



© Fraunhofer ILT © PRECITEC

[Home](#) > [Newsroom](#) > [Photonik-Branchenportal](#) > [PHOTONICS Interview](#) > [Joachim Schwarz & Peter Abels](#)

Gibt es Einsatzfelder, für die KI nicht interessant ist?

Laserverfahren sorgen in der industriellen Fertigung für Präzision, Flexibilität und Effizienz. Die gewichts- und berührungslose, exakt steuerbare Laserbearbeitung ist für die datengetriebene Industrie-4.0-Prozesswelt prädestiniert; erst recht, wenn es gelingt, sie mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) zu optimieren. Dieses Ziel verfolgt Peter Abels, Experte für Prozessüberwachung und -regelung am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT Aachen ebenso wie Joachim Schwarz, der in der Forschung und Entwicklung der Precitec Vision GmbH & Co. KG ein Machine Learning-Team aufbaut und leitet. Hier sprechen die zwei Experten über das technologische Potenzial von KI für die laserbasierte Fertigung und deren Qualitätsüberwachung sowie über potenzielle Einflüsse des KI-Einsatzes auf die Hardwareanforderungen.

Herr Abels, Sie haben unlängst die Konferenz AI for Laser Technology 2021 in Aachen geleitet. Welche Eindrücke vom Status Quo der Technologie haben Sie mitgenommen?

Peter Abels: Verglichen mit unserer ersten Konferenz im Jahr 2019 ist KI nicht mehr neu und exotisch für die Lasertechnik. Binnen zwei Jahren ist die Technologie trotz Corona in der Branche angekommen und wird in Laserprozessen zu einem zunehmend wichtigen Werkzeug. Anfängliche Berührungsängste schwinden. Systemanbieter sind dabei, künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen in ihre Produkte zu integrieren und Serienanwendungen nutzbar zu machen. KI ist im Markt angekommen.

Herr Schwarz, ist Machine Learning aus unternehmerischer Sicht ein Forschungsthema oder geht es bereits um konkrete Applikationen?

Joachim Schwarz: Wir haben vor einigen Jahren erste Proof-of-Concept-Versuche durchgeführt. Zunächst in der Bildverarbeitung, nachdem wir auf den Fortschritt tiefer Convolutional-Neural-Network-(CNN)-Architekturen wie AlexNet aufmerksam geworden waren. Das erschien uns auf Anhieb als nutzbringend, etwa um die Qualität von Schweißnähten zu analysieren. Wir konnten auf ein großes Volumen an Bilddaten von Maschinen aus aller Welt zugreifen und haben schnell große Fortschritte erzielt. Die Ergebnisse waren besser als mit den klassischen Ansätzen. Im nächsten Schritt haben wir die Methodik für Prozessemissionen in Form von Zeitreihen angewandt. Ziel war nicht nur, das bisherige System zu toppen, sondern die Funktionalität zu erweitern; etwa, um aus Prozessdaten Festigkeitsvorhersagen abzuleiten. Auch das hat auf Basis seriennaher Daten gut funktioniert. Wir haben in der Folge bei einem unserer Kunden einen Prototypen implementiert, der im seriennahen Prozess mitläuft. Weil wir mit den Ergebnissen sehr zufrieden waren, entschieden wir uns, die Produktentwicklung zu starten. Ich gehe davon aus, dass wir nächstes Jahr mit der Vermarktung beginnen. Aber natürlich bleibt KI ein großes Forschungsthema. Es geht um die Robustheit der Systeme im 24/7-Betrieb, um Fragen des An- und



gegebenenfalls auch Nachlernen der Modelle im Betrieb und das Spannungsfeld zwischen semi- und unsupervised Learning, um nur ein paar Beispiele zu nennen. Forschung und Entwicklung greifen zunehmend ineinander, und wir beteiligen uns vermehrt an Förderprojekten mit Partnern aus der Industrie und Forschung, um in dieser jungen Technologie am Ball zu bleiben.

Allgemein gefragt: Wo sehen Sie beide die spannendsten Einsatzfelder für KI in industriellen Laserprozessen?

