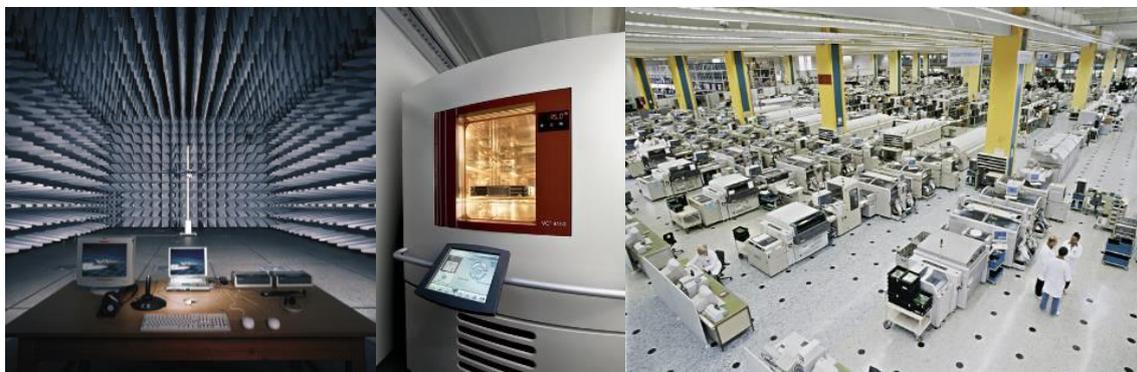


## Was macht Mainboards industrietauglich?

### Inhalt

Die Einsatzgebiete für Industrie-PCs sind äußerst vielseitig - genauso umfangreich stellen sich daher auch die Anforderungen an diese Geräte dar. Ob in der Steuerung von Robotern oder CNC-Maschinen, in der Automobilfertigung, bei Bank- und Spielautomaten oder digitalen Werbeanzeigen (Digital Signage): Jede Art der kommerziellen Nutzung verlangt nach höchster Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des PCs bei Dauerbetrieb (24/7), unter erweiterten Temperaturbereichen (z.B. 0°C – 50°C), bei Erschütterung und Vibration sowie beim Einsatz in elektrischen Störfeldern oder auch im Zusammenspiel mit störungsempfindlichen Apparaturen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Industrietauglichkeit eines PCs leistet das Mainboard. Als führender europäischer Mainboard-Hersteller mit einem Jahresvolumen von ca. 2,5 Mio Boards ist sich Fujitsu Technology Solutions (FTS) dessen bewusst. Deshalb werden - beginnend von Produkt-Definition und Entwicklung bis hin zur Produktion - alle relevanten Einflussfaktoren akribisch genau berücksichtigt. Neben der Resistenz gegen Umwelteinflüsse (Temperatur, Schock, Vibration, Staub, Feuchtigkeit etc.) und betriebsbedingte Stressfaktoren (Dauerbetrieb, Volllast oder Lastwechsel) spielen auch Faktoren wie langfristige Verfügbarkeit sowie stabile Revisionsstände eine wichtige Rolle. Mit seinen neuen Modellen D3313-S (Mini-ITX), D3231-S ( $\mu$ ATX) und D3236-S (ATX) deckt Fujitsu Technology Solutions diese Anforderungen ab. Die Konzentration auf diese drei Modelle sowie die Massenproduktion von Mainboards für PC-Systeme und Server resultiert in einer sehr hohen Produktqualität (Produktion & Produktreife) sowie erstaunlich kostengünstigen Lösungen.



