

# Executive Summary

## Digitale Welt

Die Digitalisierung unseres Alltags, aber auch der Wirtschaft und der Industrie, ist stark fortgeschritten; die wachsende Kapazität und Geschwindigkeit bei der Datenverarbeitung und der Datenübertragung treiben sie weiter voran. Das zeigt sich auch im vorliegenden Technology Outlook: Die Hälfte aller Beiträge betreffen Zukunftsaspekte der digitalen Welt.

**Vernetzung und Industrie 4.0:** Die schon heute allgegenwärtigen digitalen Netzwerke zur elektronischen Datenerfassung und zur digitalen Steuerung von Maschinen, Geräten und Systemen bilden die ideale Grundlage für eine immer engmaschigere Vernetzung. Der Begriff Industrie 4.0 (oder vierte industrielle Revolution) meint die Verzahnung der industriellen Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik: Menschen, Maschinen, Anlagen und Produkte kommunizieren mit- und untereinander. Mit dem Internet der Dinge verschmelzen die digitale und die physische Welt zu Produkten und Dienstleistungen. In dieser neuen hybriden Welt haben Schweizer Unternehmen in nahezu allen Branchen grossen Nachholbedarf. Sensorherstellern muss es gelingen, drei Schlüsselkompetenzen zu vereinen: Sensorik, eine intelligente Datenverarbeitung nahe beim Sensor (smarte Sensoren) sowie Datenaggregation und -handhabung in der Cloud. Trotz standardisierter Basistechnologie für Hard- und Software ist klar, dass Industrie-4.0-Konzepte aufgabenspezifisch sein müssen und normierte Einheitslösungen zu kurz greifen. In der Schweiz ist ein umfangreiches praxisorientiertes Wissen bereits vorhanden, weil der Preisdruck viele Unternehmen schon vor Jahren zu einem konsequenten Digitalisierungskurs gezwungen hat und zahlreiche KMU als Zulieferer in die vernetzte Produktion von Grossfirmen integriert wurden. Doch die Entwicklung von cyber-physischen Produktionssystemen setzt auch die digitale Beherrschung der involvierten Prozesse voraus.

**Künstliche Intelligenz:** Algorithmen, Infrastruktur, Rechenleistung und Speicher sind schon so weit fortgeschritten, dass sich künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen in die Praxis umsetzen lassen. Mit der Entwicklung von Netzen aus künstlichen Nervenzellen nach biologischem Vorbild (Neural Networks) wird das maschinelle Lernen revolutioniert: Insbesondere auf dem Gebiet der Bild- und Spracherkennung konnten seit etwa drei Jahren enorme Fortschritte verzeichnet werden. Die Anwendungsmöglichkeiten sind, von der Analyse von Satellitenaufnahmen über Drohnen, bildgebende Verfahren in der Medizin bis hin zu Robotik und selbstfahrenden Autos, extrem vielfältig. In der Schweiz mit ihrer langen Tradition im Dienstleistungssektor zeichnen sich Banken, Versicherungen und touristische Angebote nach wie vor durch ihre hohe Qualität und Vertrauenswürdigkeit aus, doch die digitalen Geschäftsmodelle werden auch an diesen Branchen nicht spurlos vorbeigehen.

**Robotik:** Damit sie präzise arbeiten, werden traditionelle Robotersysteme (Industrieroboter) steif und positionsgeregelt betrieben. Das erfordert eine abgeschlossene Umgebung, da solche Systeme auf ein unstrukturiertes Umfeld unzureichend reagieren. Heute hingegen werden flexible und intelligente Roboter entwickelt, die kein Sicherheitsrisiko für den Menschen darstellen und Hand in Hand mit ihm zusammenarbeiten können, in der Industrie genauso wie in der Medizin oder im Privatbereich. Serviceroboter unterstützen den Menschen bei der Arbeit oder zu Hause. Flugroboter bewähren sich in der Landwirtschaft und bei Search-and-Rescue-Missionen. Diese neuen Roboter müssen ihre Umgebung in ihrer ganzen Komplexität wahrnehmen und verstehen können. Die Schweizer Forschungs- und Industrielandschaft verfügt über die notwendigen Kompetenzen, um auf diesem Gebiet eine führende Rolle zu spielen – davon zeugen nicht zuletzt die vielen Start-ups, die im Umfeld der technischen Hochschulen (ETH Zürich und EPFL in Lausanne) entstehen.