Schwarz: Neben der erwähnten Schweißnahtanalyse sehe ich Potenzial in klassischen Feldern wie der Prozess- und Qualitätskontrolle anhand der Fusion von Zeitreihen und Bildern. Künftig wird es sicher in die Richtung gehen, Schweißprozesse inline zu analysieren und bei Bedarf on-the-fly nachzuregulieren. Das setzt voraus, wirklich alle relevanten Informationen in den Signalen zu erkennen und in einen solchen geschlossenen Regelkreis einzubeziehen. Damit ließen sich Qualitätsschwankungen – und damit auch der Aufwand der Qualitätssicherung minimieren. Mit der KI ist ein vielversprechendes Werkzeug hinzugekommen, um dieses Ziel zu erreichen.

Abels: Ich würde die Frage umdrehen. Gibt es Einsatzfelder, in denen KI nicht interessant ist? Denn da fällt mir nicht so viel ein. Die KI-Technologie bietet in allen Bereichen der Materialbearbeitung wie auch in der Messtechnik enorme Chancen. Auf unserer Konferenz hat ein Automobilhersteller berichtet, wie sie Daten eines global verteilten Überwachungssystems nutzen, um jeweils den Laserschweißprozess vor Ort zu optimieren. Das einzelne Lasersystem profitiert in einem solchen Verbund von KI-basierten, kontinuierlichen Lernprozessen aller anderen: Ein weltumspannendes maschinelles Lernen, das fast an das lebenslange Lernen bei uns Menschen erinnert. Denke ich das zusammen mit den geschlossenen Regelkreisen, von denen Herr Schwarz eben sprach, dann komme ich auch auf vielen weiteren Ebenen auf Ideen: Seien es Aussagen über Materialien, Chargen oder die Produktivität der Verfahren. Hier tut sich ein sehr weites Feld an Möglichkeiten auf. Und wenn sie gut gemacht sind, dann sind KI-Systeme einfach und schnell adaptierbar. Wir sind am ILT dabei, dieses Potenzial zu heben. Bisher ist mir noch kein Laserprozess begegnet, in dem KI nicht sinnvoll einsetzbar wäre.

Gilt das auch für Ihr eigentliches Fachgebiet: Die Strahlüberwachung?

Abels: Ja, KI kann uns auf jeden Fall auch bei optischen Fragen voranbringen. Wobei meine Gruppe am ILT auf Prozess-Sensorik und Systemtechnik spezialisiert ist. Als zehnköpfiges, multidisziplinäres Team bringen wir Knowhow aus Maschinenbau, Informatik, Elektrotechnik, Physik und Medizintechnik zusammen. Diese Vielfalt an Perspektiven ist wichtig, um KI-Verfahren zu optimieren, weil wir von Haus aus unterschiedliche Fragen an die Prozesse stellen. Interessanterweise haben wir uns schon einmal in den 1990er Jahren intensiv mit neuronalen Netzen befasst, um Schweißprozesse zu bewerten. Doch damals war die Technologie zu unreif und die Rechnerleistungen genügten hinten und vorne nicht. Wir waren froh, wenn wir Netzwerke mit 30 bis maximal 50 Knoten realisieren konnten. Verglichen damit sind wir heute um Lichtjahre weitergekommen.

Schwarz: Das kann ich bestätigen. Auch ich habe damals an einem Fraunhofer Institut in Stuttgart an neuronalen Netzen geforscht. Wir hatten 3-lagige Netze im Stuttgarter Neuronale-Netze-Simulator. Es war der erste verfügbare Simulator. An Einsätze in der industriellen Fertigung war damals noch nicht zu denken. Mit klassischen Analyseverfahren waren wir viel schneller. Ich hatte das aber als Option im Hinterkopf – und als dann AlexNet kam, war mir schnell klar, dass die Zeit für KI-Systeme nun reif ist. Nun wird es darauf ankommen, auf eine möglichst breite Datenbasis zugreifen zu können. Ein global lernendes System setzt voraus, dass Daten aus Maschinen in aller Welt zusammenfließen. Denn nur dann wird es gelingen, die Modelle in der notwendigen Qualität zu generalisieren. Hier gibt es einige Widerstände, die zu einem gewissen Grad nachvollziehbar sind. Kein Unternehmen teilt gerne seine detaillierten Prozessdaten.

