11/2026 27.3.2026
ISSN 0344-8843 € 6,–
www.markt-technik.de

# Markt&Technik

DIE ZEITUNG FÜR ELEKTRONIK, KI UND INFORMATIONSTECHNIK

Bild: Precisis



Ein Hirnimplantat aus Heidelberg: Die dünnen Elektroden des Stimulationssystems Easee werden unter der Kopfhaut platziert und sollen u.a. gegen medikamentenresistente Epilepsie helfen. Für die komplexe Signalverarbeitung und Edge-KI entwickelt Precisis stromsparende und effiziente Halbleiter-Chips mit Infineon.

**INTERVIEW DER WOCHE**
mit **Thorsten Lubinski, Diamontech AG:** Einfach Finger auflegen – Laser misst Blutzucker ohne Pieks **Seite 10**

**FOKUS**
**Kleinste Kondensatpumpe:** Geräteminiaturisierung durch Vollverguss **Seite 12**

**MESS- & PRÜFTECHNIK**
**Umweltprüftechnik für Entwicklung und Fertigung:** CE-zertifizierte Klimakammern für Europa **Seite 20**

**PRODUKTION & DIENSTLEISTUNG**
Atmosphärendruckplasma statt teurer Vakuumprozesse **Seite 24**

Nvidia GTC 2026

## »Big Bang« für die KI-Entwicklung

In den letzten Wochen wurde viel über eine KI-Blase und über Zweifel an der Rentabilität großer Investitionen von Unternehmen wie Amazon, Google oder Microsoft diskutiert. Jensen Huang, CEO von Nvidia, widerspricht auf der GTC 2026 deutlich und spricht sogar von einer weiteren Beschleunigung im Bereich KI.

Huang begründet seine Überzeugung vor allem mit der außergewöhnlichen Dynamik bei Investitionen, Rechenbedarf und Nutzung. Er erklärt, dass in den vergangenen zwei Jahren – insbesondere im letzten Jahr – rund 150 Milliarden Dollar in KI-Start-ups – er nennt sie AI Natives – geflossen sind, »mehr als je zuvor«, laut Huang. Gleichzeitig hat sich die Größenordnung der Finanzierungen deutlich geändert – von wenigen Millionen über zweistellige Millionenbeträge hin zu Hunderten Millionen und sogar Milliarden Dollar pro Unternehmen.

Ursache dafür ist laut Huang ein fundamentaler Wandel: Erstmals in der Geschichte benötigt jedes dieser Unternehmen enorme Rechenleistungen. »In nur zwei Jahren ist die benötigte Leistung um das etwa 10.000-Fache gestiegen, während gleichzeitig die Nutzung – also die Zahl **Seite 3**

KI-Rechenzentren

## Messtechnik vor neuen Herausforderungen

Rund 400 Milliarden Dollar haben Microsoft, Amazon, Alphabet und Meta allein im Jahr 2025 in KI-Infrastruktur investiert und treiben so weltweit den Ausbau von Rechenzentren voran. Diese Entwicklung führt zu deutlich gestiegenen Anforderungen an Stromversorgung, Hochgeschwindigkeitsschnittstellen und Sicherheit, was sich wiederum auch unmittelbar auf die dafür erforderliche Messtechnik auswirkt.

So bedeutet etwa der Wechsel von einer 48-V-AC- zu einer 400-V-DC-Architektur gleichzeitig auch höhere Sicherheitsanforderungen an Messgeräte. Der vermehrte Einsatz von SiC- und GaN-Elementen wiederum führt zu massiven Gleichtaktstörungen, mit denen konventionelle Messköpfe nicht zurechtkommen. Auch der Einsatz von Mehrfasertechnologien (MPO) für die **Seite 3**



# Was haben Leidenschaft, Neugierde und Kreativität gemeinsam?

Antwort: **Sie**

Was auch immer Sie sind (Maker, Student, Tüftler, Bastler, Tech-Wizard...), Sie verkörpern den Erfindergeist - und dieser Geist schafft eine bessere Welt für uns alle.

**Wir helfen Ihnen bei der Realisierung Ihrer Träume unter digikey.de**

DigiKey

we get technical

DigiKey ist ein autorisierter Distributor für alle Lieferpartner. Neue Produkte werden täglich hinzugefügt. DigiKey und DigiKey Electronics sind eingetragene Marken von DigiKey Electronics in den USA und anderen Ländern. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

Fortsetzung von Seite 1

# »Big Bang« für die KI-Entwicklung

der Anwender und Anwendungen – um etwa das 100-Fache zugenommen hat. Insgesamt ergibt sich daraus ein Anstieg der gesamten Rechennachfrage um den Faktor 1 Million.« Und das spielt Geld in die Kassen von Nvidia. Letztes Jahr hatte Huang noch von gesicherten Bestellungen im Umfang von 500 Milliarden Dollar bis 2026 gesprochen, heute geht er bereits von mindestens 1 Billion Dollar bis 2027 aus – mit dem Hinweis, dass selbst diese Zahl noch zu niedrig angesetzt ist.

Huang ist überzeugt, dass wir uns am Beginn einer neuen Plattform-Ära befinden, vergleichbar mit den Sprüngen durch das PC- oder Internet-Zeitalter. In den letzten zwei Jahren habe die KI-Entwicklung einen »Big Bang« erlebt: Generative Modelle wie ChatGPT und reasoning-fähige KI (wie Claude oder Agentic Models) ermöglichen es, Aufgaben nicht nur zu verstehen, sondern aktiv zu planen, Probleme zu zerlegen, Lösungen zu generieren und produktiv auszuführen. Diese Entwicklung markiere den »Inflection Point« der Inferenz: KI-Systeme müssen ständig denken, planen und handeln, was enorme Anforderungen an GPU-Leistung stellt. Huang betont, dass Nvidia hier als einzige Plattform weltweit alle Domains der KI – Sprache, Vision, Biologie, Robotik, Edge- und Cloud-Anwendungen – abdeckt und die niedrigsten Kosten pro Recheneinheit bietet. So entstehe ein positiver Kreislauf: leistungsfähige Infrastruktur zieht Entwickler und neue Anwendungen an, die wiederum die Nachfrage nach noch mehr Rechenleistung steigern.

Es gibt noch andere GPU-Anbieter, aber Huang ist überzeugt, dass Nvidia einen entscheidenden Vorteil gegenüber der Konkurrenz hat: Cuda. Cuda feiert in diesem Jahr sein 20-jähriges Jubiläum und ist mittlerweile ein umfassendes Software-Ökosystem mit Tausenden Tools, Compilern, Frameworks und Bibliotheken sowie Hunderttausenden Open-Source-Projekten. »Cuda ist praktisch in jedes Ökosystem integriert«, sagt Huang. Der entscheidende Erfolgsfaktor ist dabei die enorme installierte Basis: »Es hat 20 Jahre gedauert, Hunderte Millionen GPUs und Systeme weltweit aufzubauen, die Cuda ausführen.«

Diese installierte Basis setzt seiner Aussage nach einen sich selbst verstärkenden Kreislauf in Gang: Sie zieht Entwickler an, die an neuen Algorithmen arbeiten – zum Beispiel Deep Learning –, daraus entstehen neue Märkte und Ökosysteme, was wiederum die Verbreitung von Cuda weiter erhöht. »Dieses Flywheel beschleunigt sich jetzt«, betont Huang. Nvidia ist dabei heute in nahezu allen Branchen vertreten – von KI und Cloud über Wissenschaft und Industrie bis hin zu Automotive-Anwendungen – und verstärkt so die Dynamik dieses Ökosystems zusätzlich.

Ein weiterer zentraler Vorteil liegt seiner Aussage nach in der Langlebigkeit der Plattform. Da Cuda praktisch alle Phasen des KI-Lebenszyklus sowie zahlreiche wissenschaftliche und industrielle Anwendungen abdeckt, bleiben Systeme über viele Jahre hinweg nutzbar. Kontinuierliche Software-Optimierungen senken dabei die Rechenkosten im laufenden Betrieb. »Wenn wir eine neue Optimierung veröffentlichen, profitieren Millionen Systeme davon«, erklärt Huang. »Cuda steht im Zentrum – und genau Seite 8

Fortsetzung von Seite 1

# Messtechnik ...

Hochgeschwindigkeitsübertragung bringt neue Herausforderungen mit sich. Hier reichen schon mikroskopisch kleine Verschmutzungen bei den Glasfaser-Endflächen, um die gesamte Inbetriebnahme eines Rechenzentrums zu stoppen. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Messprotokolle zur Qualitätssicherung. Zu den neuen Sicherheitsaspekten gehören etwa speziell abgeschirmte Bereiche von Rechenzentren, die ein Abhören verhindern sollen. Um die elektromagnetische Dämpfung der Abschirmung zu kontrollieren, müssen geeignete Signalgeneratoren und Spektrumsanalysatoren zur Verfügung stehen. Wie moderne Messtechnik-Lösungen diese Herausforderungen meistern, lesen Sie in unserem Themenschwerpunkt »Mess- und Prüftechnik« ab S. 14. (ku)



# Inhalt

11/2026




Interview der Woche




Fokus


**AKTUELL**

**Viertes Quartal 2025:** NAND-Flash-Umsatz wächst um fast 25 Prozent **9**

**Interview der Woche**

**mit Thorsten Lubinski, Diamontech AG:**
Einfach Finger auflegen: Laser misst Blutzucker ohne Pieks **10**

**Fokus**

**Kleinste Kondensatpumpe:** Geräteminiaturisierung durch Vollverguss **12**

**Mess- & Prüftechnik**

**Messtechnik wird zur Schlüsseltechnologie für KI-Rechenzentren:**
»Jedes Prozent Effizienzgewinn zählt« **14**

**Hioki:** Quantitative Analyse von Slurry-Prozessen **17**

**Arbiträrgeneratoren mit bis zu zwölf Kanälen und 10 GSamples/s:**
Mehrkanal-AWGs für die GHz-Signalerzeugung **18**

**Patentierte Technologie:** Dual-Kameramodul kombiniert Wärme- und Sichtbild **18**

**Für Radar, Satellit und 6G:** Software Defined Radio bis 20 GHz **19**

**Umweltprüftechnik für Entwicklung und Fertigung:**
CE-zertifizierte Klimakammern für Europa **20**

**Plattform schafft Basis für KI in der Halbleiterentwicklung:** Automatisiertes Datenmanagement **21**

**Die Achillesferse der KI-Infrastruktur:**
»High-Density-Glasfasern erfordern neue Teststandards« **22**

**Automatisierte grafische Konfiguration kompletter Testsysteme:** Signalpfade frühzeitig planen **23**







## Produktion & Dienstleistung

## Bildverarbeitung

### Produktion & Dienstleistung

**Technisch besser, kostengünstig und nachhaltig:**
Atmosphärendruckplasma statt teurer Vakuumprozesse **24**

**Wichtige Elektronikfertiger und EMS-Dienstleister** **28**

**Energieeffizienz in der Elektronikfertigung:**
Wie Kontron an der Energieschraube dreht **29**

**KI-gestützte Multi-Sensorsysteme:** So bleibt der Maschinenbau wettbewerbsfähig **31**

**Automated Conformal Coating Inspection (CCI) in der Elektronikfertigung:**
AOI-System prüft Schutzlacke beidseitig **34**

**Produktionsstandorte teils konsolidiert, teils erweitert:**
GPV steigert Profitabilität trotz Umsatzrückgangs **35**

**ISO 13485:** Keenfinitys EMS-Werk in Portugal für Medizintechnik zertifiziert **37**

**Anbieterübersicht:** Electronic Manufacturing Services (EMS) **36 - 45**

### E-Kompakt

**Bildverarbeitung** **46**

**Marktübersicht:** Bildverarbeitungs-Hardware **48**

**Editorial** **7**

**Inserentenverzeichnis, Impressum** **49**

20. – 24. April 2026

# THINK TECH FORWARD

Globaler Treffpunkt für industrielle Transformation,
wo Innovation und Verantwortung zusammenkommen,
um die Zukunft der Produktion zu gestalten.
**www.hannovermesse.de/hm26**




THINK TECH FORWARD

HANNOVER MESSE

Editorial



**Ingo Kuss**
Chefredakteur • IKuss@componeers.net

# Ein wichtiges Signal

Crisis? What Crisis? Beim Besuch der embedded world in der vorvergangenen Woche konnte einem durchaus dieser Titel eines Supertramp-Albums aus dem Jahr 1975 in den Sinn kommen – sofern dafür man alt genug ist. Rund 36.000 Besucher aus fast 90 Ländern drängelten sich an drei Tagen in den Messehallen mit insgesamt 1262 Ausstellern. In beiden Fällen bedeutet das einen deutlichen Zuwachs im Vergleich zum Vorjahr. Der ausgesprochen positiven Stimmung bei Besuchern und Ausstellern konnte selbst eine durch eine Bombenentschärfung erschwerte Anreise am ersten Messtag nichts anhaben.

Außerhalb des Nürnberger Messegeländes sieht das aktuell allerdings etwas anders aus. ZVEI-Chefvolkswirt Dr. Andreas Gontermann fasst die Stimmungslage so zusammen: „Nach dem starken Anstieg im Januar gab das Geschäftsklima in der deutschen Elektro- und Digitalindustrie im Februar wieder etwas nach. Sowohl die Beurteilung der aktuellen Lage als auch die allgemeinen Geschäftserwartungen fielen ungünstiger aus als im Vormonat.“ Die stimmungsmäßigen Auswirkungen des Iran-Kriegs und seiner Folgen seien in diesen Zahlen noch gar nicht abgebildet.

Dabei hat sich das Auftragswachstum in der deutschen Elektro- und Digitalindustrie zunächst fortgesetzt: Die Neubestellungen stiegen im Januar 2026 insgesamt um 3,2 Prozent, allerdings mit deutlichen regionalen Unterschieden. Während die Aufträge aus dem Euroraum sogar um 12,5 Prozent anzogen, ließen sie aus Drittländern gleichzeitig um 0,9 Prozent nach. Im Februar zeigten sich in der deutschen Elektro- und Digitalindustrie ebenfalls gegenläufige Trends. So ging es zum Beispiel bei den Produktionsplänen leicht abwärts. Die Einstellungsabsichten bei den befragten Unternehmen wiederum verbesserten sich ein wenig. Insgesamt erwartet der ZVEI für dieses Jahr ein moderates Produktionsplus von 2 Prozent.

Auch für die deutsche Wirtschaft allgemein rechnen Konjunkturforscher vorerst nicht mit gravierenden Folgen durch den Iran-Krieg. So prognostiziert das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung in Berlin (DIW) für dieses Jahr trotz des Anstiegs der Energiepreise ein Wachstum von 1,0 Prozent beziehungsweise 1,4 Prozent im kommenden Jahr.

Dennoch bleibt ein hartnäckiges Unsicherheitsgefühl angesichts der immer weniger vorhersehbaren geopolitischen Entwicklungen gerade vor dem Hintergrund des Iran-Krieges. Veranstaltungen wie die boomende embedded world sind da auch in psychologischer Hinsicht ein wichtiges Signal, dass die besten Zeiten für die Elektronikbranche immer noch vor uns liegen.

Herzlich, Ihr



WÜRTH ELEKTRONIK
MORE THAN YOU EXPECT

CONNECTED.
NO MATTER
THE CONDI-
TIONS.

Entdecken Sie unsere hochwertigen Rundsteckverbinder mit IP67- und IP68-Schutz, entwickelt für anspruchsvolle industrielle Umgebungen.

**www.we-online.com/circular**



© eiSos

**WE meet @ PCIM Europe**
Halle 6 - 306

Fortsetzung von Seite 2

# »Big Bang« für die KI-Entwicklung

dieses Zusammenspiel treibt Wachstum, Innovation und das Sinken der Rechenkosten zugleich voran.«

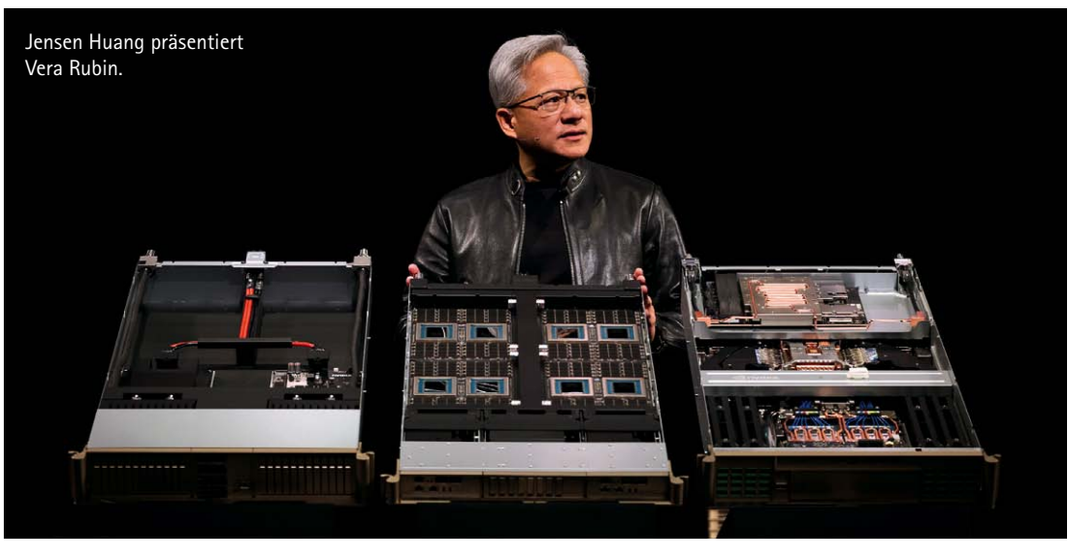
In diesem Zusammenhang stellt Huang auch gleich DLSS 5 mit neuronalem Rendern vor. »25 Jahre, nachdem Nvidia die programmierbaren Shader erfunden hat, definieren wir mit DLSS 5 die Computergrafik erneut. DLSS 5 ist der GPT-Moment für die Grafik: Es kombiniert klassische, von Künstlern gestaltete Rendering-Verfahren mit generativer KI und ermöglicht so einen deutlichen Sprung im visuellen Realismus – bei gleichzeitigem Erhalt der kreativen Kontrolle für Entwickler und Künstler.«

Im weiteren Verlauf der Keynote verweist Huang auf die »Vera Rubin Plattform«, die aus Huangs Sicht den Wendepunkt für agentische KI darstellt und mittlerweile vollständig produziert wird. Die Plattform vereint die Vera-CPUs, Rubin-GPUs, NVLink-6-Switches, ConnectX-9-SuperNICs, BlueField-4-DPUs, Spectrum-6-Ethernet-Switches und die neu integrierte Groq-3-LPU. Die Plattform ist auf POD-Skalierung ausgelegt: Mehrere Racks arbeiten als kohärentes System. Im NVL72-Rack zum Beispiel verbinden 72 Rubin-GPUs und 36 Vera-CPUs über NVLink 6 extrem hohe Rechenleistung und Effizienz, was große Modelle mit deutlich weniger GPUs trainierbar macht und zugleich den Inferenz-Durchsatz pro Watt deutlich steigert. Ein neuer Bestandteil sind die Groq-3-LPUs: Diese spezialisierten Inferenzprozessoren wurden für Anwendungen mit großen Kontextlängen und sehr niedriger Latenz entwickelt. In einem »LPX-Rack« mit Hunderten LPUs arbeiten sie wie ein einziger riesiger Prozessor und liefern bis zu 35-mal mehr Inferenzdurchsatz pro Leistungseinheit als frühere Ansätze. Ergänzt durch STX-Storage-Racks mit hochperformantem Kontextspeicher und Spectrum-6-Ethernet, bietet Vera Rubin eine vollständig integrierte Infrastruktur, die weltweit von führenden Cloud-Anbietern, Systemherstellern und KI-Forschern genutzt wird. So ermöglicht sie eine kosteneffiziente, großskalige und robuste Nutzung der nächsten Generation agentischer KI-Modelle. Huang: »Bei Vera Rubin betrachten wir das gesamte System – vertikal integriert, inklusive Software, durchgängig optimiert und als ein einziges riesiges System konzipiert.« Laut Huangs Aussage werden Produkte auf Vera-Rubin-Basis ab der zweiten Jahreshälfte über Cloud-Anbieter wie AWS, Google Cloud, Microsoft Azure und Oracle Cloud sowie Partner wie CoreWeave, Lambda und Together AI verfügbar sein.

Mit Blick auf die Nachfolgegeneration kündigt Huang die Feynman-Architektur an, die eine neue CPU namens Nvidia Rosa enthält. Sie bildet den Kern einer Plattform, die LP40, BlueField-5, CX10 sowie Kyber- und Spectrum-Komponenten für Scale-up und Scale-out kombiniert.

Darüber hinaus stellt Huang Vera Rubin DSX AI Factory Reference Design und das Omniverse DSX Blueprint vor. Beide helfen, großflächige, codesignte AI-Infrastrukturen zu planen, aufzubauen und zu betreiben. Die Plattform ermöglicht physikalisch genaue digitale Zwillinge, optimiert Design, Aufbau und Betrieb von KI-Fabriken und deckt alle Komponenten ab, von Compute über Netzwerk, Speicher, Power und Kühlung bis hin zu Steuerungssystemen. Die modulare Software-Suite ist offen und enthält Bausteine wie DSX Max-Q, DSX Flex (dynamische Energieanpassung an das Stromnetz) und DSX Sim/Sim-Ready (digitale Zwillinge für Simulation und Validierung), die AI-Fabriken skalierbar, effizient und schnell produktiv machen. Partner aus Industrie und Energie, darunter Dassault Systèmes, Schneider Electric, Cadence, Siemens, Jacobs und Hitachi, nutzen die Designs, um digitale Zwillinge für AI-Fabriken zu erstellen, Stromversorgung zu simulieren und Produktionsabläufe zu optimieren.

Huang hob zudem OpenClaw hervor: »OpenClaw ist das am schnellsten wachsende Open-Source-Projekt der Geschichte, das in wenigen Wochen mehr Popularität erreicht hat als Linux in 30 Jahren.« Es funktioniert wie ein Betriebssystem für KI-Agenten und ermöglicht die Realisierung persönlicher Agenten. Dafür hat Nvidia NemoClaw entwickelt, das auf OpenClaw aufbaut und die nötige Infrastruktur bereitstellt, um diese Agenten zuverlässig, skalierbar und sicher laufen zu lassen. Es installiert automatisch die Nvidia-KI-Modelle Nemotron und die Laufzeitumgebung OpenShell, die für Datensicherheit und Datenschutz sorgt. OpenShell stellt sicher, dass autonome Agenten Aufgaben ausführen können, ohne sensible Daten preiszugeben oder unerlaubt externe Kommunikation zu starten. Huangs Fazit: »Heute muss jedes Unternehmen der Welt eine OpenClaw-Strategie haben.« (st)



Jensen Huang präsentiert Vera Rubin.

Viertes Quartal 2025

# NAND-Flash-Umsatz wächst um fast 25 Prozent

Im vierten Quartal 2025 haben die Preise schon kräftig angezogen, im ersten Quartal werden sie laut TrendForce noch einmal um bis zu 90 Prozent steigen. Dieser Trend werde sich im Gesamtjahr kaum ändern. Die globale NAND-Flash-Branche profitierte auch im vierten Quartal 2025 vom Ausbau der KI-Infrastruktur. Insgesamt wuchs der Gesamtumsatz der fünf führenden NAND-Flash-Anbieter gegenüber dem Vorquartal um 23,8 Prozent auf 21,17 Milliarden Dollar.

| Rank | Company | Revenue (US$M) | | Market Share (%) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 4Q25 | QoQ (%) | 4Q25 | 3Q25 |
| 1 | Samsung | 6,600.0 | 10.0% | 28.0% | 32.3% |
| 2 | SK Group (SK hynix + Solidigm) | 5,211.5 | 47.8% | 22.1% | 19.0% |
| 3 | Kioxia | 3,311.0 | 16.5% | 14.1% | 15.3% |
| 4 | Micron | 3,025.0 | 24.8% | 12.8% | 13.0% |
| 5 | SanDisk | 3,025.0 | 31.1% | 12.8% | 12.4% |
| Total of Top 5 | | 21,172.5 | 23.8% | 89.9% | 92.0% |

Notes:
1. 3Q25—USD:JPY = 1:147.5; USD:KRW = 1:1,386.9
2. 4Q25—USD:JPY = 1:154.1; USD:KRW = 1:1,448.8
Source: TrendForce, Mar. 2026

Der Umsatz der fünf führenden NAND-Flash-Speicher-Hersteller (Bild: TrendForce)

Hauptwachstumstreiber war die explosive Nachfrage nach SSDs für Unternehmen. Dahinter stehen die nordamerikanischen CSPs, die den Einsatz von KI-Servern vorantreiben. Gleichzeitig beschleunigten der gravierende Mangel an Festplatten und längere Lieferzeiten die Verlagerung von Bestellungen auf NAND-Speicher, was die Versorgung weiter verknappt. Das trieb die Preise in die Höhe und die Umsätze der Anbieter nach oben.

TrendForce geht davon aus, dass die Anbieter wegen des knappen Angebots im ersten Quartal 2026 die Preise weiter erhöhen werden. Die Marktforscher haben deshalb ihre Prognose nach oben korrigiert und prognostizieren, dass die Preise im ersten Quartal um 85 bis 90 Prozent gegenüber dem Vorquartal steigen werden.

Auch für das gesamte Jahr 2026 rechnet TrendForce mit weiterhin steigenden Preisen. Denn erstens seien die kurzfristig möglichen Kapazitätserweiterungen in der NAND-Fertigung begrenzt, und zweitens bleibe die Nachfrage im Bereich KI hoch. Große Anbieter beschleunigten die Technologieumstellung und verlagerten ihren Produktfokus auf QLC-Enterprise-SSDs mit hohen Kapazitäten von 122 TB und 245 TB, um die Anforderungen an Speicherdichte und Bandbreite generativer KI-Workloads zu erfüllen. Bei der Kapazitätszuweisung würden Serveranwendungen zunehmend Vorrang erhalten, was das Angebot für Verbraucherprodukte weiter verknappen werde.

## Samsung

Samsung verteidigte im vierten Quartal 2025 seine Spitzenposition mit einem Umsatz von 6,6 Milliarden Dollar (+10 Prozent gegenüber dem Vorquartal), obwohl sein Marktanteil auf 28 Prozent zurückfiel. Während die durchschnittlichen Verkaufspreise deutlich stiegen, gingen die Bit-Lieferungen aufgrund der hohen Basis im Vorquartal und Verlusten durch einen Prozesswechsel sequenziell zurück.

