

# APPLICATION NOTE



## Der weltweit erste spitzenstrombelastbare SMD-Ferrit The Multilayer Power Suppression Bead

ANP028 VON MARKUS HOLZBRECHER

### 1. Hintergründe

Ein Chip Bead Ferrite ist ein eine Induktivität, die mittels Siebdruckverfahren hergestellt wird und auf ihre Filterwirkung hin optimiert ist. Sie besteht er aus einer Nickel-Zink-Ferrit-Mischung und einer sehr feinen, übereinanderliegenden inneren Silberlage von wenigen Mikrometern Lagendicke. Dieser Aufbau macht den klassischen SMD-Ferrit anfällig für Stromspitzen, die über den maximalen Nennstrom hinausgehen, was in speziellen Fällen zur Schädigung oder auch sofortigen Zerstörung des Bauteils führen kann.

#### 1.1. Anwendungsfall

Abbildung 1 zeigt eine typische Anwendung. Der Multilayer-Ferrit am Eingang der Schaltung wird als Längsfilter eingesetzt. Im Einschaltmoment fließt aufgrund des niedrigen Einschaltwiderstands des Kondensators kurzzeitig ein sehr hoher Pulsstrom. Dieser belastet den SMD-Ferrit kurzzeitig mit dem Vielfachen des Stroms, der mehrfach über dem maximal spezifizierten Nennstrom liegt. In diesem Beispiel hat der optimierte Multilayer Ferrit, der bei Würth Elektronik eiSos als Multilayer Power Suppression Bead, kurz MPSB, bezeichnet wird, eine Impedanz von 600 Ohm bei einer maximal erlaubten Nennstrombelastung von 2,1 A. Die einmalige Stromspitze besitzt in dieser Konstellation einen Spitzenwert von ca. 19 A und hat eine gesamte Pulslänge von 0,8 ms, bis sie auf den Nennstrom der Schaltung abgeklungen ist.

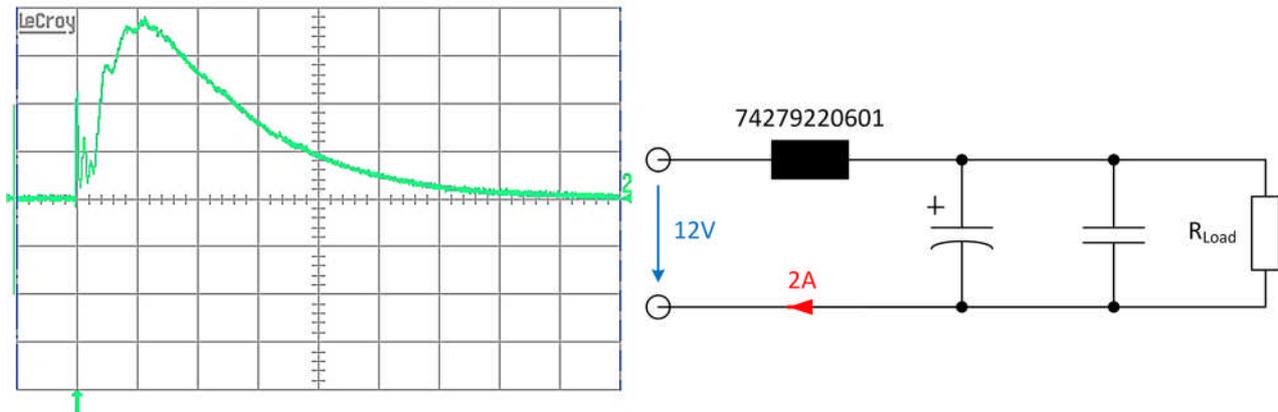


Abbildung 1: Anwendung mit Spitzenstrom im Einschaltmoment (5A/DIV | 100µs/DIV)

Für die SMD-Ferrite gilt im Allgemeinen, dass der maximale Nennstrom auch die maximale Stromamplitude bei kurzzeitiger Belastung definiert. Mittels der neuen WE-MPSB Serie mit Pulsbelastung sind jedoch nun Multilayer-Ferrite verfügbar, die die Spitzenstrom-Betrachtung im Datenblatt mitbringen.

## APPLICATION NOTE



### Der weltweit erste spitzenstrombelastbare SMD-Ferrit The Multilayer Power Suppression Bead

#### 1.2. Hintergründe aus der Applikation

Häufig treten Stromspitzen z. B. im Einschaltmoment diverser Schaltnetzteile sowie bei Elektromotoren auf. Bekannte Anwendungen mit wiederkehrenden Pulsen sind z. B. Scheibenwischermotoren in Fahrzeugen, aber auch Vorschaltgeräte von Leuchtmitteln können im Einschaltmoment des Lichtes eine hohe Stromspitze erzeugen. Insbesondere kann der Eingangskondensator in einem Schaltregler eine hohe Stromspitze erzeugen, welche der vorgelagerte EMV-Filter standhalten muss. Als Pulse versteht man in diesem Zusammenhang kurzzeitige Stromspitzen mit einer zeitlichen Begrenzung unterhalb von 8 ms bis zum vollständigen Abklingen zum DC-Strom der Schaltung.