## Fertigungsverfahren

**Puls laser** eröffnen neue Möglichkeiten bei der präzisen Oberflächenbearbeitung von metallischen, keramischen und Kunststoffmaterialien. Der Einsatz von leistungsstarken Lasern zur Feinbearbeitung von Oberflächen im Submikrometerbereich und beim 3D-Druck war bisher nur teilweise erfolgreich. Neuartige hochintegrierte Systeme, die auf der Grundlage von Lasern mit extrem kurzen Pulszeiten entwickelt wurden und Mehr-Wellenlängen-Interferometer als Messmittel hinzuziehen, schaffen hier Abhilfe.

Die fortwährende Entwicklung neuer Materialien und die Tendenz, insbesondere in der Fahrzeug- und Luftfahrtindustrie Schrauben und Niete durch Kleben zu ersetzen, erfordern die Entwicklung von neuen Füge-techniken und **multifunktionalen Klebstoffen**. Die additive Fertigung ist eine innovative Produktionstechnologie, welche die gesamte Wertschöpfungskette vom Design bis zum fertigen Produkt grundlegend verändert. Die Schweizer Maschinenindustrie ist in der Präzisionsmechanik weltweit noch immer top – die additive Fertigung bietet ihr nun die Chance, ihre führende Position weiter auszubauen. Die **Prozessanalysetechnik** dient der Analyse, Kontrolle und Optimierung von Herstellungsprozessen in der chemischen Industrie. Sie bezweckt eine Verbesserung der Produktqualität durch standardisierte Kontrollen und die Dokumentation der kritischen Grössen während der Produktion.

## Weitere Technologien

Die **Photonik** verbindet zwei Gebiete der Physik: die Optik und die Elektronik. Die Photonik hat sich zunächst vor allem aus der optischen Nachrichtentechnik entwickelt – Glasfasern dienen als Übertragungsmedium und Laserdioden als modulierbare Lichtquellen. Durch die Weiterentwicklung der optischen Grundlagen und der optoelektronischen Bauelemente (Photodetektoren, LED und Laserdioden) hat sich der Anwendungsbereich der Photonik massiv erweitert. Die Schweiz ist auf dem Gebiet der Photonik stark und zwar sowohl in der akademischen Forschung als auch in der Photonikindustrie.

**Biotechnologie:** CRISPR/Cas 9 ist eine disruptive molekularbiologische Methode – eine Art Skalpell für das Erbgut. Weil sie im Kampf gegen Aids, Krebs und eine ganze Reihe von Erbkrankheiten, aber auch bei der Züchtung von Pflanzen und Tieren neue Möglichkeiten verspricht, hat sie die Gentechnologie in den letzten vier Jahren im Sturm erobert. Allerdings wird ihr Einsatz in Diagnostik und Therapie, in der Agronomie, der Lebensmitteltechnologie und anderen Gebieten zahlreiche technische und ethische Fragen aufwerfen.

**Medizintechnik:** Die Kommerzialisierung vieler Med-Tech-Produkte und der steigende Preisdruck haben die Attraktivität der Medizintechnik in der Schweiz wesentlich beeinträchtigt. Für MedTech-Firmen in KMU-Grösse wird es immer schwieriger, den Zugang zu Spital-Einkaufsorganisationen zu finden oder bei grösseren Ausschreibungen zum Zuge zu kommen. Die Gesundheitsversorger reagieren mit neuen Modellen und Serviceangeboten auf diese Marktveränderungen. Dank ihrer überschaubaren Grösse sollte die Schweizer MedTech-Branche genügend agil sein, um die Opportunitäten zu nutzen, die sich dabei bieten.