## SK hynix und Solidigm

Die SK Group (SK hynix und Solidigm) verzeichnete mit einem Umsatzsprung von 47,8 Prozent gegenüber dem Vorquartal auf rund 5,21 Milliarden Dollar das stärkste Wachstum unter den Top 5. Damit kletterte der Marktanteil des Unternehmens auf 22,1 Prozent und sicherte ihm den zweiten Platz. Das Versandwachstum wurde in erster Linie durch die Nachfrage nach mobilen NAND-Flash-Speichern und SSDs für Unternehmen angetrieben.

## Kioxia

Kioxia belegte den dritten Rang mit einem Umsatz von 3,31 Milliarden Dollar, was einem Anstieg von 16,5 Prozent gegenüber dem Vorquartal entspricht. Sowohl der Umsatz als auch die Bit-Lieferungen erreichten im vierten Quartal 2025 Rekordhöhen.

## Micron

Micron stand mit einem Umsatz von rund 3 Milliarden Dollar auf dem vierten Platz. Damit steigerte Micron den Umsatz gegenüber dem Vorquartal um 24,8 Prozent. Das Unternehmen baut seine QLC-Produktion weiter aus und steigert zugleich den Absatz von Produkten auf Basis seiner NAND-Technologie der neunten Generation (G9). Damit ist es für ein weiteres Wachstum der Bitproduktion im Jahr 2026 gut positioniert.

## SanDisk

Auch SanDisk verzeichnete mit einem Umsatz von 3 Milliarden Dollar einen Anstieg von 31,1 Prozent gegenüber dem Vorquartal und belegte den fünften Platz. Das Unternehmen profitierte von der allgemeinen Verknappung des NAND-Angebots und expandierte aggressiv in den Serverbereich, in dem SanDisk traditionell schwächer ist. Dieses Vorgehen bewirkte ein erhebliches Wachstum des Rechenzentrumsgeschäfts. (ha) ■

Anzeige



Nicht-Invasives Glukose-Monitoring

# Einfach Finger auflegen: Laser misst Blutzucker ohne Pieks

*Thorsten Lubinski, CEO und Mitgründer des deutschen Diabetes-Startups Diamontech, erklärt, wie Quantenkaskadenlaser und photothermische Detektion die nicht-invasive Blutzuckermessung möglich machen – zunächst im Hosentaschenformat und möglichst bald am Handgelenk. Samsung spielt dabei eine wichtige Rolle.*

Markt&Technik EXKLUSIV INTERVIEW



Thorsten Lubinski, Diamontech AG

*„Statt Teststreifen, Fingerpiekser und Pflaster: Finger auf den D-Pocket legen und fertig. Für Diabetiker ist das bereits eine deutliche Verbesserung."*

**Markt&Technik: Blutzucker zuverlässig »ohne Pieks« durch die Haut zu messen, ist ein riesiger Durchbruch. Sie nutzen dazu einen Infrarotlaser. Wie gehen Sie dabei genau vor?**

*Thorsten Lubinski:* Eines der ersten Dinge, die ich bei Diamontech gelernt habe, ist: Infrarot ist nicht gleich Infrarot. Viele Ansätze Glukose zu messen, setzen auf Nah-Infrarot – und sind damit nur mäßig bis gar nicht erfolgreich. Wir arbeiten im mittleren Infrarotbereich, bei Wellenlängen um 10 Mikrometer, mit einem Quantenkaskadenlaser, kurz QCL. Der entscheidende Vorteil dieses Spektralbereichs: Er regt das Glukosemolekül spezifisch an. Der QCL-Strahl trifft auf die Haut, die Glukose beginnt zu vibrieren und diese Vibration erzeugt eine minimale Wärme. Diese Wärme wandert zurück an die Hautoberfläche und genau dort messen wir den Temperaturunterschied. Der Unterschied ist winzig und wäre mit einem Standardthermometer nicht zu erfassen.

**Hier kommt Ihre patentierte photothermische Detektion ins Spiel.**

Genau. Wir haben einen kleinen Kristall, da legt der Nutzer den Finger drauf. Der Laserstrahl geht durch den Kristall, die Wärme kommt aus der Haut zurück. Durch diese Temperaturänderung ändert der Kristall seine optischen Eigenschaften, es entsteht eine kleine thermische Linse. Dann nehmen wir einen zweiten Laserstrahl – das ist ein normaler roter Laserpointer – der von dieser entstandenen thermischen Linse abgelenkt wird. Je mehr Glukose in der Haut, desto größer die Temperaturabweichung, desto größer die Ablenkung des zweiten Laserstrahls. Das ist das, was wir photothermische Detektion nennen, und das ist auch patentiert.

**Wirklich sehr beeindruckend.**

Ist es in der Tat. Die Idee stammt von unserem Mitgründer, Professor Dr. Werner Mäntele. Er hatte um die Jahrtausendwende einen der ersten QCLs, der auf den Markt kam, und begann sofort, damit zu experimentieren – zunächst in Flüssigkeiten, dann zunehmend an der Haut. Wir als Firma sind jetzt elf Jahre alt; davor hat er bereits 15 Jahre geforscht. Das zeigt, wie komplex das Thema ist.

**Ihr aktuelles Gerät dazu heißt D-Pocket, was steckt – abgesehen von Kristall und Laser – noch an Technik drin?**

Das sind ein Display, die Batterie und eine Compute-Unit – also eine MCU. Wir nehmen ein Hautspektrum auf und müssen dieses

Spektrum mithilfe von Machine Learning auf einen Glukosewert mappen. Und das passiert komplett auf dem Gerät selbst. Diese klare Designentscheidung stand ganz am Anfang: Wir wollen nicht, dass Daten erst in die Cloud geschickt werden müssen, um ein Ergebnis zu bekommen. Das Gerät soll autonom funktionieren – auch aus Datenschutzgründen.

**Muss der Nutzer den D-Pocket noch klassisch kalibrieren, also mit einem Pieks?**

Ja, am Anfang steht eine Fünf-Punkt-Kalibrierung, bei der wir möglichst viele verschiedene Blutzuckerwerte erfassen: morgens nüchtern, vor dem Frühstück, nach dem Frühstück, eine Stunde danach, zwei Stunden danach. So sieht der Lernalgorithmus einmal die volle Dynamik – Baseline, Anstieg, Abfall. Je mehr Dynamik zu Beginn sichtbar wird, desto besser ist das Gerät kalibriert. Zusätzlich möchten wir aktuell noch alle zwei Wochen eine Nachkalibrierung, um sicherzustellen, dass die Messung weiterhin stimmt. Das werden wir irgendwann aufgeben – aber für die erste Version ist das unser Vorgehen.

**Das Gerät wird also punktuell aufgelegt und nicht dauerhaft getragen?**

Genau, im Gegensatz zum »continuous monitoring« setzen wir derzeit auf die sogenannten Flash-Messungen. Das ist der Zwischenschritt, den wir gehen müssen, um später im Armband zu landen. Wir wollen zunächst das D-Pocket fertigstellen, die klinischen Studien dafür abschließen, eine Zulassung erhalten und die Erstattungsprozesse bei den Krankenkassen anschieben. Wenn das alles steht, wird der Weg zum Wearable am Handgelenk deutlich schneller gehen – die Technologie ist dann bekannt, der Vertrieb ist etabliert, die Kostenträger wissen Bescheid. Der D-Pocket ist für uns ein guter Schritt in den Markt, um zu zeigen: Es funktioniert.

**Wie lange dauert eine einzelne Messung?**

Eine Minute. Finger drauflegen, kurz stillhalten, fertig.

**Ihre Technologie detektiert kohlenstoffbasierte Moleküle. Welche weiteren Biomarker sind künftig realistisch?**

Dem Team sage ich immer: Lasst uns erstmal Glukose richtig lösen, dann schauen wir uns den Rest an. Aber als Sneak Peek: Laktat erkennen wir ebenfalls sehr deutlich, weil es im ähnlichen Spektralbereich liegt wie die Glukose. Aktuell ist Laktat für uns noch eine Störgröße, die wir quantifizieren müssen, um sie herauszurechnen. Die Herausforderung dabei ist, dass Laktat sowohl auf der äußeren Hautoberfläche als auch innerhalb der Haut vorkommt – und wir wollen nur innen messen. Dafür nutzen wir eine Methode, die wir Tiefentomographie nennen.

**Wie funktioniert die Tiefentomographie?**

Wir betreiben den D-Pocket-Laser in verschiedenen Pulsfrequenzen. Mit langsamen Pulsen dringt der Strahl tiefer ein, mit schnellen Pulsen bleibt er oberflächlich. Dadurch lässt sich quasi schichtweise erfassen, aus welcher Tiefe die Signale kommen. Wenn man zum Beispiel sieht, wie der Laktatmantel nach dem Händewaschen erst verschwindet und sich langsam wieder aufbaut, dann illustriert das gut, was die Methode leistet. Das ist für Glukose allein nicht zwingend erforderlich – da reicht es, tief zu messen und alles andere abzuziehen. Aber es zeigt das Potenzial der Technologie.

**Der D-Pocket hat derzeit Smartphone-Größe. Was steht der weiteren Miniaturisierung im Weg?**

Es ist vor allem ein Prozessthema. Der Quantenkaskadenlaser selbst ist bereits fingernagel-groß – da sehen wir keine fundamentalen Hindernisse mehr. Der nächste Schritt ist die hochintegrierte Fertigung auf einem Chip. Das müssen wir mit einem externen Partner umsetzen, und dafür brauchen wir sehr präzise Spezifikationen. Aber ich möchte nicht jetzt anfangen, Chips produzieren zu lassen, die wir dann wegwerfen, weil die Spezifikationen noch nicht präzise genug waren. Ich möchte erst den D-Pocket fertigstellen und das Gerät 100, 200, 500 Personen in die Hand geben. Ich möchte echtes Feedback haben. Wenn wir dann wissen, was wir wirklich brauchen, lassen wir den Chip bauen. Das dauert dann natürlich einige Zeit – aber es ist normale Ingenieursarbeit, keine Forschungsfrage mehr. Wir sind bereits vom »Geht es überhaupt?« zum »Wie setzen wir es ordentlich um?« gewechselt. Das ist ein ganz anderes Gefühl.

**Das klingt selbstbewusst – aber auch ein bisschen nach Over-Engineering.**

Der D-Pocket soll Ende dieses Jahres fertig sein und dann in die Zulassung gehen. Die existierende klinische Studie haben wir mit unserem Laborgerät D-Base durchgeführt – das ist dieselbe Technologie, aber wir müssen jetzt den kleineren Formfaktor validieren. Wann wir dann genau auf dem Markt sind, hängt von der Zulassung ab – ob das schlussendlich sechs, neun oder zwölf Monate dauert, lässt sich nicht vorhersagen. Wir streben sowohl die MDR-Zulassung in Europa als auch die FDA-Clearance für die USA an. Für irgendwann im nächsten Jahr bin ich optimistisch. Und zu unseren »German-Over-Engineers«, wie ich sie liebevoll nenne: Wir bauen hier ein Medizinprodukt. Das ist kein CD-Player, bei dem jeder Fünfte kaputt gehen darf. Wir wollen sehr, sehr sicher sein, dass wir das Richtige messen und den Patienten das Richtige anzeigen.

**Welche MDR-Klasse und welchen Claim streben Sie mit der ersten Version an?**

Wir sind ein Klasse-IIa-Gerät. Das haben wir für die klinische Studie bereits festlegen müssen, und das BfArM hat das kontrolliert. Die erste Version wird den Blutzucker zunächst nur überwachen, also keine Therapieentscheidungen treffen. Mittelfristig wollen wir dieselbe Genauigkeit erreichen wie aktuelle CGM-Systeme – also 10 Prozent MARD oder darunter – und dann streben wir auch an, eine Insulinpumpe steuern zu dürfen. Wir messen schließlich in derselben Körperflüssigkeit wie CGM-Geräte. Die 20 Prozent MARD, die wir in der klinischen Studie erreicht haben, entsprechen frühen CGM-Generationen, die die Leute damals trotzdem schon genutzt haben. Und für jemanden, der sich täglich mehrfach pieksen muss, ist bereits diese Genauigkeit ohne den ständigen Stich unter die Haut schon ein echter Gewinn.

**Samsung ist Investor bei Diamontech. Wenn die Technologie in Wearables kommt – wäre das dann Samsung-exklusiv?**

Aktuell gibt es keine Exklusivität. Samsung ist ein wichtiger Investor, aber kein exklusiver Partner. Natürlich werden wir zuerst mit ihnen sprechen, einfach weil sie schon sehr lang an uns glauben und viel Geld investiert haben – das ist menschlich nur fair. Aber als Diamontech muss ich am Ende gucken, wer

den besten Vertrag anbietet. Neben der Menschlichkeit muss die Geschäftslogik funktionieren. Samsung hat auf jeden Fall einen besonderen Platz in unserem Herzen, das zählt für uns sehr viel.

**Wie sieht Ihr Businessmodell konkret aus – wollen Sie Geräte verkaufen oder Lizenzen vergeben?**
Beides, aber in getrennten Produktlinien. Den D-Pocket wollen wir als Diamontech-eigenes Medizinprodukt herstellen und vertreiben. Ich möchte es erstattungsfähig machen – nach einem DiGA-ähnlichen Modell mit monatlicher Abrechnung bei den Krankenkassen, rund 150 Euro im Monat dürften realistisch sein. Das Monats- oder Quartalsmodell passt den Krankenkassen gut, weil sie es gewohnt sind, und dem Patienten auch – er kann das Gerät einfach zurückgeben, wenn er damit nicht zufrieden ist. Das wäre planbarer Umsatz für alle Seiten. Für den integrierten Sensor im Wearable hingegen wollen wir kein eigenes Endkunden-Hardwareprodukt bauen – das dauert zu lange und kostet zu viel. Da wäre mein Ansatz die Lizenzierung: an Samsung, Apple, Huawei, Qualcomm, wen auch immer. »Powered by Diamontech« – so wie Intel das vorgemacht hat. Wir haben bereits eine eigene App, die Glukosedaten empfängt und aufbereitet, aber das reicht noch nicht für eine eigene Consumer-Hardwaremarke. Das können die großen Gerätehersteller besser als wir.

**Sie sprechen aktuell von 100.000 Vorbestellungen, bezieht sich das auf den D-Pocket?**
Genau, die liegen bereits für den D-Pocket vor. Wenn man bedenkt, wie viele Diabetiker es weltweit gibt; da macht ein winziger Prozentsatz schnell 100.000 Menschen aus. Und die Leute finden das Gerät einfach gut. Das zeigt uns, dass auch die etwas größere Version mit der Flash-Messung schon als echter Gewinn wahrgenommen wird. Statt Teststreifen, Fingerpieksgerät und Pflaster hat man einfach den D-Pocket einstecken, legt den Finger auf und fertig. Für Diabetiker ist das bereits eine deutliche Verbesserung.

*Das Interview führte Ute Häußler.*

Kleinste Kondensatpumpe

# Geräteminiaturisierung durch Vollverguss

***Wie lässt sich ein Gerät auf möglichst kleinem Bauraum realisieren? Werner Wirth und der Komponentenhersteller Refco zeigen das anhand einer der kleinsten Kondensatpumpen am Markt – realisiert mit Vollverguss per Hotmelt Moulding.***

Das Schweizer Unternehmen Refco ist spezialisiert auf Komponenten für die Kälte- und Klimatechnik und fertigt unter anderem Vakuumpumpen für Klimaanlagen. Eine der jüngsten Entwicklungen ist die Kondensatpumpe »Vamp-F« mit integriertem Reservoir und optischem Niveausensor. Sie sollte funktional auf das Wesentliche reduziert sein – und kleiner als alle anderen Pumpen am Markt. Größenvorgabe: maximal 26 Millimeter.

Schnell waren drei Elemente definiert, über die diese Miniaturisierung zu erreichen war. Zunächst wurde die enthaltene Membranpumpe mit kleiner Bauhöhe in Auftrag gegeben. Dann wurde mit der optischen Füllstandsmessung per Licht eine platzsparende Sensoriklösung gefunden. Das dritte Element war die Größe des Endprodukts. Um die Größenvorgabe einzuhalten, hat man auf ein Gehäuse verzichtet. Durch die Fertigung der Kondensatpumpe im Vollverguss per Hotmelt Moulding ergeben sich mehrere Vorteile: Neben einer kompakten Baugröße auch die nötige Dichtheit sowie ein zeitsparender Fertigungsprozess.

*Vielversprechende Extrudertechnologie*

Unter den kontaktierten Lieferanten entschied sich Refco für Werner Wirth. Das in Hamburg ansässige Unternehmen entwickelt und fertigt Produkte und Systeme rund um die Verbindungstechnik und den Komponentenschutz. Dabei begleitet es seine Kunden von der ersten Idee bis zur Serienfertigung. Im Bereich Hotmelt Moulding zählt das Familienunternehmen zu Europas Marktführern.

Hotmelt Moulding ist ein Spritzgussverfahren, das im Niederdruck erfolgt. Es ist schonend, formgebend und vor allem für hohe Stückzahlen geeignet. Mit ihm lassen sich Verschlüsse für Gehäuse fertigen. Das Verfahren ermöglicht aber auch, elektronische Baugruppen direkt in eine Werkzeugform einzusetzen und zu vergießen. Diese Variante erspart die Konstruktion, Fertigung und Montage sowie den Größenbedarf eines Gehäuses. Im Mittelpunkt der Entwicklung steht hierbei die Erstellung des Formwerkzeugs, das einen auf das Produkt abgestimmten Vergussprozess ermöglicht.

### *Checkliste am Anfang des Projekts*

Am Anfang steht bei Werner Wirth eine Checkliste, um die Rahmenbedingungen des Projekts zu bestimmen. Sie klärt Fragen zum Produkt und zum Fertigungsprozess des Kunden. Zum Beispiel: Unter welchen Temperaturen wird das Endprodukt eingesetzt? Erfährt es Einflüsse durch Feuchtigkeit, Vibrationen oder Reinigungschemikalien? Welche Stückzahlen sind geplant? Welche Stückzahlen sind nötig, um den kundeneigenen Arbeitsfluss aufrechtzuerhalten?

Auf dieser Basis erstellt das Unternehmen eine Machbarkeitsanalyse, die darlegt, welche Werkzeug- und Maschinengröße für die geplanten Fertigungsmengen erforderlich ist.

Mit dem Bau des Prototypenwerkzeugs beginnt dann der eigentliche Entwicklungsprozess. Hier stellte die Kondensatpumpe »Vamp-F« für die Beteiligten eine große Herausforderung für den Vollverguss dar. Auch wenn sie auf das Wesentliche reduziert wurde, besteht die Baugruppe aus so vielen Einzelteilen, dass der Verguss nicht trivial ist: Membranpumpe, Leistungselektronik, Kondensator, Netzteil und Sensor – das alles an seinem Platz zu halten, wenn es vom einfließenden Kunststoff umflossen wird, erfordert Know-how.

### *Entwicklung und Qualifizierung*

Im Kern waren es drei Punkte, die am Ende für die Lösung maßgeblich waren. Werner Wirth änderte sein Werkzeugkonzept. Damit verschob sich die Stelle, an der der polymere Werkstoff eingespritzt wird. Der Druck, der vom Kunststofffluss auf die Anordnung der Einzelteile ausgeübt wird, verringerte sich.

Refco änderte außerdem die Anordnung seiner Baugruppe. Dadurch wurden die Einzelteile lagestabiler und konnten funktionserhaltend vergossen werden. Zudem änderte Refco die Materialien innerhalb der Baugruppe. So hielt die Baugruppe vollständig den Temperaturen des Hotmelt-Verfahrens von etwa 200 °C stand.



**Äußerst kompakt gebaut: Kondensatpumpe »Vamp-F« mit integriertem Reservoir und optischem Niveausensor. (Bilder: Werner Wirth/Refco)**

Nach zwei Jahren Entwicklungs- und Qualifizierungszeit standen Werkzeug, Vergussmaterial und Fertigungsmaschine fest.

### *Vier Pumpen gleichzeitig je Spritzvorgang*

Die neue Maschine fertigt seit 2024 am Refco-Hauptsitz in Hitzkirch. Zwei Formwerkzeuge sind darin verbaut. Jedes Werkzeug enthält vier Formen, in die die Elektronikbaugruppe jeweils eingesetzt wird. Zunächst erfolgt in zwei Formen ein Vorverguss, um die Baugruppe zu fixieren. Anschließend erhalten diese Formen ihren Endverguss, während in den zwei übrigen Formen der nächste Vollverguss durchgeführt wird. Insgesamt werden damit je Spritzvorgang vier Pumpen fertiggestellt. Für die Vergussmasse werden 50 Kilogramm eines polymeren Werkstoffs in der Maschine bevorratet. Dieser wird zunächst durch einen Trockenofen geführt, um ihn zu entfeuchten und eine gleichbleibende Fertigungsqualität sicherzustellen. Von dort gelangt das Material in den Extruder, wo es erwärmt, verflüssigt und über jeweils vier Düsen ins Werkzeug gespritzt wird. Werkzeug und Maschinensteuerung stammen von Werner Wirth. Die Anlage entstand zusammen mit einem Sondermaschinenbauer und wurde genau auf das Formwerkzeug abgestimmt.

Nach der Produktvorstellung Ende 2024 wurde die Pumpe »Vamp-F« innerhalb weniger Wochen so oft verkauft, dass nicht genug produziert werden konnte. Eine zweite Maschine ist bereits bestellt. (cp)




**Baugruppe vor dem Vollverguss**

Messtechnik wird zur Schlüsseltechnologie für KI-Rechenzentren

# »Jedes Prozent Effizienzgewinn zählt«

*Milliardenschwere Investitionen treiben den Ausbau von KI-Rechenzentren weltweit voran. Damit steigen die Anforderungen an Stromversorgung, Hochgeschwindigkeits-Schnittstellen und Sicherheit drastisch. Wie sich der Markt entwickelt und welche Rolle moderne Messtechnik dabei spielt, erläutert Dr. Philipp Weigell, Vice President Market Segment Industry, Components, Research & Universities von Rohde & Schwarz, im Gespräch mit Markt&Technik.*

**Markt&Technik: Die Investitionen in KI-Rechenzentren erreichen historische Größenordnungen. Wie erleben Sie den Markt aktuell?**
*Dr. Philipp Weigell:* Wir sehen eine außergewöhnliche Dynamik. Microsoft, Amazon, Alphabet und Meta investierten 2025 zusammen rund 400 Milliarden Dollar in KI-Infrastruktur. Meta spricht von bis zu 72 Milliarden Dollar, Google von 91 bis 93 Milliarden, Amazon von über 125 Milliarden. Natürlich wird diskutiert, ob diese Summen dauerhaft tragfähig sind. Entscheidend ist jedoch: Selbst wenn nur ein Teil rea-

**Dr. Philipp Weigell, Rohde & Schwarz (hier im Gespräch mit Markt&Technik-Redakteurin Nicole Wörner)**

*„Präzise Effizienzmessungen in der Entwicklungsphase ermöglichen Optimierungen, die über die Lebensdauer erhebliche Einsparungen bringen."*




Bild: radharamana/stock.adobe.com

lisiert wird, entstehen gigantische Rechenzentren mit völlig neuen Anforderungen.

**Wo liegen die zentralen Herausforderungen?**
Im Wesentlichen sind es drei Bereiche. Erstens: die Konnektivität. Wie transportieren wir massive Datenmengen zwischen Chips, über Leiterplatten und Kabel, von Rack zu Rack und über Kontinente hinweg? Das verlangt neueste PCIe- und Ethernet-Standards und höchste Signalqualität. Zweitens: die Stromversorgung. Gigawatt-Leistung muss effizient auf Kilowatt- und schließlich auf einzelne Lastpunkte heruntertransformiert werden – mit minimalem Ripple und maximaler Effizienz. Und drittens: die Sicherung des Rechenzentrums: Wie schützen wir die hochsensiblen KI-Modelle und Daten – physisch und digital? Diese Themen betreffen übergreifend unterschiedliche Akteure – vom Chipdesigner über den Komponentenhersteller bis hin zum Systemintegrator. Unsere Stärke ist es, Lösungen für alle Dimensionen anbieten zu können.

**Bleiben wir zunächst bei der Stromversorgung. Welche Architektur-Entwicklungen sehen Sie?**




Die Stromversorgungsarchitektur ist entscheidend für die Effizienz moderner KI-Rechenzentren. Derzeit ist die 48-V-DC-Architektur Standard in Hyperscale-Umgebungen. Die Vorteile: relativ sichere Spannungen, SELV-kompatibel, klassische Messtechnik funktioniert. Der Nachteil: Hohe Leistungen erfordern massive Ströme – 200 bis 300 Ampere pro Versorgungspunkt sind keine Seltenheit. Das führt zu dicken Kabeln, hohen Widerstandsverlusten und Spannungsabfällen. Der nächste Schritt ist die ±400-V-DC-Architektur. Höhere Spannungen reduzieren die Ströme – und damit Verluste und Wärme. Allerdings bewegen wir uns hier außerhalb des SELV-Bereichs. Das bedeutet neue Sicherheitsanforderungen, beispielsweise CAT-III-1000-V-Zertifizierungen für Messgeräte. Gleichzeitig setzen sich Wide-Bandgap-Bauelemente wie SiC und GaN durch. Sie steigern die Effizienz, erzeugen aber extrem schnelle Schaltflanken im Subnanosekundenbereich. Diese führen zu massiven Gleichtaktstörungen, mit denen konventionelle Messköpfe nicht zurechtkommen.

**Wie begegnen Sie diesen Effekten?**
Unter anderem mit isolierten Messlösungen wie unseren isolierten Tastköpfen R&S RT-ZISO. Sie erlauben präzise differentielle Messungen bis ±3000 Volt bei Referenzspannungen bis ±60 Kilovolt – mit mehr als 90 dB Gleichtaktunterdrückung selbst bei 1 GHz. Das ist essenziell, um beispielsweise Miller-Plateau-Effekte bei High-Side-Gate-Messungen präzise zu erfassen. Zudem haben wir 2025 ZES Zimmer Electronic Systems übernommen – einen Spezialisten für hochpräzise Leistungsmessung. Damit ergänzen wir unsere Oszilloskope für schnelle Transienten um Power-Analyzer für Wirkungsgrad-, Oberschwingungs- und Konformitätsmessungen. Strategisch ist das ein wichtiger Schritt im Power-Measurement-Bereich.