Entwicklung & Design



Mini ITX Industrie Mainboard D3003-S

Vergleicht man Mainboards aus europäischer Fertigung mit Produkten aus Asien, sind auf den ersten Blick keine allzu großen Unterschiede ersichtlich. Formfaktor und Schnittstellen sind überwiegend genormt. Doch bei näherem Hinsehen werden die Unterschiede deutlich. Zählt man beispielsweise die Anzahl der verwendeten Bauteile, ist erkennbar, dass auf Mainboards „Made in Germany“ bis zu 20 Prozent weniger Komponenten verbaut werden und zusätzlich der Automatisierungsgrad um ca. 6 bis 10 Prozent höher ist. Eine geringere Anzahl an Komponenten und somit Lötstellen - welche durch eine erhöhte Bauteil-Integration erzielt werden - sowie ein höherer

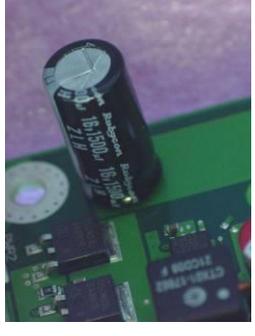
Automatisierungsgrad ergeben eine erheblich bessere Fertigungsqualität und Industrietauglichkeit.

Auch bei der Auswahl der Bauteile wird großer Wert auf Zuverlässigkeit gelegt. Damit der Industrie-PC auch bei Umgebungstemperaturen von bis zu 50°C im Dauerbetrieb zuverlässig seine Dienste verrichtet, muss das Mainboard für mindestens bis zu 60°C dimensioniert sein. Gerade Kondensatoren sind äußerst empfindlich gegen erhöhte Temperaturen. Hier sind bei der Bauteilerauswahl eine Berechnung der zu erwarteten Betriebsverhältnisse und eine Überprüfung in der Anwendung erforderlich. Bewährt hat sich der Einsatz von neuen Technologien wie z.B. Feststoff, Polymer und Elektrolyt. Durch ihre niedrige Impedanz lassen die Polymer-Kondensatoren eine höhere Wechselstrombelastung zu, bzw. erzeugen eine geringere Bauteil-Eigenerwärmung, was sich positiv auf ihre Brauchbarkeitsdauer auswirkt. Zum Ablauf der Brauchbarkeitsdauer weichen die technischen Werte (v. a. Kapazität und Leckstrom) des Kondensators von einem spezifizierten Wertebereich ab. Ein vollständiger Ausfall ist dabei aber eher selten. Bereits beim Mainboard-Design werden diese Randbedingungen durch eine ausreichende Dimensionierung berücksichtigt.

Sind aus technischen Gründen Elektrolyt Kondensatoren erforderlich, werden generell 105°C-Longlife-Typen mit ≥ 5.000h bis zu 10.000h Brauchbarkeitsdauer verwendet. Technische Aspekte sind hierbei z.B. eine mangelnde Verfügbarkeit von Polymer-Elektrolyt-Kondensatoren mit höheren Kapazitäten und Spannungswerten (derzeit max. 470µF bei 16V oder 2700µF bei 2.5V).

	$Lx = Lo * 10^{\left(\frac{to-tx}{20}\right)}$ <p>Ermittlung der Gebrauchsdauer von Polymer Elektrolyt Kondensatoren in Abhängigkeit der produktspezifischen Daten und der Bauteiletemperatur im Betrieb</p>
<p>Polymer Elektrolyt Kondensatoren</p>	<p>Brauchbarkeitsdauer Lx , tx = Bauteil Temperatur im Betrieb; Lo = 2.000h ; to = 105°C</p>

Auch Controller-Bausteine sind empfindlich gegen erhöhte Temperaturen. So führt bereits eine Erhöhung der Bauteiltemperatur um 10K zu einer Halbierung der Meantime-to-Failure (MTTF). Eine ausreichende Kühlung durch Ergänzung von ausreichend dimensionierten Kühlkörpern ist zwingend erforderlich.

	$L_x = L_o * 2^{\left(\frac{t_o - t_x}{10}\right)}$ <p>Ermittlung der Gebrauchsdauer von Aluminium Elektrolyt Kondensatoren in Abhängigkeit der produktspezifischen Daten und der Bauteiltemperatur im Betrieb</p>
Aluminium Longlife Kondensator	Brauchbarkeitsdauer Lx , tx = Bauteil Temperatur im Betrieb; Lo = 5.000h/6.000h/8.000h/10.000h; to = 105°C

Reliability Test (HTOL)				MTTF (Field)	
Vdd	Tj	Duration	Result	Tj	1.5V
1.8V	125C	1000 hours	No fail (0/45)	50C	18,615,911
				60C	8,749,720
				70C	4,297,570
				80C	2,197,586
				90C	1,166,050
				100C	640,097
				110C	362,557



*Unit: Hours*

Tabelle mit Angaben der Meantime to Failure (MTTF) eines Controller-Bausteines am Beispiel eines Chipsatz Controllers

Darüber hinaus müssen für einen zuverlässigen und langlebigen Betrieb unter erhöhten Umgebungstemperaturen bis 60°C weitere entsprechende Komponenten ausgewählt werden, z.B.

