

## PSSP

Photonic Sensing for Smarter Processes

<b>Programm / Ausschreibung</b>	COMET, K-Projekte, 7. Ausschreibung COMET Projekte 2017	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.09.2018	<b>Projektende</b>	31.08.2022
<b>Zeitraum</b>	2018 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	48 Monate
<b>Keywords</b>	photonic non-destructive testing process compressive sensing		

### Projektbeschreibung

Um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen, versuchen Industriebetriebe die Effizienz und Qualität ihrer Produktionsprozesse kontinuierlich zu steigern. Smarte Prozesse erlauben ein tieferes Verständnis der kritischen Prozessparameter, da oft zusätzliche Informationen über den Status der Prozesse während der Produktion und über die resultierende Produktqualität benötigt werden. Die Methoden für zerstörungsfreie Prüfung (ZFP), die im Rahmen dieses Projekts erforscht werden, erlauben es, Produktionsprozesse zu überwachen. Außerdem können sie die notwendigen Parameter zur Modellierung, Regelung und Optimierung der Prozesse liefern. Darüber hinaus benötigen sie keinen mechanischen Kontakt zu den Proben, die Information wird rein über elektromagnetische Wellen durch Photonic Sensing gewonnen. Obwohl die Forschung an diesen Methoden beeindruckende Fortschritte erzielt hat, müssen sie für einen Einsatz im industriellen Umfeld robust, schnell, kompakt und möglichst kostengünstig gemacht werden.

In diesem Projekt wird der Stand der Technik photonischer ZFP Methoden vorangetrieben, um so Probleme moderner Industrieproduktion zu lösen. Unser Hauptziel ist es, photonische Testmethoden zu entwickeln, welche industrielle Prozesse noch leistungsfähiger - smarter - machen, so dass z.B. Effizienz erhöht und Ausschuss minimiert wird. Dabei werden wir nicht nur existierende Methoden verbessern, sondern über den Stand der Technik hinaus diese um neue Messkonzepte ergänzen. Sie werden in Produktionslinien integriert um kritische Prozessparameter zu extrahieren. In Kombination mit genauen Prozessmodellen können diese Ergebnisse sogar zum Steuern der verschiedenen Prozessstufen verwendet werden. Mit der gemeinsamen Expertise unserer wissenschaftlichen Partner werden wir kombinierte Lösungen entwickeln und auf Modellen basierende ZFP Techniken untersuchen. Wir werden in Musterbeispielen neuartige Messmethoden- und Analyseansätze wie Compressive Sensing, effektive Medien, Modell-basierte Rekonstruktion oder Superresolution auf photonische Methoden ausweiten und neue Messprozeduren erarbeiten. Die angestrebten Innovationen werden eine effiziente, schnelle Datenaufnahme und -analyse für Smarte Prozesse ermöglichen, die weit über die heutigen Möglichkeiten hinausgeht.

Wir werden in zwei strategischen Projekten an neuartigen ZFP Methoden forschen. Fokus des ersten Projekts wird es sein, Methoden für Fälle mit begrenzten Informationen zu entwickeln, wie beispielsweise bei Störungen in rauer, industrieller Umgebung. Im zweiten Projekt geht es darum, erweiterte Informationen aus Messdaten zu gewinnen. Die Ergebnisse fließen in drei Multi-Firm Projekte ein, um damit spezifische Probleme von Industrieprozessen zu lösen. Typische Beispiele sind die

Detektion von Defekten (z.B. Risse, Delamination), das Messen physikalischer Parameter (z.B. Lokalisierung von fest-flüssig Übergängen, durchschnittliche Korngröße, akustischer Dämpfung, Verspannungen in Metallen) und die Analyse chemischer Zusammensetzung verschiedener Materialien (z.B. Metalle, Kohle, Chemikalien).