**Auf Server-Ebene steigen die Leistungen weiter. Eine NVIDIA-B200-GPU beispielsweise benötigt über 1 kW. Wie misst man solche Szenarien?**
Hier finden entscheidende Entwicklungen statt. Ein System mit acht B200-GPUs benötigt 7 Kilowatt – in der Spitze bis zu 14 kW. Die Spitzenströme liegen über 1000 Ampere. Moderne Server arbeiten mit Multi-Phase-Buck-Convertern mit 10, 15



System-D
Ihr Distributor für industrielle IT-Lösungen
WELTWEIT KLEINSTE e.MMC VON ATP
FT64G0EM6ATZB
TA25120300
4925
ATP
TW
67 % kleiner als Standard e.MMC
6,7 mm
70 % Power-Einsparung
Bis zu 64 GB Kapazität
I-Temp -25°C bis +85°C
Vibrationsfest & robust
Sprechen Sie uns an!
www.system-d.de

oder 20 parallelen Phasen, um Ripple zu minimieren und die Last zu verteilen. Diese Phasen gleichzeitig zu erfassen, war lange eine Herausforderung.

**Und heute?**
Mit dem MXO-5-Oszilloskop in Kombination mit den kompakten Rack-Oszilloskopen MXO 5C können Entwickler bis zu 24 hochauflösende Kanäle parallel messen – ideal für Multi-Phase-Buck-Converter mit zehn bis 20 Phasen in modernen GPU-Stromversorgungen. Jeder Kanal bietet 12 Bit Auflösung, 5 Gigasamples pro Sekunde und 500 Megapoint Speichertiefe. So lassen sich auch lange transiente Ereignisse wie dynamische Lastsprünge analysieren. Das ermöglicht eine vollständige Charakterisierung moderner Server-Stromversorgungen.

**Stichwort Signalintegrität: PCIe Gen6 arbeitet mit 64 GT/s und PAM4. Was bedeutet das für die Messtechnik?**
PAM4 nutzt vier Spannungspegel statt zwei. Das erhöht die nutzbare Bandbreite, macht das System aber deutlich empfindlicher gegenüber Rauschen, Übersprechen und Jitter. Perspektivisch sprechen wir bei Gen7 von 128 GT/s. Für Leiterplatten, Kabel und Steckverbinder setzen wir Netzwerkanalysatoren mit bis zu 54 GHz ein. Sie ermöglichen die präzise Messung der S-Parameter und die Bewertung von Insertion Loss, Return Loss und Crosstalk gemäß PCIe-Spezifikation. Für Chip-Level-Tests nutzen wir Geräte mit bis zu 67 GHz Bandbreite. Mithilfe von De-Embedding ermitteln wir die S-Parameter des Messpfads und entfernen sie numerisch aus dem Ergebnis. So lässt sich die tatsächliche Performance des Chips validieren.

**Sie haben Jitter angesprochen. Warum ist das so kritisch?**
Weil das Timing entscheidend ist. PLL- und CDR-Schaltungen erzeugen den Bit-Takt für SerDes-Links. Mit steigenden Datenraten schrumpft das Phasenrausch- und Jitter-Budget. Ein System, das bei Gen4 stabil war, kann bei Gen6 oder Gen7 versagen, wenn die Taktqualität nicht ausreicht. Mit unserem Phase Noise Analyzer R&S FSWP führen wir hochsensitive Phasenrauschmessungen durch. Unsere Signalgeneratoren R&S SMA100B und SMB100B liefern extrem spektralreine Testsignale. Das ist essenziell für die Validierung von Taktverteilungsnetzwerken und Spread-Spectrum-Clocking-Konzepten.

**Es wird viel über eine mögliche KI-Blase diskutiert. Wie schätzen Sie das ein?**
Es gibt durchaus berechtigte Fragen. Die Kapitalausgaben könnten die Abschreibungen übersteigen – das ist langfristig nicht nachhaltig. Trotzdem bin ich positiv gestimmt. Die Infrastruktur wird gebaut, und sowohl bei der Entwicklung als auch der Validierung wird unsere Messtechnik benötigt. Selbst bei einer Konsolidierung bleiben die technischen Herausforderungen bestehen – Effizienz, Power Integrity und Signalintegrität werden eher noch wichtiger. Zudem entstehen aus solchen Investitionsphasen neue Innovationsfelder. Unsere Tochtergesellschaft Zurich Instruments arbeitet etwa mit IQM und NVIDIA am Thema Quantum Error Correction. Auch Anwendungen wie der digitale Herzmuskel von MyoTwin zeigen: Neue Rechenzentren schaffen Spin-offs, die wiederum Rechenleistung benötigen – und damit Messtechnik.



Dr. Philipp Weigell, Rohde & Schwarz

*„Sicherheit umfasst heute weit mehr als nur Cybersecurity. Neben klassischer IT-Sicherheit spielen physische Sicherheit und Zutrittskontrolle eine wachsende Rolle. Unser Portfolio umfasst spezialisierte Lösungen für Personenscreening mit Mikrowellen-Bildgebung."*

**Am Thema Nachhaltigkeit kommen wir nicht vorbei. Welchen Beitrag kann Messtechnik hier leisten?**
Einen ganz unmittelbaren. KI-Rechenzentren verbrauchten 2025 zwischen 20 und 50 Terawattstunden Strom – das sind rund zehn Prozent des globalen Datacenter-Verbrauchs. Präzise Effizienzmessungen in der Entwicklungsphase ermöglichen Optimierungen, die über die Lebensdauer erhebliche Einsparungen bringen. Denn jedes Prozent Effizienzgewinn bei einem Megawatt-Rechenzentrum ist relevant. Unsere Power-Analyzer messen nicht nur Wirkungsgrad, sondern auch die Konformität mit Normen wie IEC 61000-3-2. Das verhindert EMV-Probleme und erhöht die Zuverlässigkeit. Schnellere, präzisere Messungen verkürzen zudem Entwicklungszyklen – das wiederum spart Zeit, Material und Energie.

**Und wie sieht es beim Thema Sicherheit aus?**
Sicherheit umfasst heute weit mehr als nur Cybersecurity. Neben klassischer IT-Sicherheit spielen physische Sicherheit und Zutrittskontrolle eine wachsende Rolle. Unser Portfolio umfasst spezialisierte Lösungen für Personenscreening mit Mikrowellen-Bildgebung – um beispielsweise versteckte Gegenstände wie USB-Sticks und andere Datenträger zu erkennen und Insider-Bedrohungen zu verhindern. Auch das Thema Zoning und Abschirmungseffektivität nach IEEE 299 ist kritisch: Rechenzentren implementieren zunehmend abgeschirmte Bereiche, um Abhören zu verhindern. Mit unseren Spektrumanalysatoren und Signalgeneratoren können wir die elektromagnetische Dämpfung dieser Abschirmungen charakterisieren – das stellt sicher, dass sensitive Daten und KI-Modelle geschützt sind. Zero-Trust-Security erfordert Deep Packet Inspection und kontinuierliches Netzwerk-Monitoring. Mit unseren IT-Sicherheitslösungen lassen sich Anomalien in Echtzeit erkennen. Dies ist die Konvergenz von Messtechnik und IT-Sicherheit.

**Werfen wir noch einen Blick voraus. Welche Trends werden die Messtechnik in den kommenden fünf Jahren prägen?**
Auch hier sehe ich drei wesentliche Trends. Erstens: KI-gestützte Messtechnik. Instrumente werden intelligenter, erkennen Anomalien automatisch, lernen aus Mustern und schlagen Teststrategien vor. Zweitens: die Integration photonischer Technologien. Optische Interconnects und Co-Packaged Optics erfordern elektro-optische Charakterisierung. Drittens: Strengere Regulierung in den Bereichen KI-Governance, Datensouve-

ränität und Energieverbrauch. Damit werden vor allem Konformitätstests wichtiger.

**Die Mess- und Prüftechnik steht also vor spannenden Zeiten. Was würden Sie – abschließend – jungen Ingenieuren raten?**

Seien Sie neugierig und interdisziplinär. Die spannendsten Probleme liegen an den Schnittstellen – zwischen analog und digital, Hardware und Software, Physik und Machine Learning. Ein guter Power-Integrity-Ingenieur muss heute Halbleiterphysik verstehen, Hochfrequenztechnik beherrschen und programmieren können. Bleiben Sie mit Weiterbildung am Ball – die Technologie entwickelt sich rasend schnell. Und sammeln Sie praktische Erfahrung. Wer schon mal mit einem 1000-Ampere-Netzteil oder einer 224-Gb/s-Ethernet-Lane gearbeitet hat, versteht die Herausforderungen grundlegend besser. Und – nicht zuletzt – knüpfen Sie Kontakte. Fachkonferenzen und -messen sind unverzichtbar – dort treffen sich Fachleute aus Industrie, Komponentenherstellern und Systemintegratoren, um zu diskutieren, welche Entwicklungen sich abzeichnen. Dort gestalten Sie Ihre Zukunft.

*Das Interview führte Nicole Wörner.*

Hioki

# Quantitative Analyse von Slurry-Prozessen




Das SA2634-KIT von Hioki ist ein Slurry-Analysesystem zur quantitativen Charakterisierung von Lithium-Ionen-Batterie-Slurries. Ziel ist es, die elektrische Leitfähigkeit solcher Suspensionen objektiv zu erfassen und vergleichbar zu machen.

Das System besteht aus dem LCR-Messgerät IM3536, der Analysesoftware SA2634, der Testvorrichtung SA9002 sowie den Elektrodenzellen beziehungsweise Probenhaltern SA9001 und SA9001-01. Alle Komponenten sind auch einzeln verfügbar. Die Messung basiert auf elektrochemischer Impedanzspektroskopie im Frequenzbereich von 4 Hz bis 8 MHz. Das frequenzabhängige Verhalten der Slurry-Suspension wird dabei über ein Ersatzschaltbild modelliert. Aus den Messdaten ermittelt das System drei Kennwerte: DCR, R-ratio und Uniformity. Diese dienen der reproduzierbaren Bewertung von Leitfähigkeit und Dispersionszustand der Slurries.

Die SA2634-Software übernimmt die Steuerung der Messungen sowie die automatische Anpassung des Ersatzschaltbilds. Sie kann bis zu 1000 Datensätze parallel verarbeiten und erleichtert so den Vergleich mehrerer Proben. Langfristig gespeicherte Messergebnisse lassen sich als Referenz für die Prozesskontrolle und Qualitätssicherung nutzen. (nw) ■



Arbiträrgeneratoren mit bis zu zwölf Kanälen und 10 GSamples/s

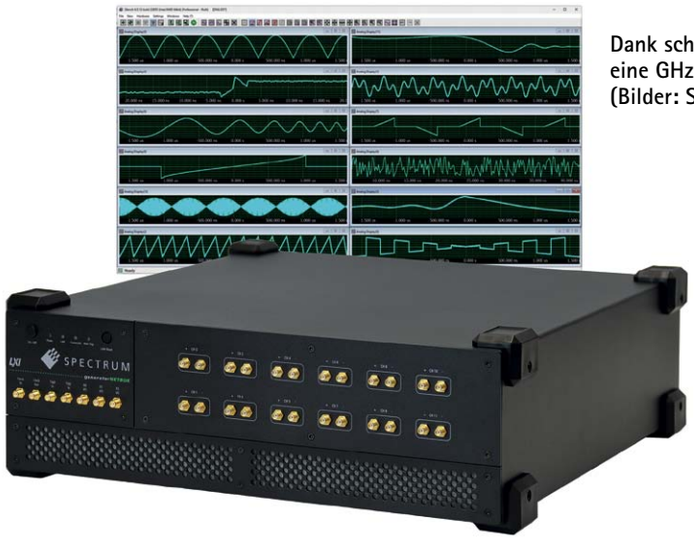
# Mehrkanal-AWGs für die GHz-Signalerzeugung

Spectrum Instrumentation erweitert seine Netbox-Familie um die Arbiträrgeneratoren der Serie DN6.63x. Die zehn neuen Modelle sind auf Anwendungen ausgelegt, die mehrere phasensynchronisierte Signale mit hoher Abtastrate und großem Speicherbedarf erfordern. Damit wächst das generatorNETBOX-Portfolio auf insgesamt 47 Modelle, die beliebige Signale von 40 MSamples/s bis zu ultraschnellen 10 GSamples/s erzeugen können. Die AWGs sind als eigenständige Ethernet-Instrumente konzipiert und lassen sich über ein Netzwerk von einem PC aus steuern.

Je nach Modell arbeiten die Geräte der neuen Serie DN6.63x mit bis zu sechs Kanälen bei 10 GSamples/s oder mit bis zu zwölf Kanälen bei 5 GSamples/s und erzeugen Signale von DC bis 2,5 GHz. Pro Kanal kommt ein eigener 16-Bit-DAC zum Einsatz, synchronisiert über ein PLL-System. Die Ausgänge lassen sich wahlweise im Single-Ended- oder Differenzialmodus betreiben. Die maximale Ausgangsamplitude beträgt bis zu 1 Vpp beziehungsweise 4 dBm an 50 Ω oder 2 Vpp an High Impedance. Die spektrale Rauschleistungsdichte (NSD) liegt bei –150 dBm/Hz, das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) erreicht bis zu 64 dB, und der störungsfreie Dynamikbereich (SFDR) beträgt –90 dB. Der integrierte Speicher umfasst bis zu 48 Gigasamples. Für die Signalerzeugung stehen Modi wie Single Shot, Loop, FIFO, Single Restart und Multiple Replay zur Verfügung. Damit lassen sich sowohl kurze Impulse als auch lange oder periodisch wiederholte Sequenzen erzeugen.

Optional ist eine Direct-Digital-Synthesis-Funktion erhältlich. Sie erlaubt bis zu 64 Sinuswellen pro Kanal mit individuell einstellbarer Frequenz, Amplitude und Phase bei einer zeitlichen Auflösung von 3,2 ns. In der Maximalkonfiguration sind bis zu 384 Sinuswellen parallel möglich. An der Frontseite befinden sich Anschlüsse für digitale Markerausgänge, Trigger- und Statusleitungen, einen PLL-Referenztakt sowie asynchrone Ein- und Ausgänge. Mit der optionalen Digital-Pulse-Generator-Funktion lassen sich die Mehrzweckanschlüsse als eigenständige Pulsgeneratoren mit programmierbaren Parametern wie Frequenz, Tastverhältnis, Loop und Delay nutzen.

Die Geräte unterstützen Windows und Linux. Programmierbeispiele stehen unter anderem für Python, MATLAB, C++ und LabVIEW bereit. Zum Lieferumfang gehört die Software SBench 6 mit grafischer Benutzeroberfläche zur Signalerzeugung, inklusive EasyGenerator sowie Importfunktionen für Formate wie ASCII, Binär oder WAV. (nw) ■



Dank schneller 16-Bit-DACs erlauben die neuen AWGs eine GHz-Signalerzeugung mit herausragender Präzision. (Bilder: Spectrum Instrumentation)



Alle Ausgänge der neuen Arbiträrgeneratoren können im Single-Ended- oder Differenzialmodus betrieben werden.

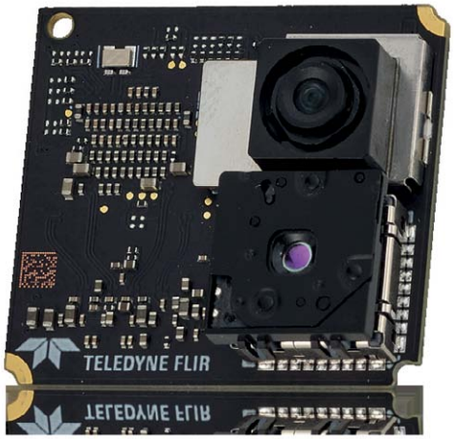
Patentierte Technologie

# Dual-Kameramodul kombiniert Wärme- und Sichtbild

Teledyne Flir OEM hat auf dem Mobile World Congress das Dual-Kameramodul Lepton XDS vorgestellt. Es kombiniert eine radiometrische Lepton-3.5-Mikrowärmebildkamera mit 160 × 120 Pixeln Auflösung mit einem 5-Megapixel-Sensor für sichtbares Licht. Die integrierte MSX-Technologie (Multi-Spectral Dynamic Imaging) überlagert das sichtbare Bild in Echtzeit mit dem Wärmebild. Dadurch entstehen detailliertere Darstellungen thermischer Strukturen. Laut Hersteller erreicht der Detailgrad ein Niveau, das üblicherweise höher auflösenden und teureren Kamerasystemen vorbehalten ist. Die ebenfalls integrierte Prism-ISP-Software übernimmt die Echtzeit-Bildverarbeitung. Sie unterstützt unter anderem Thermal-Visible-Fusion und erzeugt radiometrische JPEG-Dateien (RJPEG).

Zu den Mess- und Visualisierungsfunktionen zählen Regionen von Interesse (ROI), Punkt-Temperaturmessungen, Isothermen und anpassbare Farbpaletten. Die Software

Anzeige




Das neue Prism-ISP-basierte Dual-Kameramodul von Teledyne Flir OEM zeichnet sich durch hohe Leistung und Integrationsfähigkeit aus. (Bild: TeledyneFlir OEM)

ist mit dem OEM-Software-Ökosystem des Herstellers für Analyse, Nachbearbeitung und Berichterstellung kompatibel. Lepton XDS ist hinsichtlich Größe, Gewicht und Leistungsaufnahme (SWaP) optimiert und verfügt über eine USB-Schnittstelle. Das Modul ist ITAR-frei und unter ECCN 6A003.b.4.b klassifiziert, wodurch es weltweit für kommerzielle Anwendungen verfügbar ist. Anwendungen finden sich unter anderem in der Überwachung von EV-Batterien, der Roboternavigation, in unbemannten Plattformen, intelligenter Infrastruktur sowie in Gesundheits- und Sicherheitssystemen. (nw)

**In-Circuit-Funktionstestsysteme und Adaptionen für Flachbaugruppen**



- seit 1979 Testsysteme im Einsatz für Großserien, auch Inline, Kleinstserien, Instandsetzung und Entwicklung
- schnelle, praxisnahe und anwenderfreundliche Testprogrammerstellung
- grafische Fehlerortdarstellung, auch im Boundary Scan-Test
- breites Spektrum an Stimulierungs- und Messmodulen (Eigenentwicklung)
- Feldbussysteme, Flash-Programmierung, Einbindung externer Programme
- Auswertung von Analog-/Digitalanzeigen, Dotmatrix, LCD/LED, OLED,…
- CAD-Schnittstelle, ODBC-Schnittstelle, Qualitätsmanagement
- manuelle und pneumatische Prüfadapter aus eigener Entwicklung
- Prüfadaptererstellung in einem halben Tag mit Adapterkonstruktions- und Erstellungspaket

**REINHARDT**
System- und Messelectronic GmbH
Bergstr. 33 D-86911 Diessen Tel. +49 8196 934100 Fax +49 8196 7005
E-Mail: info@reinhardt-testsystem.de http://www.reinhardt-testsystem.de

Für Radar, Satellit und 6G

# Software Defined Radio bis 20 GHz



Das neue System von Emerson unterstützt die phasenkohärente Mehrkanalarchitektur. (Bild: Emerson)

Für Anwendungen in Radarsystemen, der Satellitenkommunikation sowie für die 6G-Forschung ausgelegt ist das Software-Defined-Radio-System NI USRP X420 von Emerson. Es erweitert die NI-Universal-Software-Radio-Peripheral-(USRP)-Reihe um eine Frequenzabdeckung bis 20 GHz. Damit adressiert es höherfrequente Bereiche wie FR3 sowie das Ku- und X-Band. Genannt werden unter anderem Mehrkanal-Radar, nicht-terrestrische Netze (NTN) und Integrated Sensing and Communications (ISAC) als Einsatzfelder.

Das X420 kombiniert breite Frequenzabdeckung mit hoher momentaner Bandbreite und phasenkohärentem Multikanalbetrieb. Die gemeinsame Nutzung des integrierten Lokaloszillators vereinfacht laut Hersteller die Synchronisation und reduziert den Bedarf an externer Hardware. Die LO-Sharing-Funktion ist insbesondere für Anwendungen relevant, bei denen Phasenkohärenz erforderlich ist, etwa bei Beamforming, MIMO-Radar und verteilten Sensornetzwerken in Luft- und Raumfahrt oder Verteidigung. Das Gerät ist als flexible, softwaredefinierte Plattform für Forschung, Prototyping und praktische Implementierung konzipiert. Es unterstützt breitbandige Signalerfassung und -erzeugung, etwa für Spektrum-Monitoring oder Record-and-Playback-Anwendungen. (nw)

Umweltprüftechnik für Entwicklung und Fertigung

# CE-zertifizierte Klimakammern für Europa

*Umwelt-Prüfkammern sichern die Zuverlässigkeit elektronischer Komponenten unter definierten Temperatur- und Klimabedingungen. Für Anwendungen in Europa sind dabei unter anderem die Anforderungen der Normenreihe IEC 61010 maßgeblich. Test Equity hat mehrere Klimakammern CE-zertifizieren lassen, die speziell auf den Einsatz in europäischen Labor- und Produktionsumgebungen ausgelegt sind.*

Elektronische Systeme müssen heute in immer kürzeren Entwicklungszyklen qualifiziert werden – zugleich steigen die Anforderungen an Robustheit und Normenkonformität. Ob Leistungselektronik im Fahrzeug, Sensorik in der Medizintechnik oder Baugruppen für die Industrieautomation: Temperaturwechseltests und kombinierte Klimaprüfungen sind fester Bestandteil von Validierung und Qualitätssicherung.

Für Labore und Produktionsumgebungen in Europa spielt dabei nicht nur die Temperaturperformance eine Rolle, sondern auch die Einhaltung der einschlägigen Sicherheits- und EMV-Normen. Mehrere Klimakammern von Test Equity sind nach EN 61010-1:2010/A1:2019 sowie EN IEC 61010-2-012:2022/A11:2022 CE-zertifiziert und damit für den Einsatz als elektrische Mess-, Steuer- und Laborgeräte im europäischen Markt ausgelegt. Das Modell TE-1016H erfüllt zusätzlich die EMV-Richtlinie 2014/30/EU sowie die Normen EN/IEC 61326-1, EN 55011 und CISPR 11.

## *Vom Tischgerät bis zur 453-Liter-Kammer*

Das Portfolio deckt Volumina von 19,8 bis 453 Litern ab und reicht vom kompakten Tischgerät bis zur Standkammer für größere Prüflinge. Alle Geräte sind so dimensioniert, dass sie durch Standard-Doppeltüren mit einer Breite von rund 80 cm passen – ein praxisrelevantes Detail bei der Integration in bestehende Laborflächen.

Für beengte Platzverhältnisse ist die 19,8-Liter-Kammer TE-107-EX ausgelegt. Sie arbeitet in einem Temperaturbereich von -42 bis +130 °C bei einer Toleranz von ±0,5 °C und einer typischen Kurzzeitstabilität von ±0,2 °C. Der Innenraum aus Edelstahl sowie zwei Zugangsöffnungen mit 7,6 cm Durchmesser ermöglichen die Prüfung kleiner Baugruppen wie Leiterplatten oder Sensoren. Nach Herstellerangaben kühlt die Kammer von Umgebungstemperatur auf -40 °C in weniger als 30 Minuten ab.

Im mittleren Leistungsbereich positionieren sich die Modelle TE-115A-EX-F und TE-115R-EX mit jeweils 43,9 Litern Arbeitsraum. Sie decken -73 bis +175 °C ab und erreichen Heizraten von bis zu 8,3 °C pro Minute. Eine Abkühlung von der Umgebungstemperatur auf -40 °C erfolgt in rund 6,3 Minuten. Ein EZ-Zone-Grenzwertregler überwacht Temperaturabweichungen bei unbeaufsichtigtem Betrieb. Das Modell TE-115R-EX ist stapelbar und zielt damit auf eine hohe Flächeneffizienz im Labor.




**Das speziell für den Einsatz in europäischen Entwicklungs- und Fertigungsumgebungen zertifizierte Klimakammer-Portfolio deckt Volumina von 19,8 bis 453 Litern ab und reicht vom kompakten Tischgerät bis zur Standkammer für größere Prüflinge. (Bilder: Test Equity)**

Mit 65 Litern Volumen schließt die TE-123C-EX die Lücke zwischen Tisch- und Standgeräten. Auch hier reicht der Temperaturbereich von -73 bis +175 °C. Eine Kaskadenkühlung unterstützt schnelle Temperaturwechsel, etwa bei der Qualifikation von Leistungsmodulen. Modulare Einlegeböden und eine umkehrbare Tür sollen die Anpassung an unterschiedliche Prüflingsgrößen erleichtern.

*Standkammern*
*für größere Prüflinge und Klimatests*

Für großvolumige Anwendungen stehen die 198-Liter-Modelle TE-1007S und TE-1007C zur Verfügung. Während die TE-1007S mit einstufiger Kühlung im Bereich von -35 bis +175 °C arbeitet, nutzt die TE-1007C eine Kaskadenkühlung und erreicht -73 bis +175 °C. Das Spitzenmodell TE-1016H bietet 453 Liter Arbeitsraum und kombiniert Temperatur- mit Feuchteregelung. Der Temperaturbereich liegt ebenfalls zwischen -73 und +175 °C, die Luftfeuchte wird zwischen zehn und 98 % relativer Feuchte mit einer Stabilität von ±3 % geregelt. Damit eignet sich das Gerät auch für kombinierte Temperatur-Feuchte-Tests.

Alle Standmodelle sind mit Watlow-F4T-Reglern mit Ethernet-Schnittstelle ausgestattet, um eine Fernüberwachung zu ermöglichen. Für Ersatzteile gilt eine einjährige Garantie, für die Arbeitsleistung eine dreijährige Garantie. Mit der CE-Zertifizierung nach den einschlägigen Normen adressieren die Kammern insbesondere Entwicklungs- und Fertigungsumgebungen, in denen neben der Temperaturperformance auch die formale Konformität mit europäischen Sicherheits- und EMV-Vorgaben gefordert ist. (nw)



**Der TE-123C-EX bietet ein Fassungsvermögen von 65 Litern (2,3 Kubikfuß) und schließt damit die Lücke zwischen Tisch- und Standgeräten.**

Plattform schafft Basis für KI in der Halbleiterentwicklung

# Automatisiertes Datenmanagement

Keysight erweitert die SOS-Core-Softwareplattform für das Management von Entwicklungsdaten um die Version SOS Enterprise. Sie richtet sich an Unternehmen mit dezentralen Fertigungsstrukturen und automatisiert die Verwaltung und Rückverfolgbarkeit von Entwicklungsdaten, um damit die Voraussetzungen für den großflächigen Einsatz von KI im Halbleiter-Design zu schaffen. Der Bedarf liegt auf der Hand: Entwickler sehen sich mit steigender Designkomplexität und wachsenden Datenmengen konfrontiert. In Organisationen mit mehreren Standorten sind technische Informationen häufig über unterschiedliche Tools und Dateisysteme verteilt. Das wiederum führt zu manuellen Arbeitsabläufen, Versionskonflikten und zusätzlichem Aufwand bei der Sicherstellung von Datenintegrität und Compliance.