- RS232 - Buffer mit erhöhtem Industrie-Temperaturbereich
- Schaltregler statt Linearregler (reduzierte Verlustleistung)
- Quarze mit erweitertem Temperaturbereich

Die Signalqualität der Highspeed-Signale wird im Vorfeld der Entwicklung mittels Analog-Simulationen optimiert. Durch das dadurch optimierte Mainboard-Layout kann u.a. auch die Signalqualität über den geforderten Temperaturbereich sichergestellt werden.

Bereits bei der Entwicklung der Baugruppen wird bei Fujitsu Technology Solutions das hauseigene akkreditierte Testlabor eng eingebunden. Somit wird sichergestellt, dass bereits Prototypen nahezu alle Bedingungen der Industrietauglichkeit erfüllen und Bauteile richtig dimensioniert werden. Dies wird dann in umfangreichen Tests am Endprodukt final nochmals überprüft.



## Tests und Zulassungen

### EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit)



EMV: Versuchsaufbau für den Nachweis der CE-Konformität

Die Einhaltung der EMV-Anforderungen wird durch den EN-61000-6-2-Test (Industriestörfestigkeit) überprüft. Bei der Einhaltung der Emissionsklassen spielt auch die Integration in das Gesamtsystem eine wesentliche Rolle. Neben einem gut kontaktierenden Gehäuse sowie der Verwendung von EMV-tauglichen Netzteilen und Erweiterungskarten hat auch das Mainboard einen wesentlichen Einfluss auf ein EMV-taugliches Gesamtsystem. Schon beim Design fließen bei Fujitsu Technology Solutions

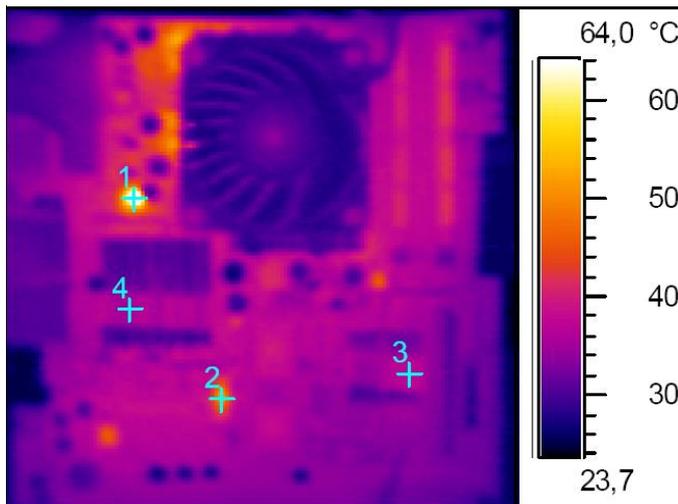
langjährige Erfahrungen zum Thema EMV-gerechtes Layout ein.

Diesbezügliche Richtlinien werden zudem mit jedem Produkt aufs Neue verbessert und erweitert. Eine E-Feldmessung im laufenden System (bestimmungsgemäßer Betrieb) ist dennoch als Nachweis immer sinnvoll.