Wird KI in datenbasierten, 100-Prozent-überwachten Industrie-4.0-Prozessen nur der schnelleren Datenanalyse dienen – oder ist auch ein Abrüsten bei Optik und Beleuchtung denkbar, wenn KI fehlende Bildinformationen rechnerisch ergänzt?

Schwarz: Ja, das ist durchaus denkbar. Wir haben beispielsweise die Problematik, bei den coaxialen Anwendungen durch die Schweißoptik hindurchschauen zu müssen. Das ist für die Bildverarbeitung natürlich suboptimal. Es wäre durchaus interessant, die Bilder dafür mithilfe von KI zu optimieren, um mehr Information herauszuholen, wo die Optik es nicht hergibt. Das ist aber eine Gratwanderung, bei der es unbedingt zu vermeiden gilt, nicht vorhandene Information ins Bild hineinzuzinterpretieren. Das ist im Consumer-Bereich, wo KI schlecht belichtete Fotos korrigieren kann, indem sie auf verfügbare Beispielsbilddaten aus dem Internet zurückgreift, unproblematisch. Doch im industriellen Prozess ist es Tabu, Daten hinzuzufügen. Spannend ist auch das Thema Sensorfusion, um ein und denselben Prozess gleichzeitig in unterschiedlichen Spektren überwachen zu können: Beispielsweise Prozessemissionen plus Kamerabilder oder Daten von Hyperspektralkameras. Hier wird uns KI bei der Datenfusion eine große Hilfe sein. Perspektivisch kann es so kommen, dass wir mit weniger Hardwareaufwand zu präziserer Prozesskontrolle kommen. Und wo bisher sehr aufwändige Beleuchtung vonnöten ist, ist es denkbar, dass wir durch automatisiertes Extrahieren von Features per KI den Beleuchtungsaufwand senken können.

Abels: Dem kann ich zustimmen. Es ist wichtig, dass weder Informationen verloren gehen noch nicht vorhandene Bilddaten ergänzt werden. Die Systeme können ohnehin mehr in Bilddaten erkennen, als es das menschliche Auge kann. Perspektivisch wird KI Bilddaten auch dadurch rasend schnell auswerten können, weil sie einen Prozess nicht im Einzelnen verstehen muss. Es wird darauf ankommen, dem Algorithmus beispielsweise in Schweißprozessen gut ausgewählte Features – sei es die Schmelzbad- oder Keyhole-Größe und Nahtbreite – zu präsentieren, anhand derer er überlegen kann, wie daraus ein Gesamtbild abzuleiten ist, dass alle benötigten Informationen enthält. Gerade bei den eben erwähnten multisensorischen Ansätzen wird KI deutlich schneller zu einem verwertbaren Ergebnis kommen, als es mit klassischen Bildverarbeitungsverfahren möglich ist. Die lernenden Verfahren müssen nicht im Detail alles verstehen, wenn wir ihnen beibringen, Bilddaten gezielt nach den Features durchzurastern, die wir mit unserem menschlichen Erfahrungswissen als relevant für die Prozess- und letztlich Produktqualität identifiziert haben.

In der Mikroskopie muss KI zum Auswerten großer Datenmengen aufwändig angelernt werden. Ist der Anlernaufwand im Fertigungsumfeld vergleichbar?

Abels: Ohne Anlernen geht es nicht, aber die Methoden dafür werden immer besser. Zumal wir sie variieren und der KI vorab bestimmte Grundmuster beibringen können. Im Prinzip wird die Auswertung in CNN abschließend an zuvor definierten Klassifikatoren abgeglichen, die die Ergebnisse in „Klassen“ überführen. In so einem CNN können durchaus Millionen Parameter gesetzt werden. Aber bei den Klassifikatoren ist es möglich, sehr viel weniger – aber qualifiziertere Parameter zu nutzen. Je besser es gelingt, die KI vorzukonfigurieren desto einfacher kann ich die Klassifikatoren für die jeweilige Aufgabenstellung auswählen. Es ist vergleichbar mit der Gesichtserkennung: Will ich aus einer großen Vielfalt an Gesichtern eine Person definitiv erkennen, ist das natürlich schwieriger, als wenn ich die Auswahl vorher auf die für die Suche relevanten Gesichter begrenze und das gesuchte Gesicht nur noch daran abgleiche.