Diesen Herausforderungen begegnet die Plattform SOS Enterprise, indem sie die Entwicklungs- und Verifizierungsinformationen in einem einheitlichen System zusammenführt. Die Daten werden als versionierte, rückverfolgbare Assets verwaltet. Damit



**SOS Enterprise von Keysight: Datenmanagement für die Entwicklung auf Unternehmensebene mit integrierter Verwaltung und Rückverfolgbarkeit. (Bild: Keysight)**

sollen klare Datenherkunft, automatisierte Compliance-Verfolgung und ein standardisiertes Informationsmanagement über verschiedene Standorte hinweg ermöglicht werden.

Zu den Funktionen zählen Prüfpfade, rollenbasierte Zugriffskontrollen sowie die Nachverfolgung von Software-Stücklisten. Damit adressiert die Lösung auch regulatorische Anforderungen unter anderem in der Luft- und Raumfahrt, Verteidigung und Automobilindustrie. Ergänzend bietet die Software detaillierte Berechtigungsstrukturen, Geofencing und regionale Zugriffsbeschränkungen zum Schutz sensibler Daten. Manuelle Schritte im Design-Lebenszyklus sollen durch automatisierte Workflows ersetzt werden. Zudem unterstützt die Plattform die standortübergreifende Wiederverwendung validierter IP. »Entwickler sagen uns, dass sie bereit sind, KI einzuführen, aber ihre Daten sind es nicht«, erklärt Simon Rance, General Manager, Data and IP Management bei Keysight. »Wenn Designdateien, Verifizierungsergebnisse und IP-Bibliotheken über nicht miteinander verbundene Systeme verstreut sind, können KI-Tools keine verlässlichen Ergebnisse liefern. Wir haben SOS Enterprise entwickelt, um dieses grundlegende Problem zu lösen, indem wir die derzeit manuell durchgeführten Verwaltungs- und Rückverfolgbarkeitsaufgaben automatisieren und die Daten der Entwickler KI-fähig machen, sodass sich die Teams auf Innovationen statt auf die Datenverwaltung konzentrieren können. Erste Kundenimplementierungen haben zu erheblichen Verbesserungen bei der IP-Wiederverwendung, einer schnelleren Projektkoordination und reduzierten Betriebskosten geführt.« (nw)

Die Achillesferse der KI-Infrastruktur

# »High-Density-Glasfasern erfordern neue Teststandards«

*Im Schatten des KI-Booms wächst eine kritische Herausforderung heran: Die physische Netzwerkschicht stößt an ihre Grenzen. Wo 800G-Verbindungen und MPO-Strukturen zum Standard werden, entscheiden Millimeter über Erfolg oder Systemausfall und herkömmliche Installationsroutinen sind nicht mehr ausreichend. Moderne Zertifizierungsprozesse reduzieren das finanzielle Risiko von KI-Clustern.*

Von Nigel Hedges,
Application and Technical Specialist
bei Fluke Networks



Die digitale Transformation treibt den Hunger nach Bandbreite in ungeahnte Höhen – und KI wirkt wie ein Brandbeschleuniger auf diese Entwicklung. Prognosen gehen von einer Versechsfachung des Datenaufkommens innerhalb der nächsten fünf Jahre aus. Für die physische Infrastruktur bedeutet das: Glasfasernetze werden immer kompakter, die Schnittstellen zahlreicher und die Toleranzschwellen für Signalverluste verschwinden nahezu. In modernen Rechenzentren ist die Performance heute untrennbar mit der Reinheit der Glasfaser-Endflächen verknüpft. Schon eine mikroskopische Verschmutzung kann hier zum Stopp für die gesamte Inbetriebnahme werden.

## *MPO und die Evolution der Konnektivität*

Um die massiven Datenströme intern zu bewältigen, führt kein Weg an Mehrfaser-Technologien wie MPO (Multi-Fiber Push-On) vorbei. Diese ermöglichen es, die Faserdichte massiv zu erhöhen, ohne wertvollen Rack-Platz zu opfern – ein Prinzip, das auch in den neuesten Standards wie ANSI/TIA-942-C festgeschrieben ist. Doch diese Effizienz hat ihren Preis: Die Komplexität steigt. Weil ein einzelner Stecker heute die Kapazität von früher dutzenden Verbindungen bündelt, potenziert sich der Schaden bei jedem Defekt. Ein Problem an einer einzigen



Ähnlich wie das »Zero-Trust«-Modell in der Software-Sicherheit fordert auch die Hardware-Schicht eine lückenlose Verifizierung. (Bild: Fluke)

Faser gefährdet sofort die gesamte 16- oder 24-faserige Verbindung.

Hochdichte Glasfaserumgebungen verzeihen keine Fehler. Das Risiko liegt dabei weniger in der Fehlerhäufigkeit als vielmehr in den explodierenden Ausfallkosten. In einer High-Density-Umgebung ist die Fehlerdiagnose eine operative Herausforderung: Muss ein Techniker an einen defekten MPO-Stecker gelangen, beeinträchtigt dies oft zwangsläufig benachbarte, laufende Verbindungen. In geschäftskritischen KI-Umgebungen können solche Domino-Effekte innerhalb kürzester Zeit Verluste in Millionenhöhe verursachen. Präzision bei der Installation ist daher kein Luxus, sondern eine wirtschaftliche Notwendigkeit.

Der technologische Wandel erfordert ein Umdenken bei der Qualitätssicherung. Ähnlich wie das »Zero-Trust«-Modell in der Software-Sicherheit fordert nun auch die Hardware-Schicht eine lückenlose Verifizierung. Blindes Vertrauen in die Komponenten wird durch nachvollziehbare Messprotokolle nach Normen wie IEC 61300 ersetzt. Moderne Testlösungen gehen über die reine Funktionsprüfung hinaus: Sie liefern digitale Beweise in Form von Prüfbildern und detaillierten Leistungsprotokollen, die untrennbar mit der Zertifizierung verknüpft sind.

KI-Systeme skalieren nur so gut wie das Netzwerk, auf dem sie basieren. Für Entscheider bedeutet das: Die Qualität der Glasfaserverbindungen rückt direkt in den Fokus des Risikomanagements. Wer heute in fortschrittliche Test- und Zertifizierungslösungen investiert, sichert nicht nur eine reibungslose Übergabe zwischen Installateur und Betreiber, sondern schafft die Grundlage für einen stabilen KI-Betrieb.

Ein dokumentierter, bildgestützter Nachweis der Glasfaserqualität ist heute der entscheidende Wettbewerbsvorteil, um die volle Performance moderner Rechenzentren auszuschöpfen. (nw) ■

Automatisierte grafische Konfiguration kompletter Testsysteme

# Signalpfade frühzeitig planen



**Die automatisierte Generierung von Schaltplänen, Pinbelegungen, Datenblättern, Stücklisten und Visualisierungsmodellen reduziert den Dokumentationsaufwand von Stunden auf Sekunden. (Bild: Pickering Interfaces)**

Eine enorme Zeit- und Kostenersparnis im Entwicklungsprozess von Testsystemen verspricht Pickering Interfaces neues – kostenloses – Online-Tool Test System Architect. Die Software ermöglicht es Entwicklern, Signalpfade in elektronischen Testsystemen grafisch zu entwerfen, zu konfigurieren und zu visualisieren, bevor die Hardware umgesetzt wird. Der Vorteil liegt auf der Hand: Automatisierte Testsysteme verursachen einen großen Teil ihrer Kosten nicht etwa nur durch die reine Hardware, sondern durch Entwicklung, Integration und Aufbau des Systems. Der Test System Architect soll diese Phase vereinfachen, indem er den Signalpfad bereits im frühen Designstadium explizit und architektonisch sichtbar macht und damit Integrationsfehler reduziert.

Die intuitiv zu bedienende Software kombiniert mehrere Planungsschritte in einer grafischen Umgebung. Entwickler können damit komplette Testsysteme zusammenstellen, Schaltpläne erstellen und Verkabelungen automatisch generieren. Unterstützt wird die Auswahl von voreingestellten PXI-, PXIe-Hybrid- sowie LXI- und USB-Chassis. Zusätzlich lassen sich Schalt-, Simulations- und Instrumentierungsmodule konfigurieren. Auch Geräte von Drittanbietern und modellierte Prüflinge (DUT) können in das System eingebunden werden. Alle Komponenten werden grafisch miteinander verbunden, sodass sich die gesamte Systemarchitektur visualisieren lässt.

Während der Planung überprüft das Tool automatisch die Konnektivität und erkennt potenzielle Designfehler. Das soll kostspielige Hardware-Nacharbeiten und Verzögerungen im Projekt vermeiden. Die zugrunde liegende Datenbank unterstützt außerdem die Zusammenarbeit mehrerer Entwickler. Projekte werden in der Cloud gespeichert, sodass Teams weltweit gemeinsam an Systemdesigns arbeiten können. Ein integrierter Projektmanager verwaltet Versionen und Revisionen.

Aus den erstellten Designs generiert die Software automatisch Schaltpläne, Pinbelegungen, Datenblätter, Stücklisten und Visualisierungsmodelle. Dadurch reduziert sich der Dokumentationsaufwand erheblich. Ein integriertes Migrationstool unterstützt zudem den Umstieg von älteren VXI- und GPIB-Systemen auf aktuelle PXI-Architekturen. Der Test System Architect steht kostenlos auf der Pickering-Interfaces-Seite als Online-Tool zur Verfügung. (nw) ■

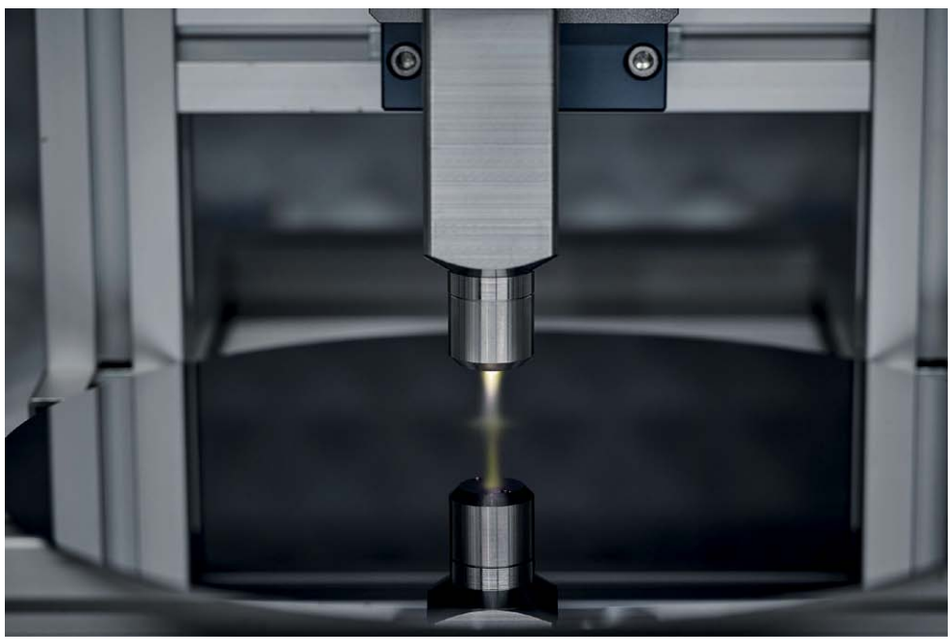
Technisch besser, kostengünstig und nachhaltig

# Atmosphärendruck-plasma statt teurer Vakuumprozesse

*Muss die Plasmabehandlung in Vakuumkammern stattfinden? Nein, Atmosphärendruckplasma ermöglicht eine selektive, inlinefähige Oberflächenmodifikation – von der Reinigung und Aktivierung bis zur Oxidreduktion und Nanobeschichtung. Das führt zu effizienten und nachhaltigen Prozessen in der Halbleiter- und Elektronikfertigung.*

Von Corinna Hokamp, Plasmatreat

Um die Oberflächen von Materialien mit Plasma zu behandeln, verwenden viele Halbleiterhersteller die traditionellen Verfahren, die in Vakuumkammern stattfinden – eine Methode, die sich in der Vergangenheit bewährt hat. Dieses Verfahren bringt jedoch einige Nachteile mit sich: hohe Investitionskosten, begrenzte Durchsatzraten und minimale Flexibilität für die Inline-Produktion. Die steigende Miniaturisierung und die zunehmende Empfindlichkeit der Bauteile führen dazu, dass die Hersteller sich nach alternativen Plasmaverfahren umsehen, beispielsweise dem Atmosphärendruckplasma.



Reinigung eines Silizium-Wafers vor der Weiterverarbeitung zu Chips. (Bilder: Plasmatreat)

Viele Ingenieure in der Elektronikbranche gehen allerdings immer noch davon aus, dass Plasma nur im Vakuum existieren kann und dass die Verwendung von Atmosphärendruckplasma empfindliche Oberflächen beschädigt und schädliche Nebenprodukte erzeugt. Beides ist jedoch nicht richtig.

Trotzdem haben diese falschen Annahmen in der Vergangenheit dazu geführt, dass alternative Verfahren nur langsam Einsatz finden. Und das, obwohl der Bedarf an schnelleren, umweltfreundlicheren und sichereren Prozessen immer dringlicher wird. Die Zukunft der Oberflächenbehandlung erfordert allerdings, dass diese überkommenen Annahmen überwunden und neue Wege beschritten werden.

Plasmatreat sieht sich dabei mit seinen Atmosphärendruck-Plasmasystemen und -anlagen an der Spitze des Wandels. Das »Openair«-Plasma des Unternehmens funktioniert unter Atmosphärendruckbedingungen, ist inline in Fertigungsprozesse

SPEA

# Das ganze Spektrum des Testens




Flying Probe




Board Tester




Semiconductor

## Die Schnellsten - die Genauesten

SPEA-Testsysteme stehen für Präzision und Flexibilität.
Sie produzieren - wir liefern das Testequipment für
jeden Bereich Ihrer Elektronikfertigung.



## COMPASS

**Software für Reparatur und Prozessoptimierung**

Mit COMPASS erfassen Sie die Prüfdaten aller Testsysteme,
reparieren zielgenau, sparen Zeit und optimieren Ihre Fertigung.

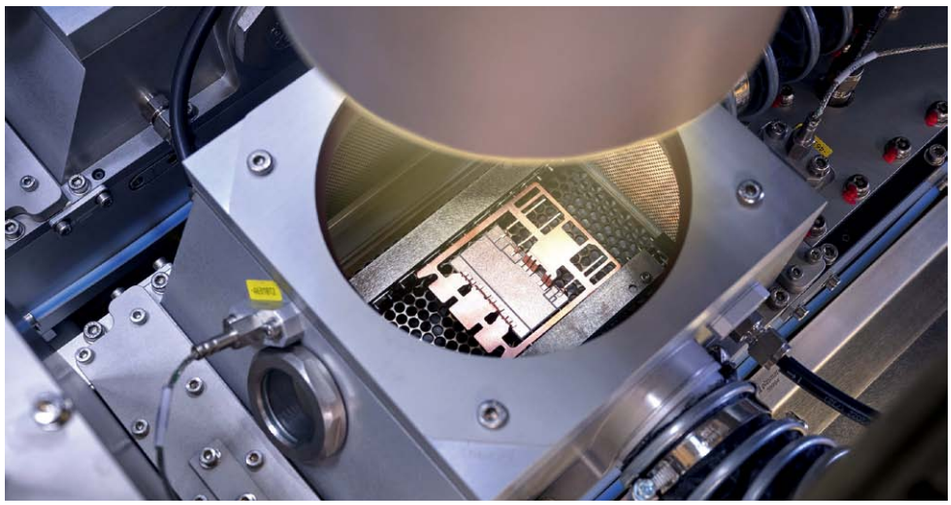


Reparatur Analyse Optimierung

Nürnberg, 09.06. – 11.06.26
**SPEA** in Halle 5 Stand 438

pcim

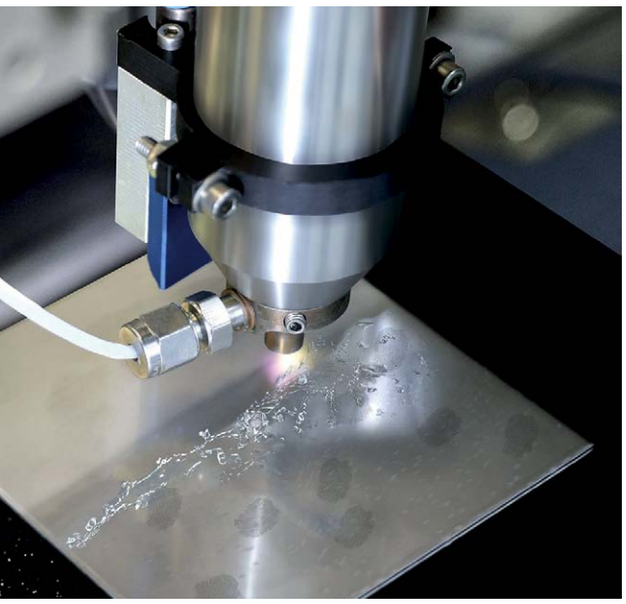
spea.com



Das »REDOX«-Tool von Plasmatreat entfernt inline im Fertigungsprozess zuverlässig Oxidschichten, zum Beispiel in Powermodulen.

integrierbar, reinraumgeeignet und für die Verarbeitung hochsensibler elektronischer Bauteile geeignet. Mit ihr lassen sich kostspielige Vakuumkammern sowie nasschemische Reinigungsverfahren effizient ersetzen. Über ihre technischen Vorteile hinaus bietet die Technologie auch einen ökologischen Nutzen.

Durch den Ersatz von Chemikalien und die Reduzierung des Energieverbrauchs macht sie die Produktion sicherer und nachhaltiger: Sie zeichnet sich durch einen kleineren $CO_2$-Fußabdruck aus, Oberflächen werden mit potenzialarmem Plasma behandelt, und es fallen keine schädlichen Nebenprodukte an. In der gesamten Elektronik-Wertschöpfungskette – von Frontend und Waferbehandlung über Backend bis hin zu KI-gesteuertem Packaging, Powermodulen und Leadframe-Montage – ermöglicht Plasmatreat den Einsatz dieser innovativen Technologie.



Das »HydroPlasma« wird in einer speziell entwickelten Düse erzeugt und entfernt effektiv sowohl organische Rückstände wie Öle und Fette als auch anorganische Kontaminationen wie Salze oder Fingerabdrücke.

### *Oberflächenbehandlung unter Atmosphärendruckbedingungen*

Die »Openair«-Plasma-Technologie von Plasmatreat arbeitet ausschließlich mit Druckluft und Strom unter atmosphärischen Bedingungen. Mit »Openair«-Plasma werden Oberflächen für nachfolgende Prozesse wie Verkleben, Beschichten, Bedrucken oder Abdichten vorbereitet. Durch die Ionisierung sauberer komprimierter Luft mittels elektrischer Entladung wird das Plasma in speziellen Düsen erzeugt. Die Systeme von Plasmatreat enthalten neben den Plasmadüsen einen Generator und eine Industrie-4.0-fähige Steuereinheit, die Plasma Control Unit (PCU), die die präzise Anpassung und Überprüfung der Prozessparameter ermöglicht. Leistung und Durchflussrate werden kontinuierlich überwacht, um den Plasmaprozess sicherzustellen und die Reproduzierbarkeit der Behandlung zu gewährleisten. Mithilfe des Plasmas können feinste Verunreinigungen entfernt, Oberflächen aktiviert und funktionalisiert werden.

Im Gegensatz zu Vakuumplasmaverfahren ermöglicht »Openair«-Plasma eine selektive Behandlung, automatisiert und inline im Prozess. Hersteller sind jetzt in der Lage, nur die erforderlichen Bereiche zu behandeln, während der Chemikalienverbrauch, der Energieverbrauch und die Zykluszeit reduziert werden. Diese technologischen Fähigkeiten gewinnen in der Halbleiterherstellung und -verarbeitung zunehmend an Bedeutung.

Diese Vorteile haben zur weitverbreiteten Einführung plasmabasierter Prozesse in der Halbleiterfertigung, zum Beispiel beim Thermal Compress Bonding, beim Underfill oder bei der Oxidreduzierung beigetragen. Die »Openair«-Plasma-Technologie bietet einen erheblichen Kostenvorteil, weil nur ein Bruchteil der Investitionskosten im Vergleich zu traditionellen Vakuumplasmamaschinen erforderlich sind.

### *Mit Plasma Oxide entfernen – für saubere Oberflächen*

Eine gleichmäßige Oberflächenmodifikation ist nur ein Teil der Gleichung. Für zuverlässige Verbindungen müssen Hersteller auch Oxidschichten berücksichtigen, die die Haftfestigkeit und somit die Qualität der Endprodukte beeinträchtigen. Traditionelle Verfahren wie der Einsatz von Ameisensäure entfernen diese Schichten, bringen jedoch Nachteile mit sich, z. B. chemische Abfälle, instabile Oberflächen und die Notwendigkeit der sofortigen nachgelagerten Verarbeitung.

Das »REDOX«-Tool von Plasmatreat bietet eine Alternative: Durch den Einsatz von Inline-Plasmatechnologie entfernt es Oxidschichten, während es gleichzeitig Oberflächen hinsichtlich perfekter Eigenschaften für Verbindungen modifiziert – ganz ohne aggressive Chemikalien. Das REDOX-Tool nutzt die Openair-Plasma-Technologie in einem kontrollierten Tunnelsystem mit Stickstoff und Wasserstoff, um fluxfreie Verbindungen und selektive Oxidreduzierung zu erreichen, ohne das darunterliegende Metall zu beschädigen. Diese Innovation adressiert direkt die Herausforderungen des Packaging Prozesses, einschließlich Miniaturisierung, reduzierter Bump-Pitch und Flux-Rückstände, während sie den Energieverbrauch in anspruchsvollen Anwendungen wie KI-Geräten senkt. Durch die Bereitstellung einer stabilen sauberen Oberfläche durch einen umwelt-

freundlichen Inline-Prozess setzt das »REDOX«-Tool einen neuen Standard für Qualität, Effizienz und Nachhaltigkeit in der Halbleiter- und Powermodul-Fertigung.

### *Plasma trifft auf Wasser – das HydroPlasma*

Plasmatreat hat seine Technologie über die Standardreinigung hinaus erweitert, um umweltfreundliche Metalloxid-Reduktion zu ermöglichen. Der jüngste Durchbruch ist »HydroPlasma«, ein Prozess, der die Effekte von »Openair«-Plasma mit der chemischen Reaktivität von Wassermolekülen kombiniert, um eine neue Methode der Oberflächenreinigung zu bieten. »HydroPlasma« funktioniert, indem destilliertes Wasser in den Plasma-Prozess eingespeist wird. Es wird ionisiert, hochreaktive Wassermoleküle werden erzeugt. Die Moleküle wirken wie Spülmittel und entfernen hartnäckige Kontaminationen ohne aggressive Chemikalien von Oberflächen. Der plasmaaktivierte Wasserstrahl wird durch eine spezielle Düse geführt und entfernt organische Rückstände wie Öle und Fette sowie anorganische Kontaminationen wie Salze. Diese werden in lösliche oder gasförmige Komponenten umgewandelt, sodass Oberflächen gründlich gereinigt werden. Dies macht die Technologie vielversprechend für das Packaging und andere industrielle Anwendungen.

Weil Nanobeschichtungen in der Halbleiterindustrie und besonders in der Chipherstellung eine entscheidende Rolle spielen, hat Plasmatreat auch in diesem Bereich der Beschichtung ein Verfahren in sein Portfolio aufgenommen. Das Unternehmen hat mit »PlasmaPlus« eine Technologie entwickelt, die es ermöglicht, Nanobeschichtungen unter atmosphärischen Bedingungen anzuwenden. Traditionelle Methoden basieren auf Vakuumkammern. Dagegen trägt die Methode von Plasmatreat Präkursoren innerhalb der atmosphärischen Plasmadüsen auf, um eine chemische Gasphasenabscheidung direkt in offener Luft durchzuführen. Durch den Einsatz verschiedener Präkursoren können gemäß den Anforderungen der Hersteller Beschichtungen aufgetragen werden, die die gewünschten Eigenschaften wie Hydrophobie, Hydrophilie, Isolation, Feuchtigkeitsbarrieren, Korrosionsbeständigkeit oder verbesserte Adhäsion aufweisen. Eine der wirkungsvollsten Anwendungen dieser Fähigkeit ist die selektive Anwendung von dielektrischen Barrierebeschichtungen auf elektronische Bauteile. Diese Anwendung liefert Korrosionsschutz für Batterien, flexible Elektronik und andere empfindliche Komponenten. Das Ergebnis ist eine gezielte Nanobeschichtung für kompakte, komplexe Geräte, die für die Fertigung der nächsten Technologiegeneration Einsatz finden, beispielsweise für Augmented-Reality- und Virtual-Reality-Systeme.

### *Ökologischer Fußabdruck und Kosten sinken*

Darüber hinaus bieten die verschiedenen »Openair«-Plasma und »PlasmaPlus«-Verfahren noch einen weiteren wichtigen Vorteil: Sie verändern die Sichtweise der Hersteller auf ihre ökologische Verantwortung. Plasmatreat kombiniert fortschrittliche Oberflächenbehandlung mit Nachhaltigkeit, sodass Hersteller eine hochpräzise Oberflächenmodifikation ohne schädliche Chemikalien erreichen können. In ihren globalen Anwendungslaboren, in drei dedizierten F&E-Zentren und über das weltweite Netzwerk aus Vertriebs- und Servicenieder-lassungen arbeitet Plasmatreat eng mit den Anwendern zusammen, um deren jeweilige Problemstellungen gemeinsam zu lösen. Mit diesem Partnerschaftsmodell hat der Anbieter bereits das Vertrauen führender Halbleiterhersteller gewonnen, insbesondere weil Plasmatreat ihnen geholfen hat, aus umweltschädlichen Reinigungsmethoden wie Ameisensäure auszusteigen, die jahrzehntelang die Prozesse in der Halbleiterfertigung dominierten. Dieser Wandel reduziert die Umweltbelastung sowie den $CO_2$-Fußabdruck und senkt die Betriebskosten, die Abgasentsorgungskosten und die Kosten für das Abfallmanagement. Gleichzeitig ermöglicht die Technologie eine zuverlässigere und präzisere Oberflächenmodifikation. (ha)

Anzeige



# Wichtige Elektronikfertiger und EMS-Dienstleister




Bild: nongkran_ch/stock.adobe.com

Energieeffizienz in der Elektronikfertigung

# Wie Kontron an der Energieschraube dreht

*Steigende Energiekosten und regulatorische Anforderungen erhöhen den Druck auf Elektronikfertiger, ihre Produktion energieeffizienter zu gestalten. Der Technologiekonzern Kontron setzt dazu mit seiner Produktionsmarke Electronics² an mehreren internationalen Fertigungsstandorten unterschiedliche Maßnahmen um, unter anderem auch die eigene Stromerzeugung.*

Electronics² steht als Servicemarke für eine neue Generation nachhaltiger und energieeffizienter Elektronikfertigung an internationalen Standorten. Unternehmen wie Kontron und die inzwischen zu Kontron gehörende Katek bündeln dabei ihre Expertise – nicht nur in der Produktion, sondern entlang aller energetisch relevanten Prozesse.