### Erweiterter Temperaturbereich

Die Industrie-Mainboards sind für einen Temperaturbereich (Mainboard-Umluft) von 0° C bis 60° C spezifiziert. Im industriellen Bereich sind höhere Temperaturen für die Alltagstauglichkeit unabdingbar. Dementsprechend wurde für FTS-Industrie-Mainboards anhand von Klimamessungen der DIN EN 60068-2-Reihe nachgewiesen, dass sie im spezifizierten Temperaturbereich stabil laufen. Um einen dauerhaften und stabilen Betrieb des Mainboards insbesondere im oberen Temperaturbereich und bei entsprechender Systemlast (z.B. hohe Prozessorlast --> entsprechend hohe Belastung für die Onboard-Spannungsregler mit zusätzlicher Wärmeentwicklung; zusätzlich hohe Grafikklast mit entsprechender Verlustleistung/ Wärmeentwicklung) zu gewährleisten, werden alle relevanten Bauteile entsprechend dieser hohen Dauerlast dimensioniert. Dabei wird zugrunde gelegt, dass alle diese Bauteile selbst bei Dauer-Volllast immer unterhalb bestimmter Oberflächen-Grenztemperaturen betrieben werden.

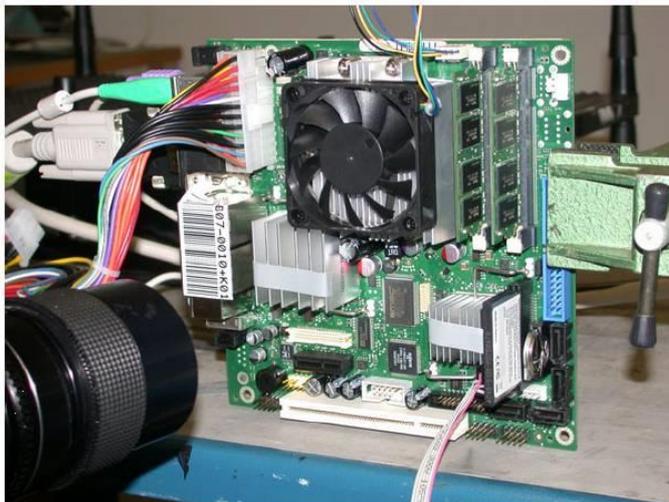
Anhand einer Thermografie-Analyse werden zunächst mögliche Hot-Spots auf der Baugruppe identifiziert.



Thermographie: mini-ITX Industriemainboard D2703-S im laufenden Betrieb bei der Aufnahme mit der Wärmebildkamera

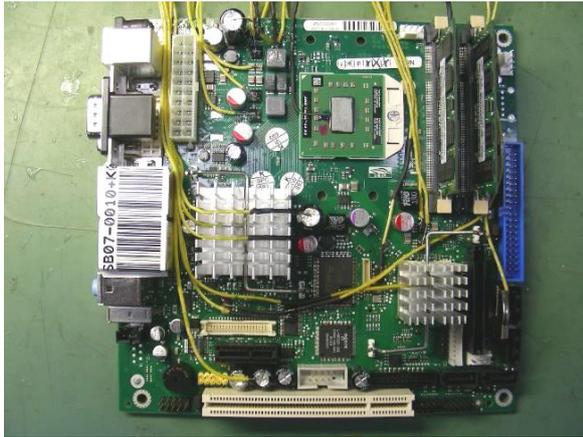
Während der anschließenden Klimaerprobung (60°C-Klimakammer; System mit hoher Last, minimaler Luftstrom) werden alle relevanten Bauteile des Mainboards per Temperaturfühler überwacht, um sicherzustellen, dass die Bauteile bei diesem Extrembetrieb (maximale Umgebungstemperatur!) immer unterhalb der je Bauteiletyp definierten Oberflächen-Grenztemperaturen arbeiten.

Im Rahmen dieser Klimaerprobung wird gleichzeitig mittels spezieller Software-Tools die System-Stabilität bei Betrieb mit max. Umgebungstemperatur nachgewiesen. Zusätzlich wird das System unter hoher einem Stabilitäts-Dauertest mit wechselnden Temperaturen unterzogen (Temperaturzyklen innerhalb der zulässigen min. / max. Umgebungstemperaturen), um hier eventuelle Nebeneffekte auszuschließen.



