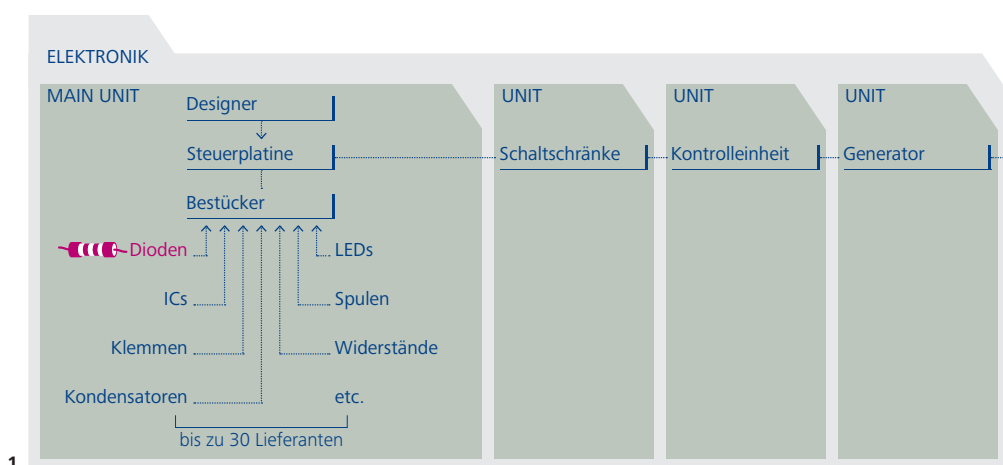


Fehlersuche – erfolgreich

Klein, aber keineswegs unwesentlich: Defekte elektronischer Bauteile können nicht nur Computeranlagen, sondern ganze Verkehrssysteme und Kraftwerke ausfallen lassen und dadurch enorme Kosten provozieren. Die Fehlersuche ist meist schwierig, vor allem, wenn die Bauteile keine Fabrikationsmängel aufweisen. Fachleute der Empa agieren für die Industrie als Detektive und betreiben Ursachenforschung auf höchstem Niveau.

TEXT: Martina Peter



In einem komplexen elektronischen System müssen Abertausende von Komponenten und Modulen reibungslos zusammenspielen. Kommt es zu Systemausfällen, können fast unendlich viele Fehler dafür verantwortlich sein; nur schon für einen einzigen Mikrochip sind rund 400 Fehlerklassen definiert. Wie also die sprichwörtliche Nadel im Heuhaufen finden, wenn – wie kürzlich in einem Windkraftwerk – aus unersichtlichem Grund einwandfreie Dioden regelmäßig ausfallen?

Eine Aufgabe so recht nach dem Geschmack von Empa-Forscher Peter Jacob, der zusammen mit anderen Fachleuten für Mikroelektronik mit kriminalistischem Spürsinn derartige Ausfälle untersucht, Schwachstellen in Bauteilen, im Schaltdesign und in der Anwendung offenlegt und dabei mitunter überraschende Ergebnisse an den Tag fördert. Das Team aus der Abteilung «Elektronik/Messtechnik» funktio-

niert wie eine «Facharzt-Gemeinschaftspraxis». «Patienten» des Zentrums für Zuverlässigkeitstechnik (ZTT) sind Bauelemente und Module aus der Leistungs-, Mikro- und Optoelektronik. «Zu uns kommen Industriekunden, die häufig mit dem Schlimmsten rechnen», so Jacob. Denn manche hätten bei einem Ausfall ihrer Systeme hohe Folgekosten zu befürchten.

Wie ein Arzt führen die Empa-Fachleute zunächst ein Diagnosegespräch: Etwa wie die Verschaltung in der Anwendung ausgelegt ist, wer die Module liefert oder wie lange das Bauteil schon im Einsatz ist. Im Falle des Windkraftwerks zeigten allerdings weder die Bauelemente Fabrikationsfehler noch wiesen die Schaltpläne Mängel auf. Trotzdem fielen stets an derselben Stelle in einem Modul mit integriertem Gleichrichter kleine Dioden aus. Redundanzen – eine Art Ersatzsystem, das bei Betriebsstörungen «einspringt» – verhindern,

dass die übergeordnete Komponente, in diesem Fall die Generatorsteuerung, in Mitleidenschaft gezogen wird. Doch die ständig notwendigen Reparaturen erwiesen sich im abgelegenen Windkraftwerk als ausserordentlich zeitaufwändig und teuer. Höchste Zeit also, die Empa-Fachleute mit der Suche nach dem wirklichen Grund für den Ausfall zu beauftragen.