Die Initiativen reichen von lokalen Maßnahmen bis zu standortübergreifenden Projekten wie der Energiegemeinschaft konEC. Ziel ist es, Energieverbrauch und Emissionen zu reduzieren und gleichzeitig die Produktionskosten zu stabilisieren.

## Kontron Austria: Photovoltaik, Wärmepumpe und Energiemonitoring

An den österreichischen Standorten Ebbs und Engerwitzdorf nutzt Kontron Austria unter anderem lokal erzeugten Strom aus Photovoltaikanlagen sowie Energie aus österreichischer Wasserkraft der TIWAG. Ergänzt wird das Energiekonzept durch eine wasserbasierte Wärmepumpe.

Ein Monitoring-System erfasst den Energieverbrauch in Echtzeit und identifiziert dabei Einsparpotenziale. Auf dieser Basis lassen sich Lastspitzen vermeiden, etwa durch gestaffeltes Hochfahren einzelner Maschinen oder durch die Anpassung von Produktionszeiten an den tatsächlichen Bedarf.

## Energiegemeinschaft konEC: Standortübergreifende Nutzung von Solarstrom

Mit der Energiegemeinschaft konEC haben Kontron Austria und die Kontron AG ein Modell geschaffen, um überschüssigen Solarstrom zwischen Standorten zu teilen. Eigen erzeugter Strom aus Photovoltaikanlagen kann dadurch standortübergreifend genutzt werden, wodurch der Bezug von Netzstrom reduziert wird.

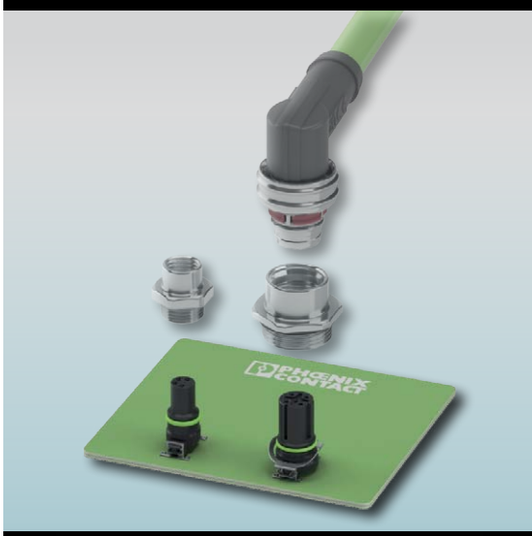
## Frickenhausen: Photovoltaik mit hoher Eigenstromnutzung

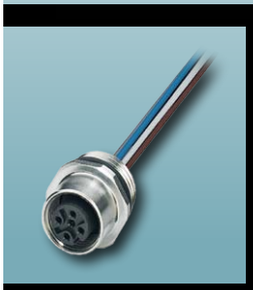
Am Standort Frickenhausen betreibt Kontron Electronics eine Photovoltaikanlage, deren Strom überwiegend direkt vor Ort genutzt wird, etwa für Beleuchtung, IT-Infrastruktur, Ladestationen und Klimaanlagen.

Überschüssige Energie wird ins öffentliche Netz eingespeist, etwa an Wochenenden mit geringem Strombedarf. Der Standort erreicht einen Autarkiegrad von rund 40 Prozent. Der verbleibende Strombedarf wird aus erneuerbaren Quellen gedeckt.



PHOENIX CONTACT







M8- und M12-Gerätesteckverbinder für automatisierte Produktionsprozesse

- Verschiedene Polbilder und Kodierungen
- Optimiertes Schirmkonzept
- Für die automatisierte Bestückung
- Einheitliche Einbaugeometrie
- Zukunftssichere Anschlusstechnik

GUDECO
ELEKTRONIK
Elektronische und elektromechanische Bauelemente - sofort ab Lager
WWW.GUDECO.DE

## Tab (Ungarn): Modernisierung von Beleuchtung und Gebäudetechnik

Im Werk Tab in Ungarn wurde die Beleuchtung auf LED-Technik umgestellt. Zusätzlich wurde eine neue Kühl-, Heiz- und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert. Bewegungsmelder steuern die Beleuchtung in vielen Bereichen, sodass Licht nur bei Bedarf eingeschaltet wird. Am Ende der zweiten Schicht werden Kompressoren und Absauganlagen automatisch abgeschaltet, um Energieverbrauch außerhalb der Produktionszeiten zu vermeiden.

## Kranj (Slowenien): Photovoltaik und energieeffiziente Anlagen

Am Standort Kranj setzt Kontron Slovenia auf mehrere Maßnahmen zur Energieeinsparung. Dazu zählen LED-Beleuchtung, optimierte Kompressorsysteme sowie Standby-Betrieb von Anlagen während Produktionspausen. Heiz- und Kühlsysteme werden zonenbasiert gesteuert. Zusätzlich werden neue Maschinen mit hoher Energieeffizienz bevorzugt beschafft. Ergänzend erzeugt eine Photovoltaikanlage mit 168,35 kWp auf rund 1400 $m^2$ jährlich etwa 155.470 kWh Strom.

## Katek Grassau: Energiemanagement in der Produktion

Am Standort Grassau wurde der Energieverbrauch in den vergangenen Jahren deutlich reduziert. Dazu tragen unter anderem drehzahlgeregelte Motoren mit Frequenzumrichtern für große Verbraucher wie Lüftungsanlagen, Vakuumpumpen und Druckluftsysteme bei.

Weitere Maßnahmen sind Hocheffizienzpumpen sowie die Nutzung von Abwärme zur Brauchwassererwärmung. Für Produktionsanlagen und Serverräume wird Grundwasserkühlung eingesetzt. Strom bezieht der Standort vollständig aus Wasserkraft.

LED-Beleuchtung mit Bewegungsmeldern und Helligkeitsregelung ergänzt das Energiekonzept. Die Standorte Grassau und Horní Suchá in Tschechien sind nach ISO 50001 zertifiziert.

## Leipzig: Digitalisierung des Energiemanagements

Am Standort Leipzig setzt Kontron eSystems auf digitale Überwachungssysteme. Energieverbraucher werden in Echtzeit erfasst, sodass Maschinenlaufzeiten besser an den tatsächlichen Bedarf angepasst werden können. Investitionen in energieeffiziente Anlagen sowie Automatisierung und Digitalisierung sollen den Energieeinsatz weiter reduzieren.

## Düsseldorf: Echtzeitüberwachung zentraler Verbraucher

Am Standort Düsseldorf überwacht ein Energiemanagementsystem zentrale Verbraucher wie Reflowöfen, Druckluftanlagen und Klimakompressoren in Echtzeit.

Zusätzlich wird die bei der Drucklufterzeugung entstehende Abwärme zur Beheizung genutzt. Grundlage bildet ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001.

## Weitere deutsche Standorte: Verpackung, Energie und Audits

An den Standorten Augsburg, Ismaning, Mauerstetten, Roding, Berlin und Saarbrücken setzt Kontron unter anderem auf wiederverwendbare Transportbehälter, um Verpackungsmaterial und Abfall zu reduzieren.

In Mauerstetten unterstützt eine Photovoltaikanlage mit 188 kWp und einer Eigenverbrauchsquote von rund 96 Prozent die Energieversorgung. Am Standort Augsburg tragen Wärmepumpen, LED-Beleuchtung und zeitgesteuerte Heizsysteme zur Senkung des Energieverbrauchs bei.

Zusätzlich werden Energieaudits nach DIN EN 16247-1 durchgeführt, um Einsparpotenziale systematisch zu identifizieren.

*Kombination aus Technik und Organisation*

Die Maßnahmen zeigen, dass Energieeffizienz in der Elektronikfertigung aus einer Kombination verschiedener Ansätze entsteht: eigener Stromerzeugung, optimierter Gebäudetechnik, digitalem Energiemonitoring und angepassten Produktionsprozessen. Ergänzend setzt Kontron auf Schulungen und Sensibilisierung der Mitarbeitenden. (zü)



Bild: ANMZAKARIA/stock.adobe.com

KI-gestützte Multi-Sensorsysteme

# So bleibt der Maschinenbau wettbewerbsfähig

*Präzision, Zuverlässigkeit und Ingenieurskunst waren im Maschinenbau der Erfolgsgarant. Doch genau diese Stärke wird zunehmend zur Gefahr: Optimieren genügt nicht mehr – neues Denken ist gefordert. Wer technologisch führend bleiben will, muss das eigene Erfolgsmodell radikal infrage stellen.*

Der globale Maschinenbau-Markt zählt zu den bedeutendsten industriellen Sektoren weltweit. Laut VDMA lag der gesamte Produktionswert 2023 bei rund 1,2 Billionen Dollar mit einem prognostizierten jährlichen Wachstum von 3 bis 4 Prozent bis zum Jahr 2030. Deutschland zählte mit rund 230 Milliarden Euro jährlich zu den Technologieführern.

Momentan verändert sich die Wettbewerbslandschaft fundamental. Chinesische Hersteller steigern ihre Maschinenbauproduktion seit 2015 um über 60 Prozent. China hält inzwischen einen Anteil von mehr als 35 Prozent am globalen Maschinenmarkt, während Deutschland bei etwa 20 Prozent liegt. Gleichzeitig investiert China jährlich mehr als 30 Milliarden Dollar in KI-Forschung und über 15 Milliarden Dollar in industrielle Automatisierungsprogramme.

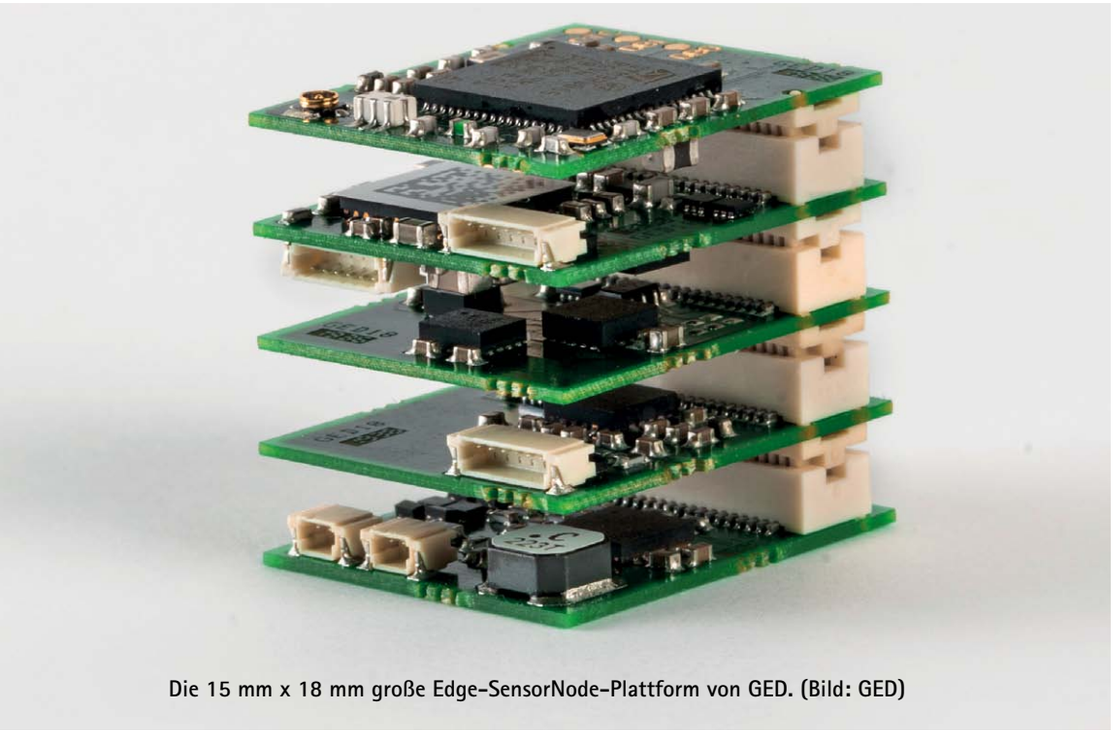
Technologieführerschaft im Maschinenbau wird künftig nicht mehr allein über Mechanik, Präzision oder Zykluszeit definiert. Sie entsteht durch die Fähigkeit, physikalische Prozesse in Echtzeit zu verstehen, zu interpretieren und adaptiv zu optimieren. Maschinen werden zu kognitiven, cyberphysischen Systemen – ausgestattet mit multisensorischer Wahrnehmung und Edge-KI. Für Geschäftsführer erfordert dies eine strategische Weichenstellung: Wer Datenhoheit und Algorithmen kontrolliert, kontrolliert die Differenzierung. Für CTOs bedeutet es, eine skalierbare Architektur aufzubauen, die Sensorik, Embedded-Intelligenz und IP-Schutz systematisch integriert.

*Edge-KI gestützte, intelligente Multi-Sensorsysteme*

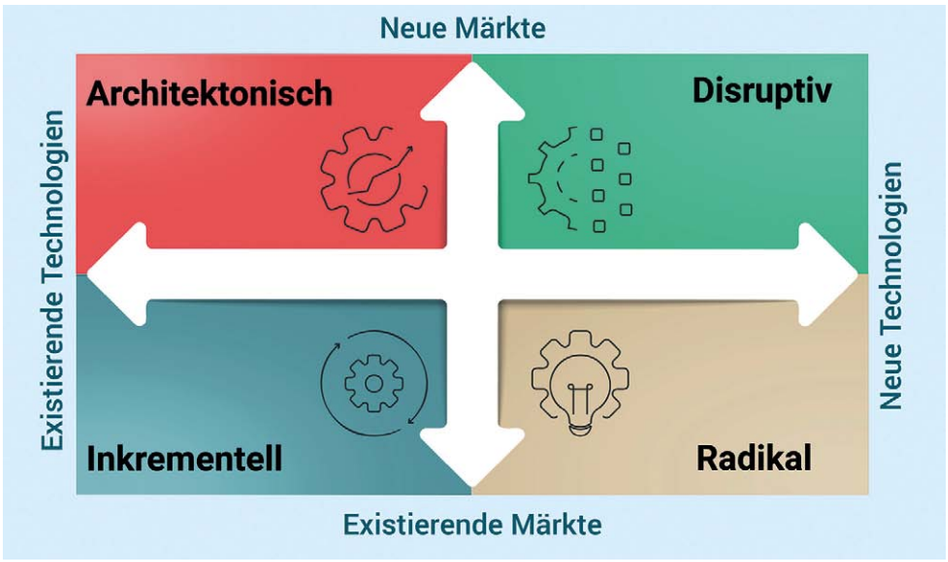
Im Rahmen der EFRE-Förderung durch die Europäische Union und das Land Nordrhein-

Anzeige





Die 15 mm x 18 mm große Edge-SensorNode-Plattform von GED. (Bild: GED)




Innovationshöhe und Innovationsrichtung. (Bild: INNO HORIZON)

Westfalen hat das Unternehmen GED Gesellschaft für Elektronik und Design mbH gemeinsam mit den Partnern, dem Fraunhofer Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme in Duisburg, der Hochschule Ruhr West in Mülheim a.d.R. und weiteren Industriepartnern eine Elektronikplattform entwickelt, die in kleinster Bauform ausreichend Rechenleistung bietet, um selbstlernende, generative künstliche Intelligenz direkt am Prozess, also »on the Edge« auszuführen. Das »GenSATIOn-Edge«-System basiert auf einer synchronisierten Erfassung multipler physikalischer Größen: Vibration, akustische Emission, Temperaturfelder, Motorstromprofile und Strukturresonanzen. Erst durch die Fusion dieser Daten entsteht ein hochdimensionaler Merkmalsraum, der Prozesszustände eindeutig charakterisiert. Die technologische Differenzierung liegt in der sensornahen Verarbeitung: Signalfilterung, adaptive Schwellenwerte, FFT-Transformationen, Feature-Engineering im Zeit- und Frequenzbereich sowie spektrale Energiedichteanalysen. Die Vorverarbeitung reduziert Rohdaten um Größenordnungen, ohne Informationsverlust für die KI-Inferenz.

*Edge-KI als strategischer Kern*

Herzstück der innovativen Elektronik ist die Implementierung selbstüberwachter Lernverfahren auf dem ressourcenlimitierten Edge System. Anstelle cloudbasierter Big-Data Architekturen werden latente Repräsentationen direkt im Embedded-System gebildet. Zum Einsatz kommen passive Lernverfahren, Auto-Encoder, Struktur- und embeddingbasierte Anomaliedetektion.

Das System lernt Normalzustände der Produktionsprozesse und erkennt Abweichungen über Distanzmetriken oder Rekonstruktionsfehler. Für den produktiven Einsatz werden Modelle durch Quantisierung (INT8) und Pruning auf Speichereffizienz optimiert. Die Architektur wurde so ausgelegt, dass der Mikrocontroller auch mit begrenztem RAM und Flash-Speicher KI-Funktionalität bereitstellen kann. Damit kann der Bedarf an Speicherkapazitäten um 80 Prozent sinken, das System nimmt um den Faktor 3 bis 10 weniger Energie auf, und die Echtzeitfähigkeit des Controllers ist bereits mit 100 MHz Systemtakt möglich. Die Edge-KI-Plattform »GenSATIOn« ist skalierbar und kann verschiedenste Sensoren und Aktoren adaptieren. Vorteile sind die Skalierung und Plattform-Strategie des innovativen Multi-Sensor-Systems, das sich in vielen Industriebereichen wie Robotik, Maschinensteuerung, Anlagen und sogar in Werkzeuge integrieren lässt. Dies verkürzt Entwicklungszeiten, beschleunigt die Markteinführung und erhöht die Innovationsgeschwindigkeit – entscheidende Faktoren für dauerhafte Marktführerschaft.

Zudem ermöglicht Edge KI neue Erlösmodelle: Performance-basierte Services, Predictive-Maintenance-Verträge und datengetriebene Optimierungsangebote. Gleichzeitig verbleiben sensible Prozessdaten lokal, und das ist ein gewichtiges Argument für Datensouveränität und Cybersecurity. In Kombination mit dem »Edge-SensorNode« von GED entsteht damit ein leistungsstarkes Micro-Embedded-System.

*Die Partnerschaft mit INNO HORIZON*

Digitalisierung, Sensorintegration, IIoT, Nachhaltigkeit und neue Service Dienstleis-

tungen verändern Märkte fundamental. Doch Innovation entsteht selten zufällig – sie ist das Ergebnis eines strukturierten Prozesses. Genau hier setzt INNO HORIZON aus Troisdorf, der Kooperationspartner von GED, an: Gemeinsam unterstützen beide Unternehmen die Anwender dabei, neue systematisch innovative Produkte und Systeme sowie tragfähige Servicedienstleistungen und darauf basierende Geschäftsmodelle zu entwickeln. Der Kern des Ansatzes ist ein klar strukturiertes Innovationsmodell mit fünf aufeinander aufbauenden Modulen und Bausteinen:

## 1. Innovationspotenzial

Mit INNO Certix Compact wird der Status quo der Innovationsfähigkeit im Unternehmen erfasst. Unterschiedliche Sichtweisen im Unternehmen werden transparent gemacht und ungenutzte Innovationshebel identifiziert.

## 2. Ideen-Expedition

Herausforderungen werden in konkrete Innovationsaufgaben übersetzt. In moderierten Workshops fokussieren sich die Teilnehmer auf radikale oder disruptive Lösungsansätze – stets mit Blick auf Markt und Technologie. Das Big Picture der Idee entsteht.

## 3. Marktcheck

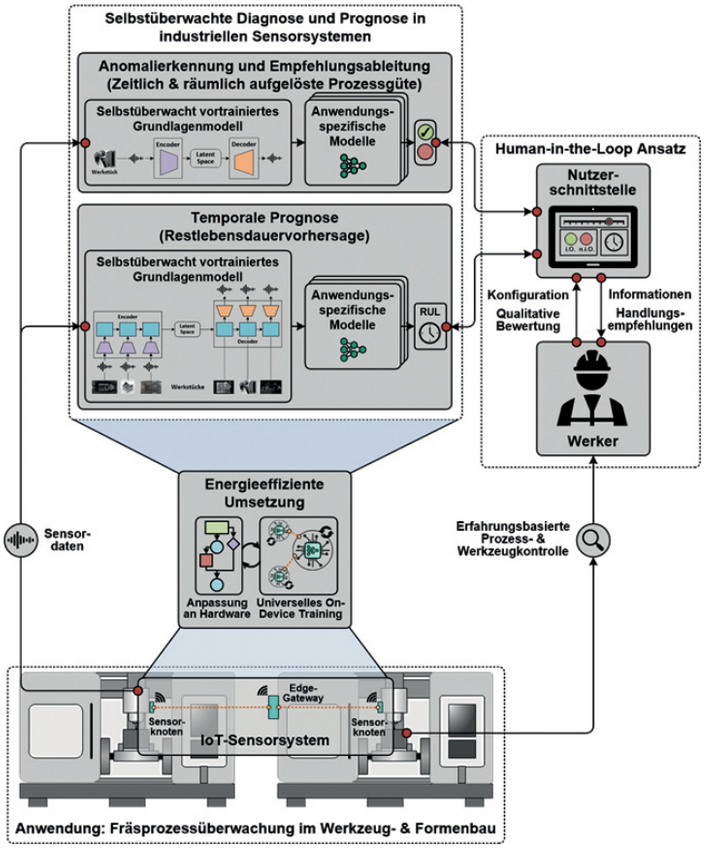
Ideen werden frühzeitig mit potenziellen Zielkunden validiert. Aus dem »Big Picture« entsteht ein Anforderungskonzept – als belastbare Grundlage für Investitions- und Entwicklungsentscheidungen.

## 4. Lösungsdesign & Co-Engineering

Hier beginnt die technische Umsetzung. Gemeinsam mit GED werden Sensorik, Premium-PCB-Design, Embedded Software, Systemintegration und DFM-Methodik verzahnt – von der Baugruppe bis zur Gesamtlösung.

## 5. Verankerung & Innovationsführerschaft

Innovation wird messbar gemacht, organisatorisch verankert und zur strategischen Routine entwickelt. Ziel ist nicht das Einzelprojekt, sondern die Erreichung der nachhaltigen Innovationsführerschaft.Besonders Maschinen- und Anlagenbauern eröffnet dieser strukturierte Ansatz neue Perspektiven: von intelligenten Sensorknoten über digitale Zwillinge bis hin zu datenbasierten Service- und Plattformmodellen. Innovation beginnt nicht mit einer Idee – sondern mit Haltung, Struktur und einem klaren System. INNO HORIZON und GED unterstützen Maschinen- und Anlagenbauer dabei, aus Technologiekompetenz marktfähige Lösungen zu entwickeln. Dazu führen INNO HORIZON und GED Workshops durch, in deren Rahmen aktuelle Mikro-, Makro- und Megatrends bei der Ideen Expedition ebenso betrachtet werden, wie wirtschaftliche Aspekte. Dabei helfen die INNO-HORIZON-Radare für Technologien und Trends. Mit der Technologiekompetenz im Sensorikbereich und der Erfahrung in der Hard- und Softwareentwicklung von GED können die entwickelten Innovationsideen aus den Kreativmeetings schnell und sicher in erste »Minimum viable Products« (MVP) als Basis für die daraus folgenden Serienprodukte umgesetzt werden. (ha)




Ein Anwendungsbeispiel: Fräsprozessüberwachung im Werkzeug- und Formenbau. (Bild: Fraunhofer IMS)

Anzeige



Automated Conformal Coating Inspection (CCI) in der Elektronikfertigung

# AOI-System prüft Schutzlacke beidseitig

*Die Qualität von Schutzlackierungen auf Leiterplatten beeinflusst maßgeblich die Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen. Hier setzt das AOI-System Multi Line CCI von Göpel Electronic an. Es prüft Conformal Coatings automatisch auf vollständigen Auftrag, Defekte und korrekte Schicktdicke – und das wahlweise ein- oder beidseitig.*

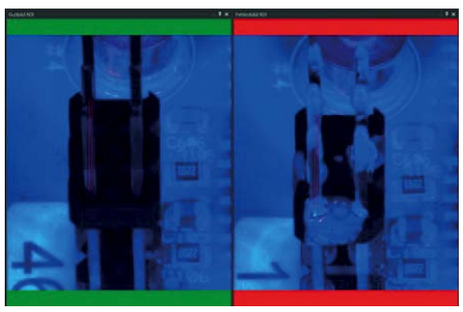
Schutzlackierungen auf Leiterplatten sind vor allem dann wichtig, wenn Baugruppen sicherheitsrelevante Aufgaben übernehmen oder in rauen Umgebungen eingesetzt werden. Typische Anwendungen finden sich in Luft- und Raumfahrt, Marine, Automotive, Wehrtechnik sowie in Beleuchtungs- und Industrieanwendungen. Die Beschichtungen schützen vor Feuchtigkeit, Schmutz, Staub, Kondensation und Temperaturschwankungen. Der fluoreszierende Lack wird durch Sprühen oder Tauchen aufgebracht. Mit steigender Miniaturisierung und wachsender Packungsdichte erhöht sich die Anforderung an eine kontrollierte Lackierung. Systeme für die automatische optische Inspektion (Automated Conformal Coating Inspection, CCI) überprüfen, ob der Lack entsprechend des Lackierplans aufgetragen wurde. Kontrolliert wird, ob an definierten Stellen zu viel oder zu wenig Beschichtung vorhanden ist. Ergänzend erfolgt eine Schichtdickenmessung, um die Einhaltung vorgegebener Toleranzen sicherzustellen.