Schwarz: Genau. Wir versuchen, die Variationen einzuschränken, indem wir beispielsweise Klassen nicht auf allen möglichen Skalen definieren. Parallel ist es unabdingbar, die Plausibilität fortlaufend zu überprüfen. Zudem sind wir dabei, auch ungelabelte Daten aus Versuchen und Serienanläufen für unsere KI zu nutzen, um unseren generalisierten Modellen eine möglichst breite Datenbasis zugrunde zu legen. So können sich unsere Kunden auf den Feature-Extractor verlassen und müssen nur noch die hintersten Schichten der KI trainieren. Der Hemmschuh, KI jeweils inhouse mit Spezialisten für den Serienprozess anlernen zu müssen, wird zusehends immer kleiner.

Um KI ist ein globaler Wettbewerb entstanden, der die Technologie rasant voranbringt. Was fehlt aus Ihrer Sicht, um KI in der Laserfertigung auf breiter Front zu etablieren?

Schwarz: Es ist bereits angeklungen – vor allem fehlen uns die Daten. Um das zu ändern, braucht es die Einsicht möglichst vieler Kunden, dass ihre Daten zur Optimierung der KI-Systeme benötigt werden und darin große Chancen für eine effizientere, fehlerfreie industrielle Produktion liegen. Wir haben das Glück, dass wir mit einigen sehr aufgeschlossenen Pilotkunden zusammenarbeiten und hier bereits die nötige Vertrauensbasis besteht. Es ist ein enormer Aufwand, wenn der Zugriff auf Prozessdaten nur im entsprechenden Werk gestattet ist. Die Cloud bietet die Infrastruktur für den sicheren Datenaustausch, nun muss noch die Bereitschaft wachsen, diese Infrastruktur auch zu nutzen. Eine Herausforderung sehe ich auch darin, dass es aktuell zwei Softwareteams in der Entwicklung braucht. Eines zur Entwicklung der üblichen Steuerungs- und Prozesssoftware, das andere für das Maschinelle Lernen. Doch um die Klassifikatoren ins System zu integrieren und die entsprechende Infrastruktur für das Datenhandling aufzubauen, ist enge Kooperation beider Teams gefragt. Das wirkt sich auf die Entwicklungsdauer aus, zumal es immer schwieriger wird, entsprechend qualifizierte Fachleute in ausreichender Zahl zu finden.

Abels: Datenverfügbarkeit und robuste Verfahren zur Ergebnisbewertung sind für den Fortschritt der KI-Technologie absolut essenziell. Um schnell voranzukommen, brauchen wir mutige Unternehmen, die vor allem die Chancen erkennen und sich von den meiner Einschätzung nach beherrschbaren Risiken nicht davon abbringen lassen, ihre Prozessdaten zu teilen. Wir haben in Deutschland und Europa dank der starken industriellen Basis, des starken Maschinenbaus und der führenden Photonik-Industrie beste Voraussetzungen, um KI zu einer großen Erfolgsgeschichte zu machen. Dafür braucht es aber gezielte Forschungsförderungen auf nationaler und europäischer Ebene. Denn auch die vielversprechendsten jungen Technologien bergen anfangs Risiken von Rückschlägen, die Unternehmen nicht allein tragen können. Dass die Förderung für die photonische Forschung in Deutschland gerade in dieser spannenden Transformationsphase gekürzt wurde, ist nicht das Signal, dass wir uns im globalen Wettlauf hin zu einer KI-unterstützten Laserfertigung gewünscht hätten.

   26.–29. April 2022, LASER World of PHOTONICS - Messe




Newsletter Service

Bitte E-Mail-Adresse eingeben



Ausstellerservice

 +49 89 949-11518

 exhibitor@world-of-photonics.com

Besucherservice

 +49 89 949-11468

 info@world-of-photonics.com





Neuer Termin

26.– 29.04.2022
Messe München



25.– 29.06.2023

ICM –
Internationales
Congress Center
München

[Impressum](#)

[Datenschutz](#)

[AGB der Messe München](#)

[Privatsphäre/Datenschutz](#)