Detektivische Kleinarbeit

Eine technische Anlage wie ein Windkraftwerk zu bauen, ist fast so kompliziert wie die darin enthaltenen Regel- und Steuerungssysteme. Ein Zulieferer stellt Turm und Windrad auf, ein anderer entwickelt die benötigten Regelungssysteme – die wiederum unzählige Elektronikkomponenten weiterer Hersteller enthalten und schliesslich von einem weiteren Partner in der Fertigungskette zur Gesamtsteuerung zusammengesetzt werden. 30 oder mehr

beendet



1
Guter Durchblick ist gefragt: In einem komplexen System liegt der Grund für einen Ausfall manchmal nicht sofort auf der Hand. Hier verursachte die elektrostatische Belastung des Rotors immer wieder einen Ausfall von Dioden in der Steuerplatine. (Grafik: André Niederer)

2
In abgelegenen Einsatzorten können Reparaturen von defekten Elektronikbauteilen aufwändig und teuer werden. (Foto: Beatrice Huber)

Gebäude/Turm | Mechanik | Rotor



beteiligte Lieferanten sind keine Seltenheit. Das ergibt zahlreiche Schnittstellen, und an jeder können sich Fehler einschleichen.

Wenn Peter Jacob oder einer seiner Kollegen ausgefallene Bauteile und Module physikalisch analysieren will, steht ein in der Schweiz nahezu einzigartiges Arsenal an Untersuchungsgeräten und Manipulationsverfahren für Mikrostrukturen zur Verfügung. Zunächst versuchen sie im Bauelement den Fehler zu orten – meist sind das fingernagelgrosse Mikrochips mit Millionen von Transistoren. Bleibt dies erfolglos, machen sie sich an die Systemanalyse. «Manchmal sind es gerade die scheinbar unwichtigen, eher zufälligen Details, die uns auf die richtige Spur führen», erläutert Jacob.

Im Fall des Windkraftwerks brachten ihn erneute Gespräche mit den betreuenden Technikern auf des Rätsels Lösung. Sie berichteten Jacob von anderen, in ihren

Augen nebensächlichen Beobachtungen bei der Rotorerdung und lieferten dem Empa-«Fahnder» dadurch das noch fehlende Puzzleteil: Es war die elektrostatische Aufladung des Windrads, die auf die Welle einwirkte und damit indirekt den Ausfall der Dioden herbeiführte. Ein grosser Rotordurchmesser verursacht hohe elektrostatische Spannungen auf der Rotorachse. Ist diese nicht richtig geerdet, springen immer wieder winzige Funken über, die über die Leitungsführungen als Spannungsimpulse in die Elektronik eingekoppelt werden. Diese machten den Dioden schliesslich vorzeitig den Garaus.

Das Rezept lautete also: korrekte Erdung herstellen, die Leitungsführung optimieren, um Störsignale mit hohen Impulsen aus Nachbarleitungen zu vermeiden, und an einigen Stellen zusätzliche Schutzelemente in die Schaltung einbauen. Und schon war der Spuk vorbei. //

Zentrum für Zuverlässigkeitstechnik (ZZT) der Empa

Industriepartner finden an der Empa Fachleute, die ihnen helfen, komplexe Qualitäts- und Zuverlässigkeitsfragen hinsichtlich Materialien, Bauteilen, Geräten und Systemen zu beantworten. Dabei kommen Geräte und Methoden wie Ionenfeinstrahlanlagen (Focused Ion Beam, FIB), Raster- und Transmissionselektronenmikroskope, spezielle Präparations- und Schleifmaschinen sowie Emissionsmikroskope, thermische Laserstimulation oder Infrarot-Thermografie zum Einsatz. Zahlreiche Firmenkunden – vor allem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – haben sich dem «Industriepool» angeschlossen, über den sie bei Bedarf auf die Hilfe des ZZT sowie eines weiteren Empa-Analysezentrums, dem ZZfP (Zentrum für zerstörungsfreie Prüfungen), zurückgreifen können.

www.empa.ch/abt173