires. La préparation méticuleuse des trois jours d'expérimentation déterminants sur le site de DESY dure deux années complètes. L'effort en vaut cependant la peine. L'équipe découvre de nouvelles combinaisons de paramètres surprenantes avec lesquelles les dispositifs laser effectuent dès maintenant des soudages à une vitesse et une précision optimales.

## Institut Fraunhofer pour la technologie laser

www.ilt.fraunhofer.de

L'institut Fraunhofer pour la technologie laser de Aix-la-Chapelle fait partie des leaders mondiaux en termes de perfectionnement de la technologie laser. En collaboration avec les partenaires industriels, l'institut recherche de nouvelles tâches de fabrication et des composants techniques, dans un contexte proche de la pratique. De plus, le conseil aux entreprises ainsi que la formation de personnel qualifié fortement spécialisé fait également partie de ses tâches. L'institut pour la technologie laser est un établissement juridiquement non indépendant de la société Fraunhofer pour le soutien à la recherche appliquée (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V).

---

**BRANCHE**
Recherche contractuelle

**NOMBRE DE COLLABORATEURS**
481

**SITE**
Aix-la-Chapelle (Allemagne)

---

### Défis

L'une des choses que l'institut pour la technologie laser et TRUMPF souhaitent observer attentivement sous les rayons X hautement brillants est le soudage de substrats métal-céramique. Ces derniers lient des composants électroniques dans un environnement haute tension, comme l'électronique de puissance d'un véhicule électrique par exemple. Une couche de cuivre extrêmement fine est appliquée sur une plaque isolante en céramique. Les constructeurs automobiles veulent souder un composant en cuivre supplémentaire sur le substrat métal-céramique, via laser vert, pour les contacts. Il s'agit donc d'une

liaison cuivre sur cuivre. La question est : Comment tirer le maximum de tout le processus de soudage ? Les plaques de cuivre doivent être aussi fines que possible, le processus aussi rapide que possible, la soudure doit entièrement tenir et la céramique ne doit pas être affectée par le laser. En résumé : Comment trouver le réglage laser parfait pour le processus le plus productif ?

"Seulement quelques semaines après les essais, nous appliquons déjà les résultats à la pratique. Ainsi, nous trouvons pour nos clients les processus de soudage laser les plus rapides et les mieux adaptés aux connexions en cuivre de tout type."

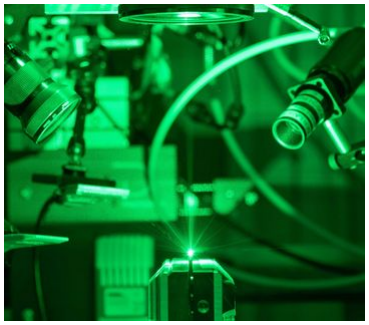
**DR. MAURITZ MÖLLER**
GESTION DE LA BRANCHE AUTOMOBILE
CHEZ TRUMPF

**Solutions**

L'institut Fraunhofer et TRUMPF optent communément pour une méthode de clarification du problème exceptionnellement fastidieuse : ils veulent visionner des vidéos radiographiques d'une grande netteté du processus laser en cours et observer, à l'aide de tous les outils d'analyse et leurs propres yeux, les effets que peuvent avoir les plus petites modifications des paramètres laser sur la profondeur de pénétration de la soudure, la formation de pores et de projections. En Allemagne, cela est uniquement réalisable sur le site du synchrotron à électrons DESY, où l'on effectue en temps normal des recherches scientifiques fondamentales. C'est en tant que l'un des premiers projets industriels que l'institut pour la technologie laser et TRUMPF décrochent une place dans un des laboratoires du site, où de telles vidéos radiographiques sont réalisables.

**Mise en œuvre**

Trois journées de travail en laboratoire sur le site de DESY sont réservées, la préparation dure deux années entières : l'équipe développe une méthode de test et définit les problématiques scientifiques précises. Il est très important pour eux d'établir au préalable un plan précis de la façon dont les résultats seront mis en oeuvre ultérieurement dans des applications industrielles concrètes. En décembre 2022, il est temps : les deux équipes emballent leur technologie laser, leurs optiques et autres technologies et se retrouvent sur le site de DESY. Dans le laboratoire sur place, au niveau de la ligne de faisceau P07, les équipes mettent en place le laser à disque TruDisk 2021 pour la lumière laser verte et le dispositif expérimental. Les rayons X frappent l'échantillon depuis le côté et assimilent les séquences d'images, un laser soude par le haut, un robot change les échantillons, afin que cela aille plus vite. C'est ce qu'on appelle exploiter pleinement ces trois jours. Dans le cadre d'un système de travail en équipes, les tests préparés sont effectués 24 heures sur 24. Le Cola et les chips aident les scientifiques à rester concentrés. Plus d'une centaine de passages expérimentaux sont échus, rien que sur le substrat métal-céramique.



**Perspectives**

Les données concernant la précision du soudage, les vitesses de soudage et autres sont indiquées en térawatt. Les scientifiques de l'institut pour la technologie laser et TRUMPF commencent à analyser les premiers aperçus sur le site même de DESY. Le majeure partie du travail d'évaluation commence cependant dans les semaines suivant les expériences effectuées sur le site de DESY. A Aix-la-Chapelle à l'institut pour la technologie laser et à Ditzingen chez TRUMPF, on se penche sur les tableaux, vidéos et données de capteurs. La planification exacte rend rapidement évidente la façon dont, dans un avenir proche, le soudage laser optimisé à tous points de vue s'apparentera au substrat métal-céramique dans l'électronique de puissance destinée à l'électromobilité. Les constructeurs automobiles s'impatientent déjà.