Thermographie: Wärmebild-Aufnahme zur Ermittlung der Hotspots auf dem mini ITX Industriemainboard D2703-S

LINE  
COMPONENTS



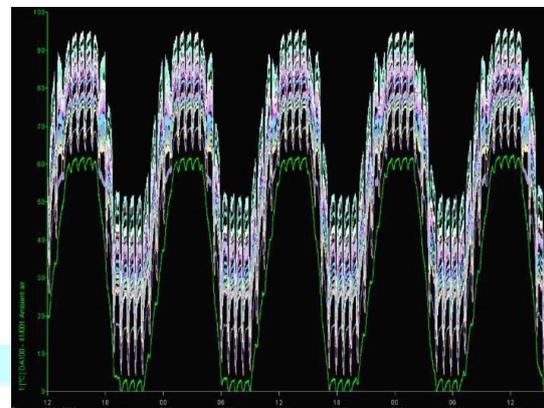
Klimatest: Temperatursensoren an relevanten Bauteilen auf der Oberseite des mini



Klimatest: Temperatursensoren an relevanten Bauteilen auf der Unterseite des mini

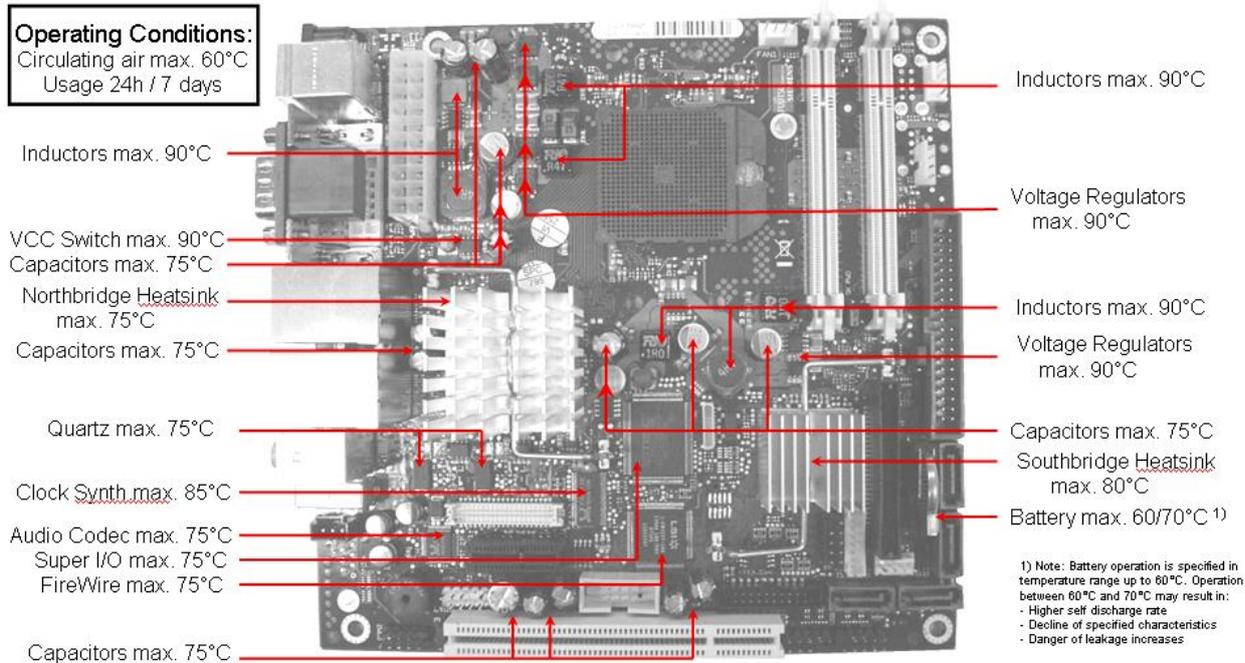


Klimatest: mini ITX Industriemainboard D2703-S beim Funktions- und Dauerstabilitätstest in der Klimakammer bei 60°C ohne Luftstrom



Darstellung ausgewählter Bauteiletemperaturen während der Klima-Cycle-Tests (System-Dauerlast mit wechselnder Umgebungstemperatur zwischen 0°C und 60°C)

Die durch die Entwicklung spezifizierten und so mittels Klimaerprobung verifizierten zulässigen Bauteiletemperaturen werden den Industriekunden durch FTS zur Verfügung gestellt. Damit kann jeder Kunde sein spezifisches Systemdesign anhand dieser Temperaturdaten überprüfen und somit die Zuverlässigkeit seiner Lösung sicherstellen.