Unser wissenschaftliches Konsortium wurde zusammengestellt, um die relevanten photonischen Methoden (physikalisch wird das elektromagnetische Spektrum von Röntgenstrahlen, über sichtbares Licht bis Mikrowellen abgedeckt) mit Fachwissen über fortgeschrittene Messkonzepte zu kombinieren. In diesem entstehenden Netzwerk von wissenschaftlichen Partnern und Firmen werden langjährige Erfahrung und neu entwickelte Konzepte zum Vorteil aller geteilt. Enge Zusammenarbeit und Kommunikation werden eine besonders wirkungsvolle und schnelle Implementierung wissenschaftlicher Konzepte in industriellen Anwendungen ermöglichen.

## **Abstract**

The increasing competition in our globalized market puts additional pressure on industries to further increase the efficiency of their production processes. To meet this demand, smart processes have been developed, which rely on a deep understanding of the critical process parameters. Often an empirical knowledge of the product quality or process status during production is required. Here, Non-Destructive Testing (NDT) comes into play, not only to monitor the production processes, but also to provide the parameters necessary for modelling, controlling and improving these processes. Among the possible approaches of NDT, photonic methods are the most promising ones because they operate without physical contact. The field of photonic sensing has already seen impressive advances in research. However, to be practically applicable in industrial environments, NDT methods have yet to become robust, fast, compact and cost-effective.

In this project, we propose to improve and tailor state-of-the-art photonic NDT technologies to the needs of modern industrial production. Our main goal is to advance photonic sensing methods to make industrial processes even smarter, e.g. improve resource efficiency and reduce waste. We will not only upgrade existing technologies, but also go beyond the state-of-art by applying novel measurement concepts. The measurement techniques will be implemented in production lines to extract critical information on the processes. When combined with accurate models, the results can then even be used to control these processes at various stages. Based on the shared expertise of the scientific partners, combined solutions will be developed, model-based approaches to NDT will be investigated, and novel measurement paradigms, like compressive sensing, effective medium approaches, model-based reconstruction or super-resolution imaging, will be exploited to optimize measurement procedures. Altogether, these innovations will enable efficient and fast data acquisition and analysis for smart processes, going far beyond today's capabilities.

Research on novel NDT measurement concepts will be carried out in two strategic projects. The focus of the first project will be on developing novel methods for cases with only limited information caused, for example, by noise in stringent industrial environments. In the second project, the aim will be to obtain extended information from the measurements. The results will be transferred to three multi-firm projects, which focus on the specific needs of industrial processes. A big effort will go into meeting the typical challenges encountered in production, which are the detection of defects (e.g. cracks, delaminations), measuring physical parameters (location of liquid-solid-interfaces, average grain size, acoustic attenuation, strain ...), and analyzing chemical compositions of various materials (metals, coal, chemicals, ...) in production lines.

The scientific consortium has been assembled with the intent to combine the relevant photonic sensing techniques (for instance, a wide electromagnetic spectrum from X-ray to microwave through visible is covered) and the knowledge of advanced measurement concepts which are required for the successful completion of the project. Through the strong network of scientific and company partners built through this project, their long-standing experience as well as the newly developed concepts will be shared to benefit the different partners. Crucially, the close cooperation and fluid communication

within the network will greatly facilitate and speed up the implementation of the research concepts into industrial applications.

### **Projektkoordinator**

- Research Center for Non Destructive Testing GmbH

### **Projektpartner**

- voestalpine Stahl GmbH
- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH
- BRAU UNION Österreich Aktiengesellschaft
- Universität Linz
- voestalpine Stahl Donawitz GmbH
- Plasser & Theurer, Export von Bahnbaumaschinen, Gesellschaft m.b.H.
- Linseis Meßgeräte Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Borealis AG
- KremsChem Austria GmbH
- Salinen Austria Aktiengesellschaft
- E + E Elektronik Ges.m.b.H.
- Nematik Linz GmbH
- Qorvo, Inc.
- Lenzing Aktiengesellschaft