## *Ausgefeilte Kamera- und Beleuchtungstechnik*

Hierfür hat Göpel Electronic das System Multi Line CCI entwickelt. Es arbeitet mit einer hochauflösenden Farbkamera und telezentrischer Optik bei einem Bildfeld von 44 mm × 44 mm. Eine UV-Beleuchtung von oben sowie seitliche UV- und Weißlichtquellen erzeugen kontrastreiche Aufnahmen. Die fluoreszierenden Partikel im Lack werden durch UV-Licht angeregt, sodass Defekte wie Kratzer oder Blasen sicher erkannt werden. Optional lässt sich das System mit bis zu acht Schrägblickkameras ausstatten, um Bauteile in geneigter Ansicht zu prüfen. Ein integrierter Messkopf bestimmt die Lackdicke an verschiedenen Punkten der Baugruppe. Die Bauteilfreiheit beträgt 120 mm, mit Schichtdickenmessung 80 mm.

## *Beidseitige, flexible Prüfung*

Für getauchte Baugruppen ist eine beidseitige Inspektion möglich, das heißt, das System prüft Leiterplatten gleichzeitig von oben und unten. Der Inspektionsbereich umfasst 540 mm × 450 mm bei einer Werkstückträgergröße von 620 mm × 510 mm und einem maximalen Transportgewicht von 15 kg. Der Einsatz erfolgt in der Regel nach dem Trockenofen, eine Nassprüfung ist ebenfalls möglich. Abhängig von der Konfiguration unterstützt das System eine Rückführung der Baugruppen unter dem Inspektionsmodul. Das Prüfprogramm wird über die Pilot-AOI-Software von Göpel erstellt. Auf Basis von CAD-Daten wie Gerber-, Bestückdaten, ODB++- oder OPM-Dateien sowie dem jeweiligen Lackierplan definiert die Software die zu prüfenden Bereiche. Über die Funktion MagicClick lässt sich das Prüfprogramm innerhalb weniger Minuten generieren. (nw)



Die Aufnahme des Multi Line CCI zeigt, dass zu viel Lack auf dem Steckverbinder aufgetragen wurde. (Bilder: Göpel Electronic)




Das Multi-Line-Inspektionssystem von Göpel Electronic punktet mit einer hochauflösenden Farbkamera, bis zu acht Schrägblickkameras, Lackdickenmessung und 120 mm Bauteilfreiheit.

Produktionsstandorte teils konsolidiert, teils erweitert

# GPV steigert Profitabilität trotz Umsatzrückgangs

*Der EMS-Dienstleister GPV Group hat im Geschäftsjahr 2025 seine Profitabilität und den operativen Cashflow deutlich verbessert. Der Umsatz ging allerdings zurück.*

Das Unternehmen, das sich im Besitz des börsennotierten dänischen Industriekonzerns Schouw & Co. befindet, erzielte einen Jahresumsatz von 8,7 Mrd. DKK – ein Rückgang von drei Prozent gegenüber 2024.

Trotz der leicht rückläufigen Erlöse konnte GPV seine Ergebniskennzahlen verbessern. Das EBITDA stieg im Gesamtjahr um drei Prozent auf 641 Mio. DKK (2024: 625 Mio. DKK). Die Entwicklung spiegelt eine kontinuierliche Margenverbesserung im Jahresverlauf wider. Im Ergebnis enthalten sind einmalige Umstrukturierungskosten in Höhe von 17 Mio. DKK im Zusammenhang mit der Optimierung der operativen Präsenz sowie Abfindungszahlungen.

Im vierten Quartal 2025 erreichte GPV einen Umsatz von 2,1 Mrd. DKK und lag damit auf dem Niveau des Vorjahreszeitraums. Das EBITDA verbesserte sich im gleichen Zeitraum jedoch deutlich um 23 Prozent auf 170 Mio. DKK.

### *Cashflow und Kapitaleffizienz deutlich verbessert*

Besonders stark entwickelte sich der operative Cashflow, der 2025 auf 744 Mio. DKK anstieg, nachdem er im Vorjahr noch bei 291 Mio. DKK gelegen hatte. Gleichzeitig reduzierte das Unternehmen sein Betriebskapital um 14 Prozent auf 2,3 Mrd. DKK. Auch die Kapitalrendite verbesserte sich: Der ROIC ohne Goodwill stieg von 8,1 Prozent im Jahr 2024 auf 9,0 Prozent.

»Das Jahr 2025 war geprägt von einer Normalisierung der Nachfrage, aber auch von anhaltender Volatilität aufgrund von Zöllen, dies gleichlaufend mit kontinuierlichen operativen Verbesserungen. Während sich die Gesamtnachfrage eher flach entwickelte, sehen wir in bestimmten Segmenten, darunter Transport und Eisenbahn, CleanTech, Mess- und Regeltechnik sowie Hightech-Konsumgüter, in denen für 2026 ein Nachfrageanstieg von fünf bis acht Prozent erwartet wird, nun erste Anzeichen einer Erholung. Wir haben unsere Rentabilität im Laufe des Jahres gestärkt und unseren Cashflow sowie unsere Kapitaleffizienz deutlich verbessert. Damit haben wir sowohl für unsere Kunden als auch für uns eine solide Grundlage für das kommende Jahr geschaffen«, sagt Bo Lybæk, CEO der GPV.

### *Konsolidierung von Produktionsstandorten*

Parallel zur operativen Entwicklung setzte GPV 2025 seine strukturelle Optimierung des globalen Produktionsnetzwerks fort. So wurden die Elektronikaktivitäten in der Slowakei vollständig an den vergleichsweise neuen Mega-Standort Piestany sowie den Standort Nova Dubnica konsolidiert. Auch in anderen Bereichen wurden Produktionsaktivitäten gebündelt: Mechanikfertigung in Bangkok, Kabelbaumproduktion in der Slowakei und in Sri Lanka.

Zudem wurden auch Erweiterungen von Produktionskapazitäten vorangetrieben. Der Ausbau der Standorte in Thailand und der Slowakei wurde im Laufe des Jahres abgeschlossen. In Mexiko startete die erste Phase einer Erweiterung des dortigen Standorts; die finale Phase soll Anfang 2027 abgeschlossen sein. Ziel dieser Maßnahmen ist es, die regionale Präsenz zu stärken, Kundenstrategien besser zu unterstützen und Kapazitäten für zukünftiges Wachstum zu sichern. Gleichzeitig sollen eine niedrigere Kostenbasis, höhere Effizienz und eine bessere Auslastung erreicht werden.



**Bo Lybæk, GPV**

*„Wir sind zwar auf anhaltende Marktvolatilität vorbereitet, haben uns nun aber besser positioniert als noch vor einem Jahr. Mit einer strafferen Kostenbasis und einer verbesserten Auslastung steht die GPV stark da, und wir erwarten für 2026 eine weitere Verbesserung der Ertragslage.“*

### *Verteidigungssektor gewinnt an Bedeutung*

Neben klassischen Industrie- und Elektronikanwendungen entwickelt sich auch der Ver-

teidigungssektor zunehmend zu einem wichtigen Markt für GPV. Das Unternehmen verfügt hier über langjährige Kundenbeziehungen, branchenspezifische Zertifizierungen sowie spezialisierte Kompetenzen. 2025 entwickelte sich die Pipeline in diesem Bereich positiv, sodass GPV seine Aktivitäten mit europäischen und internationalen Kunden ausbauen konnte.

*Engpass bei Speicherkomponenten bleibt Herausforderung*

Die globale Materialversorgung gilt insgesamt als relativ stabil. Allerdings sorgt die stark wachsende Nachfrage aus KI- und Rechenzentrumsanwendungen für Engpässe bei bestimmten Speicherchips. Die Folge sind steigende Preise, längere Lieferzeiten und Allokationsprobleme, die nach Einschätzung des Unternehmens bis mindestens 2026 anhalten könnten. Eine deutliche Markterholung erwartet GPV derzeit erst in den Jahren 2027 oder 2028.

Um auf diese Situation zu reagieren, hat das Unternehmen eine spezielle »Memory Task Force« eingerichtet und arbeitet eng mit Lieferanten und Kunden zusammen.

»Die aktuelle Situation bei Speicherkomponenten erfordert Aufmerksamkeit, und wir stehen sowohl mit Kunden als auch mit Lieferanten in engem Kontakt. Transparenz und frühzeitige Planung sind in der aktuellen Situation von entscheidender Bedeutung. In diesem Zusammenhang sind unser starkes Lieferantennetzwerk und die langjährige Zusammenarbeit mit unseren Kunden wichtige Stärken«, so Lybæk.

*Ausblick 2026: weiteres Ergebniswachstum erwartet*

Trotz weiterhin schwer vorhersehbarer Nachfrage und anhaltender Marktvolatilität sieht sich GPV für das laufende Jahr gut positioniert. Für 2026 erwartet das Unternehmen einen Umsatz zwischen 8,5 und 9,0 Mrd. DKK – damit etwa auf dem Niveau von 2025.

Beim Ergebnis rechnet GPV hingegen mit einem deutlicheren Wachstum. Das EBITDA soll voraussichtlich im Bereich von 690 bis 750 Mio. DKK liegen. Treiber dieser Entwicklung sollen weitere Margenverbesserungen durch strukturelle Optimierungen, Effizienzsteigerungen und eine bessere Kapazitätsauslastung sein.

»Wir sind zwar auf anhaltende Marktvolatilität vorbereitet, haben uns nun aber besser positioniert als noch vor einem Jahr. Mit einer strafferen Kostenbasis und einer verbesserten Auslastung steht die GPV stark da, und wir erwarten für 2026 eine weitere Verbesserung der Ertragslage«, führt Lybæk abschließend aus. (zü)

## Electronic Manufacturing Services (EMS)

| Dienstleister, Internet-Adresse | Mitarbeiter | davon Entwicklung | davon Fertigung | Umsatz in Mio. Euro | Einkaufsvolumen in Mio. Euro | Hauptsitz | Produktionsstandorte: in Deutschland (Anzahl) | Produktionsstandorte: in Österreich (Anzahl) | Produktionsstandorte: in der Schweiz (Anzahl) | Produktionsstandorte: in anderen europäischen Ländern (Anzahl und Länder) | Produktionsstandorte: außerhalb Europas (Anzahl) | Produkttypen pro Jahr (Anzahl) | typische Losgrößen | Eigene Produkte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **A 2000 Industrie-Elektronik**, www.a2000elektronik.de | 105 | 2 | 87 | 13 | 7 | Friesenheim | 1 | | | 1 RS | | 960 | 100-5000 | |
| **a.p. microelectronic**, www.ap-micro.de | 60 | 7 | 30 | 6 | 2,9 | Minden | 1 | | | | | 100 | 5000-10.000 | Sensorik, Dokusoft |
| **Achstron Motion Control**, www.achstron.de | 6 | | | | | Rottweil | | | | | | | 1-500 | |
| **AKI System-Electronic**, www.aki-electronic.de | 5 | 1 | 3 | | | Pettstadt bei Bamberg | 1 | | | | | 100 | 1-500 | Elektronik für Oldtimer und Motorsport, Zündanlagen, Einspritzanlagen, Messtechnik |
| **Assdev**, www.assdev.de | 110 | 20 | 90 | 25 | 13 | Forchheim | 1 | | | | | 450 | 200-2000 | |
| **Baumüller Nürnberg**, www.baumueller.com | 1800 | | | | | | 3 | | | 2 | 1 | | | Servo motors/drives, PLCs, HMIs, Inverters |
| **beka print electronic**, www.beka-print.de | 7 | 1 | 5 | 0,85 | | Stemwede | 1 | | | | | | 50-5000 | |
| **binder electronic manufacturing services**, www.binder-ems.de | 24 | 2 | 22 | 3 | 1,7 | Vohburg | 1 | | | | | 50 | 500-120.000 | 1 |

ISO 13485

# Keenfinitys EMS-Werk in Portugal für Medizintechnik zertifiziert

Der EMS-Anbieter Keenfinity hat sein Werk im portugiesischen Ovar erfolgreich nach ISO 13485:2016 zertifizieren lassen. Die Norm gilt als zentraler Qualitätsstandard für die Entwicklung und Produktion von Medizintechnik.

Die Zertifizierung umfasst unter anderem elektronische Systeme wie Steuerungen, Stromversorgungen oder Mensch-Maschine-Schnittstellen, die in unterschiedlichen medizinischen Geräten zum Einsatz kommen. Die Medizintechnik zählt zu den regulierungsintensivsten Industrien. Anwendungen reichen von Diagnosesystemen über Patientenmonitoring und Vitaldatenmessung bis hin zu Wearables. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Qualitätssicherung, Dokumentation und Prozesse. Mit der Zertifizierung positioniert sich Keenfinity für Projekte in diesem Marktsegment. Gleichzeitig stärkt der Ausbau der Elektronikfertigung am Standort Portugal die europäische Technologiebasis. »Das Werk in Ovar ist das ‚Center of Excellence' innerhalb unseres globalen Produktionsnetzwerks und treibt unser Wachstum in stark regulierte Märkte wie die Medizintechnik voran«, sagt Ram Dornala, CEO von Keenfinity EMS. »Wir wollen strategischer Partner für unsere Kunden entlang des gesamten Produktlebenszyklus sein. Dafür erweitern wir kontinuierlich unsere Kompetenzen, steigern unsere Kapazitäten und stärken sowohl die Interaktion mit unseren Kunden als auch die Wettbewerbsfähigkeit.« Bereits im Dezember 2025 hatte Keenfinity die Produktionsfläche in Ovar erweitert. Mit der zusätzlichen Fläche schafft das Unternehmen Kapazitäten für Forschung und Entwicklung sowie für die Fertigung. Ziel ist es, Projekte von der Produktentwicklung bis zur Serienproduktion stärker am Standort abzubilden.

Neben dem Werk in Portugal plant Keenfinity, auch den Produktionsstandort im chinesischen Zhuhai für die Medizintechnik zertifizieren zu lassen. Damit sollen Kunden ihre Fertigung elektronischer Medizingeräte regional flexibler skalieren können.

*Bosch Spin Off*

Keenfinity bietet Electronics Manufacturing Services (EMS) für mittelständische Unternehmen und internationale OEMs. Die Kunden stammen unter anderem aus den Bereichen Gebäudetechnik, Industrial Technologies, Kommunikation und Audio, Medizintechnik sowie Luft- und Raumfahrt. Das Unternehmen ging aus der EMS-Sparte von Bosch hervor und verfügt über mehr als 20 Jahre Erfahrung in der Elektronikfertigung sowie entsprechende Qualitätsprozesse. (zü)

| | Dienstleistungen | | | | | | | | | | | | | | | | | | Marktsegmente | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl der Kunden | Elektronik-Entwicklung | Mechanik-Entwicklung | Technologische Schwerpunkte der Entwicklung | Layout-Erstellung | Materialbeschaffung | Prototypenfertigung | Fertigung SMD + THT | Conformal Coating; Lackieren / Beschichten | Vergießen | Montage | Testentwicklung | Testdurchführung | Kabelkonfektionierung | Reparatur-Service | Konsignationslager | Obsolescence Management | 3D-Druck | sonstiges | Medizinelektronik | Industrieelektronik | Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik | Messtechnik und Sensorik | Kommunikationstechnik | Automotive / Bahn / Transportation | Elektromobilität | Gebäudetechnik | Erneuerbare Energien | Luft- und Raumfahrt, Verteidigung | sonstige | Zertifizierungen |
| 98 | ● | ● | Steuer- und Regelungstechnik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | Röntgen | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | Sicherheits-, Labortechnik | ISO 9001:2015, ISO 13485 |
| 50 | ● | ● | Sensorik, Steuerungsmodule, Aktuatoren, 12-V- und 24-V-Motorsteuerungen, LED und Interieurbeleuchtung | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | Atex-Abnahme, UL-Fertigung, Funktionstestgeräte | | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | | Windenergie, E-Mobility, Maritim-Elektronik, Maschinenbau, Sensorik, Küchenindustrie, Möbelindustrie | IATF 16949:2016, ISO 9001 |
| | | | | | ● | | | | | ● | | | | ● | | | | technische Auslegung, Beratung und Unterstützung bei Entwicklung | ● | | ● | ● | | | | | | ● | Sondermaschinenbau, Robotertechnik | ISO 9001:2015 |
| 590 | ● | ● | Mess-Steuer-Regeltechnik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | Prüfmittelbau | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | Kfz-Aftermarket | Qualität: ISO 9001:2015; Umwelt: Umweltzertifikat nach QUB; Mitglied im Umweltpakt Bayern |
| 70 | ● | ● | Embedded, HF, Medical, Vision/ Imaging | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001, ISO 13485 |
| | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001 |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | |
| 15 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | | Baugruppenreinigung | | ● | ● | ● | | | | ● | | | | |

# Electronic Manufacturing Services (EMS)

| **Dienstleister**, Internet-Adresse | Mitarbeiter | davon Entwicklung | davon Fertigung | Umsatz in Mio. Euro | Einkaufsvolumen in Mio. Euro | Hauptsitz | Produktionsstandorte: in Deutschland (Anzahl) | in Österreich (Anzahl) | in der Schweiz (Anzahl) | in anderen europäischen Ländern (Anzahl und Länder) | außerhalb Europas (Anzahl) | Produkttypen pro Jahr (Anzahl) | typische Losgrößen | Eigene Produkte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Brückmann Elektronik**, www.brueckmann-gmbh.de | 220 | 4 | 154 | 28,9 | 14 | Lahnau | 2 | | | | | 1738 | 1-50.000 | |
| **Bungard Elektronik**, www.bungard.de | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| **Cicor Group**, www.cicor.com | 4500 | 400 | | 680 | | Boudry (CH) | 4 | | 3 | 5 FR, 2 RO, 1 ES, 1 SE, 4 UK | 9 | | | |
| **CM Manufactory**, www.cm-manufactory.com | 170 | 11 | 131 | | | Bisingen | 1 | | | 1 BG | | 2500 | 100-5000 | Sicherheitsschaltgeräte, EMA + Zubehör |
| **cms electronics**, www.cms-electronics.com | 370 | | | 95 | | Klagenfurt a.W. (A) | 1 | 1 | | 1 HU | Partner in China und USA | ~750 | 100-100.000 | |
| **Dico Electronic**, www.dico-electronic.de | 3 | 2 | 1 | | | Nürnberg | | | | | | | | |
| **DigiKey Electronics Germany**, www.digikey.de | 4800+ | 100 | 10 | 4300 | | Thief River Falls, Minnesota, USA | | | | | 1 | | ~1000 | |
| **efindon.de**, www.efindon.de | 8 | | | | | | 1 | | | | | 70 | 1-50.000 | |
| **elbe electronic**, www.elbe-electronic.de | 9 | 1 | | 3,5 | 1,8 | Ettlingen | 2 | 1 | | | | ~150 | 1-15.000 | |
| **Elec-Con technology**, www.elec-con.com | 15 | 6 | 4 | 1,5 | | Passau | 1 | | | | | 75 | 3-200 | 30 |
| **electronic concept**, www.electronic-concept.de | 50 | 4 | 30 | 7 | 3 | Gaggenau | 1 | | | | | | 1-1000 | |
| **electronic service willms**, www.esw-gmbh.de | 68 | | 35 | 9 | 5 | Stolberg | 1 | | | | | | 50-30.000 | |
| **ElectronXx**, www.electronxx.de | 50 | 2 | 34 | 8 | | Velbert | 2 | | | | | >300 | 5000-100.000 | Prozessregler, Messumformer, Audioverstärker |
| **elektron Systeme und Komponenten**, www.elektron-systeme.de | 150 | 4 | 95 | | | Weißenohe | 2 | | | | | | 1-100.000 | |
| **Elektrosil**, www.elektrosil.com | 65 | 15 | | 63 | | Hamburg | 1 | | | 2 | 4 | 100 | | |
| **emsproto**, www.emsproto.de | 35 | 8 | 24 | | | Ostrach | 1 | | | | | 1000 | 1-1000 | |
| **ergo: elektronik**, www.ergo-elektronik.de | 26 | 8 | 12 | | | Ulm | 1 | | | | | ~75 | 1-1000 | 5 |
| **Fortec Integrated**, www.fortec-integrated.de | 84 | | | | | Germering | 2 | | | 1 CZ | 1 | | | High-End-Monitore, Brandlast-optimierte Monitore Klasse A1, TFT-Controller-Boards, Box-PCs |
| **Fortec Power**, www.autronic.de | | | | | | Sachsenheim | 1 | | | CZ | | | 10-5000 | |
| **Fritsch Elektronik**, www.fritsch-gmbh.de | 135 | | | 26 | 16 | BaWü | 1 | | | | | 1000 | | |
| **FS-Electronic**, www.fs-electronic.eu | 10 | extern | 9 | 1,5 | 1 | Paderborn | 1 | | | | | >80 | 1-10.000 | |

| Anzahl der Kunden | Elektronik-Entwicklung | Mechanik-Entwicklung | Technologische Schwerpunkte der Entwicklung | Layout-Erstellung | Materialbeschaffung | Prototypenfertigung | Fertigung SMD + THT | Conformal Coating: Lackieren / Beschichten | Vergießen | Montage | Testentwicklung | Testdurchführung | Kabelkonfektionierung | Reparatur-Service | Konsignationslager | Obsolescence Management | 3D-Druck | sonstiges | Medizinelektronik | Industrieelektronik | Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik | Messtechnik und Sensorik | Kommunikationstechnik | Automotive / Bahn / Transportation | Elektromobilität | Gebäudetechnik | Erneuerbare Energien | Luft- und Raumfahrt, Verteidigung | sonstige | Zertifizierungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dienstleistungen | | | | | | | | | | | | | | | | | | Marktsegmente | | | | | | | | | | | |
| 138 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | After-Sales, Opt. Insp., Prototyping, 3D-AOI, Cable-hose Assembly | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | Measurement & Control, Optik, Unterhaltungs-elektronik | ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 |
| 25.000 | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | | | | ● | | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | Gedruckte Elektronik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 13485, ISO 45001, ISO 27001, EN/AS 9100, ISO 15378, IATF 16949, ISO 19443, ISO 50001, ISO 9001, ISO 14001 |
| | ● | ● | Funktechnik, Sicherheitsgerich-tete Systeme, Motoransteuerung | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Funk-Messungen | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | ISO 9001, VdS |
| ~100 | ● | ● | Embedded Design C, Sensorik+Regelung, Leistungselektronik, BMS, Mixed-Signal Designs, LED-Steuerung | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | Procurement Services Asien, Opto-Bohren, laseroptische Hochpräzisionsbestückung, roboterbasierte Produktion | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ISO 9001, ISO 14001, IATF 16949, ISO 13485, TISAX |
| | | ● | Verbindungs- und Aufbautechnik | | | ● | | | | | | | ● | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | ISO 9001:2015 |
| ~1.000.000 | ● | ● | Energie, Gesund-heitswesen, indus-trielle Automation, KI, Nachhaltigkeit und IoT | ● | ● | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | | Leiterplattenfertigung https://www.digikey.de/de/pcb-builder/ | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | zur Umweltverträglichkeit: ISO 14001:2015, ANSI/ESD-S20.20-2014 |
| 20 | ● | | | | ● | ● | | | | ● | | | ● | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | | | | ● | | |
| 40 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | ● | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | | | ISO 9001, ISO 14001 |
| 35 | ● | | Kombi aus Embed-ded/Leistungs-elektronik/EMV | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | | | ● | Stark forschungs- und entwick-lungsgetriebener Ansatz | ● | ● | | ● | ● | | | ● | | ● | | Fokus auf Prototypenbau und Kleinserienfertigung | NRTL |
| 40 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Klimaprüfung und Alterung | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001, ISO 13485 |
| 70 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ISO 9001:2015 |
| <100 | ● | ● | Mess- und Regeltechnik, Ge-bäudeautomation, Sensorik, Indus-trieelektronik u.a. | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 |
| | ● | ● | E²MS Leiterplatten-layout, Schaltung-sentwicklung, ESD/EMV-Tests, Fertigungsüber-leitung, IMDS | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ISO 9001, IATF 16949, ISO 14001 |
| | ● | ● | | | ● | | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, IATF 16949, ISO 14001 |
| 400 | ● | ● | Industrial Controls, IoT, Embedded Systems, Display- und Touch-Technik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Box-Build | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ISO 9001 |
| 150 | ● | | Analog, Digital und Leistungselektronik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | ● | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | | ISO 9001, ISO 14001, MAQMSR, EN 9100 (Arbf.), ISO 27001 (Arbf.) |
| | ● | ● | | ● | | ● | | | | ● | | ● | | | ● | ● | | Optical Bonding | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | | | ● | | ● | | ● | | | | ● | | |
| | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | | ● | ● | | ● | ● | | ● | ● | | | | ISO 9001, ISO 14001, ISO 13485 |
| >30 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | |

# Electronic Manufacturing Services (EMS)

| Dienstleister, Internet-Adresse | Mitarbeiter | davon Entwicklung | davon Fertigung | Umsatz in Mio. Euro | Einkaufsvolumen in Mio. Euro | Hauptsitz | Produktionsstandorte: in Deutschland (Anzahl) | Produktionsstandorte: in Österreich (Anzahl) | Produktionsstandorte: in der Schweiz (Anzahl) | Produktionsstandorte: in anderen europäischen Ländern (Anzahl und Länder) | Produktionsstandorte: außerhalb Europas (Anzahl) | Produkttypen pro Jahr (Anzahl) | typische Losgrößen | Eigene Produkte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **GCD Printlayout**, www.gcd.de | 45 | 22 | 10 | | | Erlangen | 1 | | | | | | 1-100 | |
| **Gemac Chemnitz**, https://gemac-chemnitz.com | 70 | 20 | | 10 | | Chemnitz | 1 | | | | | | 100-1000 | Neigungssensoren, Inertiale Messeinheiten IMU, Beschleunigungssensoren, Feldbusdiagnose-Tools |
| **Gigler Elektronik**, www.gigler-elektronik.de | 50 | 5 | 30 | 6 | 2 | Konzell | 1 | | | HU | | | 1-500.000 | |
| **Graf Elektronik**, www.grafgroup.com | 180 | 10 | 130 | 43 | 24 | Dornbirn (A) | | 1 | | | | >1200 | 100-5000 | |
| **Haka Elektronik Leiterplatten**, www.haka-lp.de | 5 | 2 | 2 | | | | 1 | | | | | | 1-50 | |
| BMK becoming HANZA<br>**Hanza BMK Group**, www.bmk-group.de | 1503 | 30 | 1215 | 300 | 185 | Augsburg | 4 | | | 1 CZ, 2 SE, 2 PL | 1 IL, 1 CN | 5500 | 1-50.000 | |
| **Heinen Elektronik**, www.heinen-elektronik.de | 48 | 7 | 21 | 9,6 | 2,3 | Haan | 1 | | | | | 250 | 10-500 | |
| HEITEC<br>**Heitec**, www.heitec.de/leistungen/elektronik | 800 | 400 | 120 | 141 | 35 | Erlangen | 3 | 1 | | | 2 CN | >2000 | 1-2500 | 19-Zoll-Gehäusetechnik und Systemplattformen |
| HEKATRON Manufacturing<br>**Hekatron Technik**, www.hekatron-manufacturing.de | 522 | 23 | 350 | 135 | 100 | Sulzburg | 1 | | | | | 3000 | 20-60.000 | Fertigungsstandort für technische Sicherheitsprodukte innerhalb der Securitas Gruppe |
| **High Q Electronic Service**, www.highq-electronic.de | 30 | 1 | 20 | | | München | 1 | | | | | 450 | 10-1000 | |
| **HTV Alter Technology**, www.htv-gmbh.de | 150 | | | | | Bensheim | | | | | | | | |
| **Imacs**, www.imacs-gmbh.de | 50 | 16 | 25 | 6,7 | | Bingen am Rhein | 1 | | | | | 250 | 100-5000 | emBRICK: modulare Embedded-Steuerungsplattformen; radCASE: Tools zur modellbasierten SW-Entwicklung |
| **IMM electronics**, www.imm-electronics.de | 133 | 15 | 82 | 19 | 9 | Mittweida | 1 | | | | | 600-700 | 50-100 | underdog Chuck (https://underdog-audio.de), twall (https://www.twall.de) |
| **JIT electronic**, www.jit-electronic.de | 25 | | 16 | 6,2 | 3,7 | Bergkirchen | 1 | | | | | 50 | 100-10.000 | |
| JOPP<br>**Jopp Electronics**, www.jopp.com | 65 | 2 | 30 | 20 | 12 | Villingen-Schwenningen | 1 | | | | | ~130-150 | 500 / 2000 / 50.000 / 100.000 | ~40 |
| **Joratec**, www.joratec.de | 30 | 2 | 20 | 7 | 3 | Keltern | 1 | | | | | 400 | 1-10.000 | |
| **Kaga Fei Europe (Fujitsu Electronics Europe)**, www.eu.kagafei.com | 8000 | 10% | 70% | 4180 | 1100 | Tokyo | | | | 1 TR, 1 CZ | 18 | 4 | 1000-10.000 | ja |
| **Ka-Ro electronics**, www.karo-electronics.de | 40 | 7 | 26 | 12 | 5 | Aachen | 1 | | | | | 700 | 1-10.000 | 30 |
| **kessler systems**, www.kesslersystems.com | 495 | 45 | 395 | | | Ostrach | 1 | | | 5 (BG, ES, LT, PT) | | 500 | 1-3.000.000 | |
| **KM-Gehäusetech**, www.km-gehaeusetech.de | | | | | | Bad Wildbad | 2 | | | | | | 1-5000 | |

| | Dienstleistungen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Marktsegmente | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl der Kunden | Elektronik-Entwicklung | Mechanik-Entwicklung | Technologische Schwerpunkte der Entwicklung | Layout-Erstellung | Materialbeschaffung | Prototypenfertigung | Fertigung SMD + THT | Conformal Coating: Lackieren / Beschichten | Vergießen | Montage | Testentwicklung | Testdurchführung | Kabelkonfektionierung | Reparatur-Service | Konsignationslager | Obsolescence Management | 3D-Druck | sonstiges | Medizinelektronik | Industrieelektronik | Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik | Messtechnik und Sensorik | Kommunikationstechnik | Automotive / Bahn / Transportation | Elektromobilität | Gebäudetechnik | Erneuerbare Energien | Luft- und Raumfahrt, Verteidigung | sonstige | Zertifizierungen |
| | | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | | ● | | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | Automatic Test Equipment | ISO 9001:2015 |
| | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | AOI, Funktionstest | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | ISO 9001, ISO 13485 |
| 50 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 14001, ISO 9001 |
| 100 | ● | ● | Medizintechnik, Industrie | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | Underfill, Glob Top, Hotmelt, Traceability, Testmethoden (Flying Probe, ICT, X-Ray, Boundary Scan) | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | | | ISO 9001, ISO 13485 |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | ISO 9001:2015 |
| 398 | ● | | Embedded Systems, IIoT, Vernetzung, Industrie-/Leistungselektronik, Funktionale Sicherheit | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Underfill, Endgerätemontage, B2B-Logistik, Fulfillment, BGA-Tausch | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Automatisierungstechnik, Leistungselektronik, Energie-/Umwelttechnik, Multimedia, Bau-/Agrartechnik | ISO 9001:2015, EMAS III, DIN EN ISO/IEC 80079-34:2011, Ex-Zertifizierung (ATEX), IATF 16949, OHRIS |
| 100 | ● | ● | kundenspezifische Steuerungen und Anwendungen | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | | | ● | | ● | ● | | | | | ● | | ISO 9001 |
| >2000 | ● | ● | Embedded Systems | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Reworken, Röntgeninspektion | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Kraftwerkstechnik, Defence | ISO 9001, ISO 27001, ISO 13485 |
| 21 Kunden am freien Markt | ● | ● | Industrialisierung elektronischer Baugruppen | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | Speed Factory für Funktionsmuster | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | ISO 9001, ISO/IEC 80079-34, ISO 50001, ISO 14001, ISO 45001 |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001:2015 |
| | | | | | | | | | | | ● | ● | | ● | ● | ● | | Programmierung, Langzeitlagerung, Langzeitkonservierung, Analytik Services, Werkstoffprüfung | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018, ISO/IEC 17025:2018 |
| 110 | ● | ● | Sensorik, IIoT, Komplettsysteme, Edge-KI | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | modellbasierte System-/Softwareentwicklung mit Code-/Dokumentengenerierung | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | | Prozess-/Anlagentechnik, Messsysteme, Automatisierung, Energie, Wasseraufbereitung, IIoT | ISO 9001 |
| >100 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | | | ISO 9001, ISO 14001, ISO 13485 |
| 320 | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | | ISO 9001 |
| ~20 | ● | ● | HW/SW, Embedded Software, Autosar/non-Autosar OS, EMV, Multi-Layer, Cybersecurity | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | | Press-Fit lokal, Coating/Lackierung (extern), Metall- und Kunststoffverarbeitung | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | Maschinenbau, Fahrzeugbau / Nutz- und Sonderfahrzeuge, Verkehrstechnik, Baumaschinen | ISO 9001:2015, IATF 16949:2016, TISAX Level 2, ASPICE Level 2, ISO 26262, ISO 21434 |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | | | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ISO 9001, ISO 14001 |
| 1000+ | ● | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ISO 9001, ISO 14001, ISO 13485, IATF 16949, ITAR |
| 500 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ISO 9001:2015 |
| 150 | ● | ● | Industrial Controls, IoT, Embedded Systems, Display- und Touch-Technik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Prototyping | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001, IATF 16949 |
| 250 | ● | ● | HMI, Bedienen und Anzeigen, Kommunikationstechnik | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001 |

# Electronic Manufacturing Services (EMS)

| **Dienstleister**, Internet-Adresse | Mitarbeiter | davon Entwicklung | davon Fertigung | Umsatz in Mio. Euro | Einkaufsvolumen in Mio. Euro | Hauptsitz | Produktionsstandorte: in Deutschland (Anzahl) | Produktionsstandorte: in Österreich (Anzahl) | Produktionsstandorte: in der Schweiz (Anzahl) | Produktionsstandorte: in anderen europäischen Ländern (Anzahl und Länder) | Produktionsstandorte: außerhalb Europas (Anzahl) | Produkttypen pro Jahr (Anzahl) | typische Losgrößen | Eigene Produkte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kontron / Katek - Electronics²**, www.kontron.com | | ›100 | | ›800 | | Linz | 11 | 2 | | 1 CZ, 1 BG, 3 HU, 1 SLO | 2 | ›5000 | 100-100.000 | SoM, HMI, SBC, Control Boards |
| **Kuttig Electronic**, www.kuttig.de | 85 | 5 | 63 | 9,8 | 5 | Roetgen bei Aachen | 1 | | | | | 350 | 1-10.000 | |
| **LACROIX**, www.lacroix-electronics.com | 2350 | | | 304 | | Nantes | 1 | | | 1 PL, 1 FR | 1 | | | |
| **Leiterplattencentrum Smyczek**, www.leiterplattencentrum.de | | | | | | | 1 | | | | | 160 | 100-100.000 | |
| **Lötknecht**, www.lötknecht.de (Umlautdomain) | 136 | 8 | 109 | 34 | 18 | Zwiesel | 2 | | | 1 CZ, 1 EST | 1 TW | 600 | 1-1000 | Industrieelektronik, Leistungselektronik |
| **Mair Elektronik**, www.mair-elektronik.de | 110 | | 75 | 13 | 8 | Schwaig | 2 | | | | | 500 | 1-10.000 | |
| **ml&s manufacturing**, logistics and services, www.mlands.com | 550 | | 230 | | | Greifswald | | | | | | ›2000 | | |
| **MTS Systemtechnik**, www.mts-systemtechnik.de | 45 | 6 | 6 | 4,5 | | Mertingen | 1 | | | | | | | |
| **Müller, Dr. Dietrich**, www.mueller-ahlhorn.com | 65 | 10 | 45 | ›5 | ‹2 | Ahlhorn | 4 | | | | 1 | 1000 | 1-25.000 | |
| **Mütron Müller**, www.muetron.de | 65 | 5 | 40 | 12 | 7 | Achim | 1 | | | 1 PL, 1 LTU | | 650 | 10-10.000 | |
| **NAP Automotive Produkte**, www.nap-tec.de | 75 | 7 | 55 | 13,5 | 8 | Pforzheim | 1 | | | | | 350 | 500 - ›100.000 | |
| **Novera Systemtechnik**, www.novera-gmbh.de | 9 | 4 | 3 | 0,9 | | Berlin | 3 | | | | | 35 | 10-500 | Ja |
| **Phoenix PHD**, www.phoenix-phd-gmbh.de | | | | | | | | | | | | | | |
| **PL Pro Layout**, www.pl-prolayout.de | 14 | 1 | 8 | 3 | 1,5 | Herford | 1 | | | | | 150 | 1-1500 | |
| **Polyrack Tech-Group**, www.polyrack.com | ›500 | 15 | 330 | 104 | | Straubenhardt | 6 | | | 1 BE, 1 GB | 1 USA, 1 CN | | 50-2500 | Gehäuseserien FreeTEC, FrameTEC, Magic, Railo (Hutschienengehäuse), EmbedTEC, Backplanes |
| **Prüfrex Innovative Power Products**, www.pruefrex.de | 280 | | | | | Cadolzburg | 3 | | | | | | | |
| **Q-technologies**, www.q-technologies.de | 10 | | | | | Heddesheim | | | | SK | | | 1 - 10.000 | |
| **Rausch, Ing. Ludwig**, www.rausch-gmbh.at | | | | | | | | | | | | | | |
| **Rawe Electronic**, www.rawe.de | 300 | 12 | 195 | 65 | 40 | Weiler im Allgäu | 3 | | 1 | | | 500 | 500-10.000 | |
| **Renn**, www.renn-gmbh.com | 26 | 3 | 19 | 3,6 | 1,2 | Sinsheim | 1 | | | | | ~200 | 1-100.000 | Prüfadapter, Kabelsätze, Vergussmodule |
| **Rohde & Schwarz Messgerätebau**, www.memmingen.rohde-schwarz.com | ~2000 | 450 | 1350 | ~3160 | | München | 2 | | | 1 CZ | 1 | ~2500 | 1-10.000 | ja |
| **rtg electronics**, www.rtg.de | 55 | 1 | 40 | 6,5 | | Holzwickede | 1 | | | | | | 50-5000 | |

| Anzahl der Kunden | Dienstleistungen | | | | | | | | | | | | | | | | | | Marktsegmente | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Elektronik-Entwicklung | Mechanik-Entwicklung | Technologische Schwerpunkte der Entwicklung | Layout-Erstellung | Materialbeschaffung | Prototypenfertigung | Fertigung SMD + THT | Conformal Coating: Lackieren / Beschichten | Vergießen | Montage | Testentwicklung | Testdurchführung | Kabelkonfektionierung | Reparatur-Service | Konsignationslager | Obsolescence Management | 3D-Druck | sonstiges | Medizinelektronik | Industrieelektronik | Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik | Messtechnik und Sensorik | Kommunikationstechnik | Automotive / Bahn / Transportation | Elektromobilität | Gebäudetechnik | Erneuerbare Energien | Luft- und Raumfahrt, Verteidigung | sonstige | Zertifizierungen |
| | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Pressfit, Pin Insertion, Supply Chain Risk Management, Kunststoffspritzguss | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | IATF 16949, EN 9100, ISO 13485, ISO 27001, ISO 50001, Apple MFI, Atex, UL |
| 150 | ● | ● | Mikrocontroller, High-Speed, HDI, EMC-konform | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | 3D-AOI, X-Ray, Flying-Probe-Test, Vakuumlöten | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001 |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001, IPC A10, ULZPVI2/ZPI8, IATF 16949, Part21G, Part145, ISO 13485 |
| | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| 57 | ● | ● | Industrieelektronik, Leistungselektronik | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | Elektronik auf Glas | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001, IATF 16949 |
| 80 | | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Technologie & Analytik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | Laser- und LED-Technik, Rework-Service | ISO 9001:2015, IPC-A-610, IPC-A-600 |
| | | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | ISO 9001, IATF 16949, ISO 14001, ISO 50001, ISO 27001, TISAX |
| | ● | ● | HF-Technik | ● | ● | ● | | | | ● | | | ● | | | | | | | ● | | ● | ● | | | | | ● | | |
| 1800 | | ● | | | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001, UL-Repackager |
| 150 | ● | ● | Kabelbäume | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | ISO 9001, VG95211, UL |
| 50 | ● | ● | Hochstrom, HMI, mobile Anwendung, Display Touch-Systeme, gedruckte Elektronik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 3D SPI, Ultraschallschweißen, Fertigung Faser-Optische Systeme, Nachseriengeschäft (After Sales) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | Agrartechnik, Telematik, Robotik | IATF 16949:2016, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 |
| 17 | ● | | Messsysteme, Steuerungen, CAN, Industrial Ethernet, RFID | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | | | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | Bergbau | ISO 9001, KBA |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | |
| 120 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | |
| ›2000 | ● | ● | Gehäusetechnik, Wärmesimulation, Moldflowanalyse (Füll- und Verzug), Integration von Elektronik | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Oberflächenbearbeitung durch Sieb- und Tampondruck, HD-Druck, Laserbeschriftung | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 3834 |
| | ● | | Embedded Steuerungs- und Regelungssysteme | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | ● | ● | HW & SW Entwicklung, Konstruktion, Herstellung, Lieferung in Serie | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | Powersports, Land- und Gartengeräte | ISO 9001, ISO 14001 |
| ›150 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ISO 9001:2015 |
| | ● | ● | | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | | | | ● | Prüfadapterbau | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| 50 | ● | | HMI, Software, Hardware, IoT, Power Electronics | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | Ultraschallschweißen, Bonding | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | Kitchen, Construction | IATF 16949, ISO 9001, ISO 14001 |
| 770 | ● | ● | Prüfdapter, Prüfanlagen | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | eigener Werkzeugbau | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | ● | | DIN 9001 |
| ›1000 | ● | ● | HF-Technik, Luft- und Raumfahrt, Mikroelektronik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | Mikroelektronik (verschiedene manuelle und automatisierte Prozesse für Kleben, Löten, Bonden) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ISO 9001, EN 9100, ISO 14001; AQAP 2110, 2310; EU-VO 748/2012, 1321/2014; DKD-Kalibrierlabor (DAkkS) |
| 50 | ● | | | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | ISO 9001:2015 |

# Electronic Manufacturing Services (EMS)

| **Dienstleister**, Internet-Adresse | Mitarbeiter | davon Entwicklung | davon Fertigung | Umsatz in Mio. Euro | Einkaufsvolumen in Mio. Euro | Hauptsitz | Produktionsstandorte: in Deutschland (Anzahl) | Produktionsstandorte: in Österreich (Anzahl) | Produktionsstandorte: in der Schweiz (Anzahl) | Produktionsstandorte: in anderen europäischen Ländern (Anzahl und Länder) | Produktionsstandorte: außerhalb Europas (Anzahl) | Produkttypen pro Jahr (Anzahl) | typische Losgrößen | Eigene Produkte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sanmina-SCI Germany**, www.sanmina.com | 40.000 | 2100 | 92% | 7120 | 4350 | San Jose, Kalifornien, USA | 1 | | | 8 | 56 | 3000 | 1-10.000 | |
| **Santox Gehäuse-Systeme**, www.santox.com | | | | | | | 1 | | | | | | 1-1.000 | |
| **Scheck Audio**, www.scheckaudio.com | 15 | 4 | 8 | | | Altlußheim | 1 | | | | | | 1-1000 | |
| **SE-Tec**, www.se-tec.com | 90 | 5 | 67 | 15,1 | 9,5 | Magdeburg | 1 | | | 1 RO | | 900 | 500-50.000 | |
| **SK-tronic**, www.sk-tronic.de | 45 | ex-tern | 30 | 10 | 4,8 | Magdala | 1 | | | | | 700 | 100-1000 | |
| **SOFTCOM Sp. z o.o.**, www.softcom.pl | 49 | 10 | 30 | 4,8 | 3,25 | Gdansk, Polen | | | | 1 PL | | 1047 | 1-30.000 | |
| **SyWiTec Bamberg & Monsees**, www.sywitec.de | | | | | | | | | | | | | | |
| **tecnotron elektronik**, www.tecnotron.de | 180 | 35 | 97 | 32 | 15,9 | Weißens-berg am Bodensee | 1 | | | | | 500 | 1-50.000 | |
| **TQ-Group**, www.tq-group.com | 2.100 | 314 | 887 | 507 | | Seefeld bei München | 9 | | | 1 HU, 1 SVN | 2 | | 1-10.000 | Embedded-CPU-Module, Antriebslösungen, Energiemanagement-lösungen, Luftfahrt-instrumente u.a. |
| **TSP systems**, www.bestuecker.de | 29 | 1 | 24 | 5,3 | 2,7 | Simmern im Hunsrück | 1 | | | | | >500 | 1-100.000 | |
| **vbe Kamm / vbe Elektronik**, www.vbe-ems.com | 75 | 3 | 60 | 14,4 | 8,6 | Ettlingen bei Karlsruhe | 3 | | | | | >60 | 3-100.000 | |
| **Vierling Production**, www.vierling.de | 90 | 13 | 60 | 13 | 7 | Eber-mannstadt | 1 | | | | | 500 | 50-20.000 | |
| **Voigt electronic**, www.voigt-electronic.de | 42 | | 23 | | | Erfurt | 1 | | | | | 150 | 10-10.000 | |
| **VTS-Elektronik**, www.vts-elektronik.de | 30 | 4 | 13 | | | Fürstenau | 1 | | | | | | 1-100.000 | |
| **Weptech elektronik**, www.weptech.de | 372 | 26 | 224 | 100 | 79 | Landau | 1 | | | | | 863 | 10.000-100.000 | Funkmodule, Sensoren, Gateways, Zähleradapter |
| **WesTest**, www.westest.de | | | | | | | 1 | | | | | | 1-5000 | |
| **Wirth, Werner**, www.wernerwirth.com | >150 | | | >18 | | Hamburg | | | | 1 LT, 1 TR | | | | |
| **Wöhr, Richard**, www.WoehrGmbH.de | | | | | | | 2 | | | | | | 50-50.000 | |
| **Zollner Elektronik**, www.zollner.de | 12.362 | 180 | 7831 | 2525,2 | 1473,2 | Zandt | 9 | | 1 | 2 HU, 2 RO | 12 | 25.000 | 1-2.000.000 | |

| Anzahl der Kunden | Dienstleistungen: Elektronik-Entwicklung | Mechanik-Entwicklung | Technologische Schwerpunkte der Entwicklung | Layout-Erstellung | Materialbeschaffung | Prototypenfertigung | Fertigung SMD + THT | Conformal Coating: Lackieren / Beschichten | Vergießen | Montage | Testentwicklung | Testdurchführung | Kabelkonfektionierung | Reparatur-Service | Konsignationslager | Obsolescence Management | 3D-Druck | sonstiges | Marktsegmente: Medizinelektronik | Industrieelektronik | Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik | Messtechnik und Sensorik | Kommunikationstechnik | Automotive / Bahn / Transportation | Elektromobilität | Gebäudetechnik | Erneuerbare Energien | Luft- und Raumfahrt, Verteidigung | sonstige | Zertifizierungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100+ | ● | ● | Mikroelektronik, RF-Opticals, Medizinelektronik | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Metallbau (Formen, Biegen, Schweißen), Kunststoff-spritzguss, Kabelkonfektion | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | AI Data Center System-integration und Herstel-lung, Cloud Computing | ISO 9001, IATF 16949, ISO 13485, AS 9100, AQAP 2110, NADCAP, TL 9000, FDA, MDSAP |
| 500 | | ● | | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | ● | ● | Audiotechnik | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | ● | | ● | ● | | | | | | | |
| 70 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 3D-AOI, Fully automated assembly cleaning, Laser processing | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001:2015 |
| 102 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | 3D-AOI/Röntgen, CT, Laminographie, Jetprinten Paste/Kleber, Rework, Vakuumdampfphase | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001:2015, ISO 13485 |
| 412 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | X-ray, AOI 3D, Waschen, Langfristige Aufträge | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Verteidigungsindustrie, Universitäten und Hoch-schulen, CERN, R&D | PN-EN ISO/IEC 27001:2017-06 und PN-EN ISO 9001:2015.; UL 94 V-o. Nr. UL SOFTCOM ISO 13485 (06.2026) |
| | ● | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | | ● | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | | |
| 100 | ● | ● | FPGA Firmware, Embedded Software, Analog/Digitale Schaltungen, Testsysteme, Mechanik Gehäuse | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | Reinraum ISO 6 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | EN 9100, ISO 13485, ISO 14001 |
| 600 | ● | ● | HF-Technik, Leistungselektronik, Messtechnik, Mikrocontroller-technik, System-entwicklung u.a. | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Schifffahrt, Optoelektronik, IoT, Agrartechnik | ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, EN ISO 13485, EN 9100, MDD, A-DOA, POA, MOA, DIN EN ISO/IEC 17025 |
| >40 | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | X-Ray / Röntgen | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | Robotik | ISO 9001:2015, IPC-A-610/F |
| <50 | ● | ● | FPGA, DSP, Leistungselektronik, Analog, Digital | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Bestückung in cavaties, IPC-J-STD001 Kl. 3, flex, starr-flex, Einpresstechnik, 01005 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Defence, Leistung-selektronik, Offshore, HF-Technik, ATEX-Baugruppen/Geräte | ISO 9001:2015; ISO 14001:2015, UL 796 E523977, IPC-J-STD 001-Kl. 3 |
| 30 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001 |
| 70 | | | | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | | | ● | | | Langzeitlagerung | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001:2015 |
| | ● | ● | Netzwerktechnik, Embedded-Module | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001 |
| 230 | ● | | Funktechnik, Smart Metering, NB-IoT, OMS, Mioty | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | ISO 9001, ISO 14001 |
| | ● | ● | Messtechnik, Kom-munikation, GUI, Bildverarbeitung, Motorsteuerungen | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | |
| | ● | ● | e-motion, e-bike, kundenspezifische Steckverbinder | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 14001 |
| 2000 | ● | ● | HMI, Bedienen und Anzeigen, Kom-munikationstechnik, Kapazitive Sensorik | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ISO 9001, ISO 13485, ISO 14001 |
| 500 | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | Halbleiter | ISO 9001, IATF 16949, ISO 13485, IRIS/ISO 22163, EN/AS/JISQ 9100, Nadcap, ISO 14001, ISO 50001, ISO 45001 |

# e kompakt

*Produktservice für Einkauf und Entwicklung*

## USB-3.1-Autofokus-Kameras



In vielen Bildverarbeitungs-Anwendungen ist es nicht immer möglich, einen konstanten Arbeitsabstand einzuhalten. Schwankungen in der Objekthöhe, Bewegungen oder systembedingte Gegebenheiten können bei Verwendung von Optiken mit festem Fokus schnell zu einer Beeinträchtigung der Bildqualität führen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, hat **The Imaging Source** die USB-3.1-Autofokuskamera-Familie »Aptiris« eingeführt, deren Mitglieder für konstant scharfe Bildgebung in dynamischen Umgebungen entwickelt sind. Die kompakten Kameras sind mit CMOS-Bildsensoren von onsemi und Sony ausgestattet, bieten einen USB-3.1-Typ-C-Anschluss und erreichen Bildwiederholungsraten von 19 Frames/s bis 74 Frames/s. Entwickelt sind sie für Branchen, in denen Klarheit unentbehrlich ist. (ak)

*The Imaging Source, www.theimagingsource.com*
*sales-eu@theimagingsource.com, Tel. 0421 335910*

## Kameramodul für multispektrale Bilderfassung

Das Kameramodul »VC MIPI IMX454« von **Vision Components** kombiniert den 2,13-Megapixel-Bildsensor IMX454 von Sony mit dem kompakten, industrietauglichen Design der VC-MIPI-Kameras. Die Pixel des Bildsensors sind mit acht Filtern für verschiedene Wellenlängen ausgestattet. Damit kann VC MIPI IMX454 multispektrale 2D-Bilddaten mit bis zu 41 Wellenlängen in einer einzigen Aufnahme erfassen. Das Kameramodul bietet eine Bildrate von bis zu 120 Frames/s bei 10-Bit-Auflösung. Erfassen lassen sich Bilddaten mit einer Wellenlänge von 450 nm bis 850 nm, in Schritten von 10 nm Auflösung. Dies ermöglicht hochauflösende Materialanalysen für Anwendungen in Landwirtschaft, Robotik, Medizin- und Umweltanalytik, für die Qualitätskontrolle, Klassifizierung und Sortierung. Das VC MIPI IMX454 ergänzt die kürzlich vorgestellte »VC MIPI Multiview Cam«. (ak)

*Vision Components, www.vision-components.com*
*sales@vision-components.com*
*Tel. 07243 2167-0*