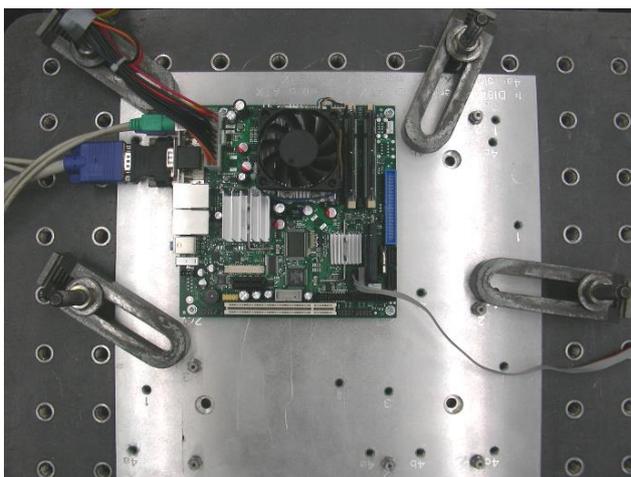


**Reference Point Limit Temperatures must not be exceeded!**

Übersicht der max. zul. Bauteiletemperaturen für einen zuverlässigen und langlebigen 24h-Dauerbetrieb des mini ITX Industriemainboards D2703-S bei 60°C Umgebungstemperatur

COMPUTER COMPONENTS

**Erschütterung und Vibration**



Mechanische Erprobung: Mini ITX Industriemainboard D2703-S auf dem „Shaker“

Die raueren Einsatzbedingungen wirken sich auch stark auf die Anforderungen hinsichtlich mechanischer Erschütterungen aus. Das neue Industrie-Board von Fujitsu Technology Solutions wurde beispielsweise mit verschärften Anforderungen nach DIN EN 60068-2-27 (Schocken) und DIN EN 60068-2-54 (Vibration) auf Industrietauglichkeit getestet. Damit wird die stabile Funktion und Langlebigkeit im industriellen Umfeld sichergestellt, also dass Speichermodule und Steckverbinder dauerhaft stabil verriegelt sind und nicht zu Funktionsstörungen führen. Auch große Kühlkörper müssen mechanisch stabil auf dem Mainboard verankert sein.



Mechanische Erprobung: Anlage für Vibrationstest

### Produktion



Mainboard-Produktion am Standort Augsburg

Die Produktion der Industrie-Mainboards erfolgt bei Fujitsu Technology Solutions aus Qualitätsgründen ausschließlich am Standort Augsburg. Durch den hohen Automatisierungsgrad werden Fehler durch manuelle Bestückung (Verpolung, falsche Bauteile) ausgeschlossen. Flussmittel auf Wasserbasis und NoClean-Lotpasten verhindern korrodierende Rückstände auf der

Baugruppe und damit mögliche Ausfälle. Das Löten unter

Stickstoffatmosphäre unterstützt die Verwendung von rückstandsarmen Löt- und Flussmitteln und erzeugt erheblich zuverlässigere Lötverbindungen als das Löten unter Luft.

Allgemeines

Mit all den beschriebenen Maßnahmen bieten Industrie-Mainboards von Fujitsu Technology Solutions die ideale Grundlage für einen zuverlässigen Industrie-PC. Dennoch sind für den Hersteller des IPCs noch viele weitere Dinge zu berücksichtigen. Als führender europäischer IT-Hersteller unterstützt Fujitsu Technology Solutions seine Mainboard-Kunden bei der Integration mit umfangreichen Softwaretools (z.B. individuelle Anpassung der Lüftersteuerung) und technischen Informationen (z.B. grafische Darstellung der kritischen Bauteiltemperaturen).