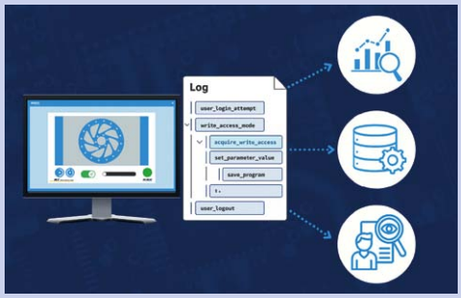
## Integration-Platform für Embedded Vision



Mit der Vision-Integration-Platform »phyVIP« lässt sich der Entwicklungsaufwand für Embedded-Vision-Projekte laut Hersteller **Phytec** um bis zu 70 Prozent verringern. Die kompakte Basisplatine vereint Arm-Prozessor, Kamera-Anbindung, Security-Funktionen und Industrieschnittstellen in einem einsatzfertigen Design. Das Besondere: Über ein separates Connector- und Expansion-Board lassen sich Steckverbinder und Sonderfunktionen individuell realisieren. Für anpassbare Rechenleistung ist das phyVIP-Basismodul wahlweise mit i.MX-8M-Plus- oder i.MX-95-Prozessor konfigurierbar. Für zusätzliche KI-Rechenleistung stehen Varianten mit den KI-Beschleunigerchips Hailo 8 mit 26 TOPS oder Kinara ARA-2 mit 40 TOPS zur Auswahl. Außerdem sind ein TPM-Baustein und weitere Sicherheitsfunktionen integriert. Die modulare Architektur ermöglicht auch ein späteres Upgrade des phyVIP-Moduls - ohne erneuten Entwicklungsaufwand für das Connector-Board. (ak)

*Phytec, www.phytec.de*
*contact@phytec.de, Tel. 06131 9221-0*

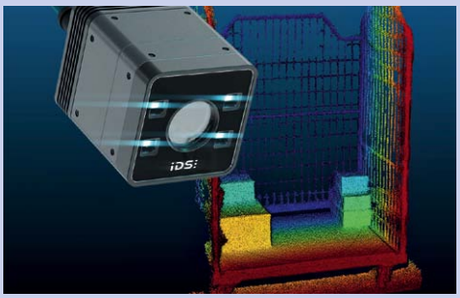
## »Merlic«-Framework in Neuauflage




**MVTec Software** hat am 26. März die Version 26.03 seines Machine-Vision-Frameworks »Merlic« veröffentlicht. Neben leistungsfähiger Machine-Vision-Algorithmik bietet Merlic Anwendern weitere Hilfestellungen, die darauf abzielen, Machine Vision als Technologie einfacher und effizienter nutzen zu können. Bei der Weiterentwicklung von Merlic hat MVTec in den letzten Jahren verstärkt in Schnittstellen zu PLCs und Features zur Verbesserung der Prozessstabilität investiert und dadurch Merlic als Machine-Vision-Framework positioniert. Das neue Feature »Frontend Observability« unterstützt Nutzer bei der Erstellung von Audit Trails, sprich: bei der Nachverfolgung und Dokumentation von Änderungen im Machine-Vision-System. (ak)

*MVTec Software, www.mvtec.com*
*info@mvtec.com, Tel. 089 457695-0*

## Kameratechniken für die Logistik




Die Kameratechniken von **IDS Imaging Development Systems** lassen sich auch in der (Intra-)Logistik nutzen und sorgen dort für Transparenz, Effizienz und Prozesssicherheit. Sie sind prädestiniert für Anwendungen wie dynamische Objekterkennung, präzise Abstandsmessungen und exakte Füllstandskontrollen. Industriekameras von IDS kommen zudem beim »Bin Picking«, bei der Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle oder in autonomen mobilen Robotern (AMR) zum Einsatz. Bei »Nion« beispielsweise handelt es sich um die erste vollständig selbst entwickelte und kosteneffiziente 3D-Kamera von IDS mit robuster ToF-Technik (Time-of-Flight). Sie liefert auch bei starkem Tageslicht stabile und detailreiche Tiefenbilder und eignet sich damit für zuverlässige dynamische Objekterkennung, präzise Abstandsmessungen und genaue Volumenbestimmungen. Die Monitoring-Kameras der Serie »uEye Live« bieten sich an für die transparente und effiziente Steuerung logistischer Abläufe mittels Live-Streaming. (ak)

*IDS Imaging Development Systems*
*www.ids-imaging.de, info@ids-imaging.com*
*Tel. 07134 96196-0*

## Contact-Image-Sensoren




**Rauscher Bildverarbeitung** hat sein Produktportfolio um die Contact-Image-Sensoren (CIS) von Insnex für industrielle Inspektionsaufgaben erweitert. Die aktuellen CIS-Modelle von Insnex integrieren Sensorarray, Stablinsenoptik, Beleuchtung und Signalverarbeitung in einem kompakten Modul. Dank schlanken Designs, telezentrischer Abbildung und integrierter Beleuchtung ermöglichen sie eine präzise Bildaufnahme bei geringem Arbeitsabstand. Typische Einsatzfelder sind industrielle Inline-Inspektionsaufgaben, Anwendungen in der Laborautomatisierung sowie Label- und Druckbildinspektion. Die CIS der neuen Generation von Insnex bieten eine 10GigE-Schnittstelle und bis zu 3600 DPI Auflösung. Die hohe Auflösung unterstützt zugleich ein optimiertes Stitching im Überlappungsbereich mehrerer Sensorzeilen. Durch zweireihige Sensorkonzepte und Echtzeit-Fusion entstehen homogene, nahtlose Bilddaten ohne Helligkeits- oder Grauwertunterschiede über die gesamte Sensorbreite. Das CIS-Portfolio von Insnex umfasst Monochrom- und Farbversionen mit Auflösungen von 300 DPI bis hin zur aktuellen Spitzentechnologie mit 3600 DPI. Je nach Sensortyp werden Zeilenraten von bis zu 200 kHz erreicht, die Sensorlängen liegen zwischen 35 mm und 2310 mm. Flexible Beleuchtungskonzepte mit bis zu vier Beleuchtungen, die direkt von der Kamera angesteuert werden, ermöglichen eine anwendungsspezifische Anpassung. (ak)

*Rauscher Bildverarbeitung, www.rauscher.de*
*info@rauscher.de, Tel. 08142 44841-0*

## IPC für die Bildverarbeitung



Der Industrie-PC »Synthera Vision-M« von **S.I.E System Industrie Electronic** ist ein performantes und kostengünstiges Bildverarbeitungssystem für Anwendungen wie industrielle Qualitätssicherung, Verkehrsleittechnik, Logistik oder Medizintechnik. Er beruht auf der S.I.E-Entwicklungsplattform »Synthera« und ermöglicht ein günstigeres Kosten/Nutzen-Verhältnis als ein individuell entwickelter IPC. Hierzu sind einige der Komponenten vorkonfiguriert, und die Anpassung des Vision-M an die Kundenwünsche erfolgt durch Erweiterungsmodule. Der Synthera Vision-M ist mit verschiedenen Prozessoren erhältlich. Die performanteren sind für die Version mit Lüfter vorgesehen; sparsame Prozessoren kommen in der passiv gekühlten Ausführung zum Einsatz. Im Vision-M stehen vier PCIe-Slots beispielsweise für Grafikkarten normaler Bauhöhe bereit. Alle Ausführungen des Vision-M verfügen über viele Schnittstellen, darunter neben den zwei DisplayPort- und zwei HDMI-Ausgängen des Motherboards acht USB-Anschlüsse (3.2 Gen 2) sowie vier 2,5-Gbit-Ethernet-LAN-Ports für einen schnellen Datentransfer vom und zum Bildverarbeitungssystem. (ak)

*S.I.E System Industrie Electronic, www.sie.at*
*info@sie.at, +43 55 7789900*

## Embedded-Vision-Plattform mit FPGA und GPU



Die Embedded-Vision-Plattform von **hema electronic** unterstützt ab sofort System-on-Modules mit KI-Recheneinheiten, ergänzend zu FPGA-basierten Modulen. Mit der hybriden Architektur entstehen leistungsfähige individuelle Elektroniken für Signaldatenverarbeitung, Sensorfusion und Videodaten-Management. Die Elektroniken eignen sich für Anwendungen in Industrie, Medizintechnik und Verteidigung, die hohe Anforderungen an Ultra-Low-Latency-Datenverarbeitung, Funktionalität, Robustheit und Langzeitverfügbarkeit stellen. Dafür integriert das Unternehmen in seine Elektroniken eines oder mehrere FPGA-basierte System-on-Modules und künftig auch GPUs und andere KI-Beschleuniger. Durch die hybride Architektur lassen sich die Vorteile von FPGAs, etwa für die Echtzeit-Datenverarbeitung, sinnvoll mit KI-Fähigkeiten kombinieren. Das Ergebnis sind leistungsstarke, energieeffiziente Lösungen, die schnelle und präzise Entscheidungen sowie Zuverlässigkeit für den Einsatz in sicherheitskritischen Bereichen ermöglichen – unter Nutzung von klassischen Algorithmen und von KI. (ak)

*hema electronic, www.hema.de*
*info@hema.de, Tel. 07361 9495-0*

# Bildverarbeitungs-Hardware

| | Der Anbieter ist | | Beleuchtungen | | | | | | | | Optiken | | | | | Kameras | | | | | | | | | | | | | | | | Em-bedded Vision | | Framegrabber für | | Zubehör | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hersteller | Distributor | LED-Beleuchtungen | koaxiale Beleuchtungen | Kaltlichtquellen | Hochfrequenz-Beleuchtungen | Halogen-Beleuchtungen | Strobe-Beleuchtungen | strukturierte Bel. für 3D-Aufnahmen | sonstige | Universalobjektive | telezentrische (Mess-)Objektive | Makroobjektive | Systemobjektive | motorische Objektive | sonstige | Flächenkameras | Zeilenkameras | Progressive-Scan-Kameras | Hochgeschwindigkeits-Kameras | Intelligente / Smart Cameras | Vision-Sensoren | 3D-Sensoren / 3D-Kameras | Polarisationskameras | Hyperspektralkameras | Mehrsensorkameras | abgesetztem Sensorkopf | Thermografiekameras | Infrarotkameras | Röntgenkameras | sonstige | Bildverarbeitungs-PCs | Processing Boards | Kamera- / Bildsensormodule | Board-Level-Kameras | sonstiges | digitale Schnittstellen | analoge Schnittstellen | Kabel | optische Leiter | Trigger-Boxen | I/O-Optokoppler | Diagnostik | Ansteuerung f. motor. Objektive | Kameragehäuse | sonstiges | Anbieter ist als Systemintegrator tätig |
| **AIT Goehner**, www.AIT.de (Baumer, Bosch, Cognex, Effilux, LMI Gocator, SensoPart) | | x | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| **AMC Analytik & Messtechnik**, www.amc-systeme.de (Advantech) | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | ● | ● | | | | | | | |
| **APdate card solutions**, www.apdate.de (Innodisk) | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | ● | | | | | | | | | |
| **Arrow Central Europe**, www.arrow.com (Basler, Leopard Imaging, Adlink Technology, Appleye, onsemi, AMS Osram, STMicroelectronics) | | x | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | |
| **Bi-Ber Engineering**, www.bilderkennung.de | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● |
| **Compar**, www.compar.ch (Epson, Cognex, WHEC, Rainbow Robotics) | | x | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| **CoSynth**, www.cosynth.com | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | ● |
| **DigiKey Electronics Germany**, www.digikey.de (insgesamt mehr als 3000 Hersteller im Sortiment) | | x | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| **EFCO Electronics**, www.efcotec.de | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | ● | | | | | | | | ● | |
| **EHD imaging**, www.ehd.de (Fingerlakes Instrumentation, Computar, Kowa) | | x | ● | ● | | | | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | ● | ● | | | ● | | ● | | | | | | | | ● | | | | ● | ● |
| **EMC electro mechanical components**, www.emc.de (E-tec, Ironwood Electronics, Sauro) | | x | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | ● | | | | ● | ● | | | ● | |
| **Eureca Messtechnik**, www.eureca.de | x | | ● | | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | ● | ● | | | ● | |
| **evotron**, www.evotron-gmbh.de | x | | ● | | | | | ● | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | |
| **EVT Eye Vision Technology**, www.evt-web.com | x | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| **HaSoTec Hardware & Software Technology**, www.hasotec.com | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| **hema electronic**, www.hema.de | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | | | | | | | | | | ● | ● |
| **Hy-Line Technology**, www.hy-line-group.com | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | ● |
| **IDS Imaging Development Systems**, www.ids-imaging.com | x | | | | | | | | | | ● | | ● | | | ● | | | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | | ● | | ● | ● | | | ● | | | | | | |
| **InoNet Computer**, www.inonet.com | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | ● |
| **IS Imaging Solutions**, www.imaging-solutions.de (IDT Integrated Design Tools, Norpix) | | x | ● | ● | ● | ● | | ● | | | ● | | ● | ● | ● | | | | | ● | | | | | ● | | | | | | | ● | | | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● |
| **KM-Gehäusetech**, www.km-gehaeusetech.de | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | |
| **Math & Tech Engineering**, www.mathtech.eu | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● |
| **Neumüller Elektronik**, www.neumueller.com (Espros Photonics, Seoul Semiconductor, Bridgelux, Optek Technology) | | x | ● | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | ● | | | | | | | | | ● | | | | | ● | ● | | ● | | | |
| **Nexus Components**, www.nexus-de.com | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | ● | |
| **Opto**, www.opto.de | x | | ● | ● | | | | | | | ● | ● | ● | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **PHYTEC Messtechnik**, www.phytec.de | x | | | | | | | | | | ● | | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | | | | ● |
| RAUSCHER Bildverarbeitung<br>**Rauscher Bildverarbeitung**, www.rauscher.de (Basler, Zebra, Insnex, iCore, Vieworks, Advanced Illumination, MBJ Imaging, Kowa, MidOpt, Pleora u.a.) | | x | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | ● | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | | | ● | ● | ● | | |
| **Santox Gehäuse-Systeme**, www.santox.com | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | ● | | |
| **SE Spezial-Electronic**, www.spezial.com (Innodisk) | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | |
| sie<br>**S.I.E System Industrie Electronic**, www.sie.at | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | ● |
| **Texim Europe**, www.texim-europe.com (Aaeon Technology, Avalue Technology, Axelera.ai, InnoDisk, TechNexion) | | x | | | | | | | | | ● | | | ● | | ● | ● | | | | | ● | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● |
| **TQ-Group**, www.tq-group.com | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | |
| **Transfer Multisort Elektronik**, www.tme.eu (Omron, Sick) | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Turck**, www.turck.com | x | | ● | ● | ● | | | ● | | ● | ● | | | | | | | | | | ● | ● | | | | | | | | | ● | | | | | ● | | ● | | | ● | | |
| **VIA optronics**, www.via-optronics.com | x | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | ● | ● | ● | | | | | | | | ● | | ● | | | | | | | | | |
| **Vision & Control**, www.vision-control.com | x | | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | ● | | | ● | | | | ● | ● | | | | | ● | | ● | | | ● | |
| **Vision Components**, www.vision-components.com | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | ● | | | | | | | | | ● | ● | | | | | ● | | | | | |
| **Wöhr, Richard**, www.WoehrGmbH.de | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | ● | | |

# IMPRESSUM

**Director Content Electronics:** Dr. Ingo Kuss
**Redaktionsteam:** Heinz Arnold, Stellvertretender Chefredakteur (ha), Caspar Grote, Produktmanager Events (cg), Engelbert Hopf, Chefreporter (eg), Ute Häußler, Ltd. Red. (uh), Irina Hübner (ih), Andreas Knoll, Ltd. Red. (ak), Dr. Ingo Kuss, Chefredakteur, verantwortlich für den Inhalt im Sinne des Presserechts (ku), Corinna Puhlmann-Hespen (cp), Corinne Schindlbeck, Ltd. Red. (sc), Iris Stroh, Ltd. Red. (st), Nicole Wörner (nw), Karin Zühlke, Ltd. Red. (zü)
Die Ressortverteilung entnehmen Sie bitte der Internetseite elektroniknet.de/electronics-redaktion
**Redaktionsassistenz:** Alexandra Chromy (ac)
**Layoutteam:** Wolfgang Bachmaier (Ltg.), Alexander Zach
So erreichen Sie die Redaktion: Tel.: 089 25556-1317 Redaktion@markt-technik.de

**Sales Director Electronics:** Carolin Schlüter
**Sales Director New Electronics:** Christian Stadler
**Regional Sales Managers:** Burkhard Bock, Malina Colombo, Martina Greulich, Tanja Lewin
**Assistenz:** Rosi Böhm
**Anzeigenverwaltung und Disposition:** Jeanette Blaukat, Stefan Buchner (Ltg.)
**Auslandsrepräsentanzen (Foreign Representations):**
**USA:** Véronique Lamarque, E&Tech Media, llc, 80 Kendrick Street, Brighton, MA 02135, Phone/Fax: +1 860-536-6677, E-Mail: veroniquelamarque@gmail.com, Skype: E&Tech Media
**China:** Judy Wang, Worldwide Focus Media Co., Ltd., Unit 17, 9/F Tower A, New Mandarin Plaza, No.14 Science Museum Road, Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong, Tel.: +852-30780826, E-Mail: Judywang2000@vip.126.com
**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste vom 1. Januar 2026
So erreichen Sie die Anzeigenabteilung: Tel.: 089 25556-1307 media@markt-technik.de
www.elektroniknet.de/media

**Bestell- und Abonnement-Service:**
Componeers GmbH, c/o Zenit Pressevertrieb GmbH, Postfach 810640, 70523 Stuttgart
Tel.: 0711 82651-210, Fax: 0711 82651-333, E-Mail: abo@componeers.net
Erscheinungsweise: 47 Ausgaben

| | |
|---|---|
| Jahresabonnement Print Inland | 275,00 €, inkl. der aktuellen MwSt. |
| Jahresabonnement Print Ausland | 318,35 € inkl. der aktuellen MwSt. |
| Einzelausgabe Print | 6,00 € inkl. der aktuellen MwSt., zzgl. 3,00 Euro Versandkosten |
| Jahresbezug digitales E-Paper (Inland/Ausland) | 99,99 € inkl. der aktuellen MwSt., ohne Versandkosten |
| Einzelausgabe digitales E-Paper | 3,99 € inkl. der aktuellen MwSt., ohne Versandkosten (Inland/Ausland) |

PVSt B2648

**Druck:** Vogel Druck und Medienservice GmbH, Leibnizstr 5, 97204 Höchberg
**Urheberrecht:** Alle in „Markt&Technik – Die unabhängige Wochenzeitung für Elektronik" erschienenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen, gleich welcher Art, ob Fotokopie, Mikrofilm oder Erfassung in Datenverarbeitungsanlagen, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags. Aus der Veröffentlichung kann nicht geschlossen werden, dass die beschriebene Lösung oder verwendete Bezeichnung frei von gewerblichen Schutzrechten sind.
Haftung: Für den Fall, dass in „Markt&Technik – Die unabhängige Wochenzeitung für Elektronik" unzutreffende Informationen oder in veröffentlichten Programmen oder Schaltungen Fehler enthalten sein sollten, kommt eine Haftung nur bei grober Fahrlässigkeit des Verlags oder seiner Mitarbeiter in Betracht.
**Geschäftsführer:** Matthäus Hose
© 2026 Componeers GmbH
Anschrift für Verlag, Redaktion, Vertrieb, Anzeigenverwaltung und alle Verantwortlichen:
Componeers GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar
Tel. 089 25556-1000, www.componeers.net

WISSEN, WAS ZÄHLT
Geprüfte Auflage
Klare Basis für den Werbemarkt

Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW), Bad Godesberg

# INSERENTENVERZEICHNIS


| | | |
|---|---|---|
| Becker & Müller Schaltungsdruck GmbH | www.becker-mueller.de | 27, 28 |
| Componeers GmbH | www.componeers.net | 49, 52 |
| dataTec AG | www.datatec.eu | 17 |
| Deutsche Messe AG | www.messe.de | 6 |
| DigiKey | www.digikey.com | 2 |
| GUDECO Elektronik Handelsgesellschaft mbH | www.gudeco.de | 29 |
| HEITEC AG | www.heitec-elektronik.de | 28 |
| ODU GmbH & Co. KG | www.odu.de | 3 |
| photocad GmbH & Co. KG | www.photocad.de | 28, 33 |
| REINHARDT System und Messelectronic GmbH | www.reinhardt-testsystem.de | 19 |
| SPEA GmbH | www.spea.com | 25 |
| System-D GmbH | https://www.system-d.de/ | 15 |
| tecnotron elektronik GmbH | www.tecnotron.de | 28 |
| TQ-Systems GmbH | www.tq-group.com | 28, 31 |
| WIBU-SYSTEMS AG | www.wibu.de | 9 |
| Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG | www.we-online.de | 7 |





Jetzt Aussteller werden!

**Themenschwerpunkte:**
- Vorgaben und Regelungen des CRA im Detail
- Rechtliche Aspekte, deren Konsequenzen und mögliche Strafen
- Forderungen & Auswirkungen von NIS2 und RED
- Konformitätsbewertung: Verfahren und Module
- Konkrete CRA-Umsetzung: How-to

**Zielgruppe:**
Entwickler von Embedded Systemen, Entscheider im Bereich Hard- und Softwareauswahl, Prüfspezialisten und Qualitätssischerer, Projektleiter, Produktverantwortliche

**cyber-resilience-act-summit.de**

Alle Infos zur Veranstaltung

**Aussteller & Partner:**
(Stand 03/2026)

emlix embedded linux systems
Fraunhofer AISEC
secunet
OSADL

Powered by:
Markt&Technik
Presented by:
componeers

# Werden auch Sie Premiumanbieter!

Aaronn Electronic GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/aaronn-electronic-gmbh.1046339/index.html

ADKOM Elektronik GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/adkom-elektronik-gmbh.1044464/index.html

Avnet Abacus
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/avnet-abacus.8891853/index.html

bytesatwork
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/bytesatwork.39034142/index.html

DISPLAY ELEKTRONIK GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/display-elektronik-gmbh.13536/index.html

EBV Elektronik GmbH & Co. KG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/ebv-elektronik-gmbh-co-kg.1000056/index.html

Elektrosil GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/elektrosil-gmbh.1000057/index.html

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/dr-fritz-faulhaber-gmbh-co-kg-antriebssysteme.1014441/index.html

F&S Elektronik Systeme GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/f-s-elektronik-systeme-gmbh.8822306/index.html

Georg Schlegel GmbH & Co. KG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/georg-schlegel-gmbh-co-kg.1013404/index.html

GLYN GmbH & Co. KG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/glyn-gmbh-co-kg.16319/index.html

GUDECO Elektronik Handelsgesellschaft mbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/gudeco-elektronik-handelsgesellschaft-mbh.1014943/index.html

HEITEC AG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/heitec-ag.39058316/index.html

Hitex GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/hitex-gmbh.1001233/index.html

ISABELLENHÜTTE Heusler GmbH & Co. KG
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/isabellenhuette-heusler-gmbh-co-kg.1014504/produktspektrum.html

JAUCH QUARTZ GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/jauch-quartz-gmbh.1000452/index.html

Karl Kruse GmbH & CO KG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/karl-kruse-gmbh-co-kg.106394/index.html

Kingbright Electronic Europe GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/kingbright-electronic-europe-gmbh.9033326/index.html

KOA Europe GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/koa-europe-gmbh.1052199/index.html

LEE Hydraulische Miniaturkomponenten GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/lee-hydraulische-miniaturkomponenten-gmbh.39061042/index.html

MACNICA ATD Europe GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/macnica-atd-europe-gmbh-vorher-macnica-gmbh.8912793/index.htm

Memphis Electronic
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/memphis-electronic.1037735/index.html

MEV Elektronik Service GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/mev-elektronik-service-gmbh.21440/index.html

MPS Monolithic Power
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/mps-monolithic-power.39309743/index.html

N&H Technology GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/n-h-technology-gmbh.8829676/index.html

Parasoft
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/parasoft.39272061/index.html

PEAK-System Technik GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/peak-system-technik-gmbh.1051441/index.html

PETERMANN-TECHNIK GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/petermann-technik-gmbh.1057204/index.html

PHYTEC Meßtechnik GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/phytec-messtechnik-gmbh.1003540/index.html

Recom Power GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/recom-power-gmbh.39062895/index.html

Schukat electronic Vertriebs GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/schukat-electronic-vertriebs-gmbh.1000604/index.html

SCHURTER
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/schurter.1046530/index.html

SIGLENT TECHNOLOGIES GERMANY GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/siglent-technologies-germany-gmbh.39263702/index.html

SPEA GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/spea-gmbh.1000586/index.html

Swissbit AG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/swissbit-ag.8882395/index.html

Tektronix GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/tektronix-gmbh.100597/index.html

TDK-Lambda Europe GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/tdk-lambda-europe-gmbh.1000494/index.html

TRACO ELECTRONIC GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/traco-electronic-gmbh.8821013/index.html

Verifysoft Technology GmbH
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/verifysoft-technology-gmbh.8871121/index.html

Vision Components GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/vision-components-gmbh.1057560/index.html

weisbauer elektronik GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/weisbauer-elektronik-gmbh.1000441/index.html

WIBU-SYSTEMS AG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/wibu-systems-ag.1033771/index.html

Willert Software Tools GmbH
https://www.elektroniknet.de/anbieterkompass/willert-software-tools-gmbh.1047009/index.html

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
www.elektroniknet.de/anbieterkompass/wuerth-elektronik-eisos-gmbh-co-kg.8857146/index.html

**Kontakt: Christian Stadler | Projektkoordinator New Business | Tel. 089 25556-1375**
**E-Mail: cstadler@componeers.net | matchmaker.elektroniknet.de**

# Night of Electronics

7. Mai 2026

Deutsches Jagd- und Fischereimuseum in München

**Mehr als nur ein Networking-Event**

Von CEOs bis hin zu Forschenden – es treffen sich das Who's Who der Elektronikwelt mit Vertretern aus Politik und Wissenschaft.

**Verleihung der renommierten Preise**

Markt & Technik-Manager des Jahres und Elektronik-Distributor des Jahres

**Hier dürfen Sie nicht fehlen!**

Werden Sie noch heute Partner und prägen Sie die Zukunft der Elektronikbranche maßgeblich mit.

**Alle Infos zur Veranstaltung**

TDK · Bürklin · RECOM

MOUSER ELECTRONICS · Ambulantes Kinderhospiz München · NÜRNBERG MESSE · Sponsor DigiKey

Powered by Elektronik · elektroniknet.de · Markt&Technik · Elektronik medical · Elektronik automotive

Stand 03 | 2026