Auf der Suche nach einem einheitlichen Standard für die Messung der Pulsbelastbarkeit bei SMD-Ferriten wurde der geeignete Ansatz in der Definition des Schmelzintegrals für Sicherungen gefunden. Für die Bestimmung des  $I^2t$  Wertes der Sicherungen wird ein Puls von 8 ms Länge, gemäß Standard, auf die Sicherung beaufschlagt um dem Strom „die Zeit zu geben“ die Sicherung zu erhitzen. Hält die Sicherung stand, wird der Strom so lange erhöht, bis die Erhöhung zur Zerstörung der Sicherung führt. Dabei wird eine Pause von 10 s zwischen den Pulsen gefordert um dem Bauteil die nötige Zeit zur Regeneration (Abkühlung) zu geben. Auf Basis dieser Sicherungsnorm hat Würth Elektronik eiSos eine angepasste Testroutine für die Multilayer-Ferrite entwickelt. Der in Abbildung 2 dargestellte Rechteck Impuls wurde als Pulsform für alle Tests ausgewählt, weil dieser das Bauteil mit der höchstmöglichen Energie bei der Pulslänge  $l$  belastet, obgleich er in der Praxis im Einschaltmoment nur sehr selten anzutreffen sein wird.

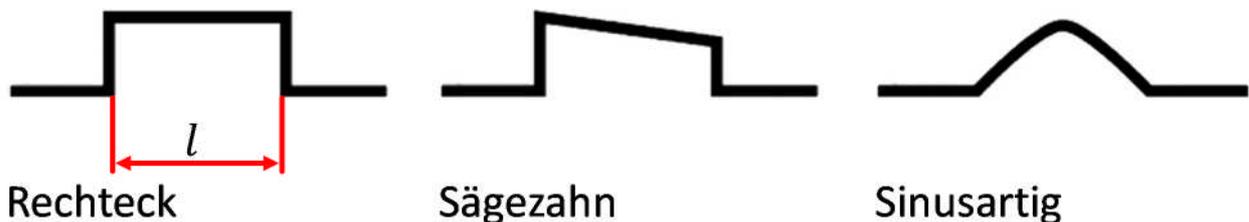


Abbildung 2: Mögliche Impulsformen im Einschaltmoment

Für Multilayer SMD-Ferrite, die im Multilayer Siebdruck-Verfahren hergestellt werden, ist Würth der weltweit einzige Hersteller, der eine Aussage zur Pulsbelastbarkeit im Datenblatt spezifiziert.

## 2. Pulsfestigkeit

Im Vergleich zur Sicherung ist es beim Multilayer SMD-Ferrit nicht möglich, eine allgemeingültige Formel anzugeben, mit der man über die Berechnung des Schmelzintegrals auf die verschiedenen Spitzenströme bei unterschiedlichen Pulslängen schließen kann. Die empirisch ermittelten Datenblattwerte sind auf längerfristige Testreihen mit unterschiedlichen Parametern zurückzuführen.

Nachfolgend ein Beispiel zur Verdeutlichung der Nichtanwendbarkeit des Schmelzintegral bei den Multilayer-Ferriten, am Beispiel des Artikels 742 792 206 01 ( $Z = 600 \Omega$ ,  $I_R = 2,1 \text{ A}$ ,  $R_{DC,typ} = 43 \text{ m}\Omega$ ).

Der WE-MPSB hat eine maximale Spitzenstrombelastbarkeit von 18 A bei einer Pulslänge von 8 ms. Dies ergibt einen  $I^2t$  Wert von 2,592  $\text{A}^2\text{s}$  (18 A @ 8 ms (5 sek Pause, 24 °C)  $I^2t = 2,592 \text{ A}^2\text{s}$ ).

## APPLICATION NOTE



### Der weltweit erste spitzenstrombelastbare SMD-Ferrit The Multilayer Power Suppression Bead

Berechnet man basierend auf dem  $I^2t$  Wert für 8ms den Strom bei einer Pulslänge von 2ms erhält man folgendes Ergebnis:

$$I[A] @n[ms] = \left( \sqrt{\frac{I^2[A] * 8[ms]}{n[ms]}} \right)$$

$$I[A] @2[ms] = \left( \sqrt{\frac{2,592}{2[ms]}} \right)$$

$$I[A] @2[ms] = 36 A$$

Der Datenblattwert (Abbildung 3) ist jedoch mit max. 24 A spezifiziert.

Der berechnete  $I^2t$ -Wert weicht also deutlich von den gemessenen Werten ab. Folglich ist es durch dieses abweichende Verhalten des SMD-Ferrits zur Sicherung nicht möglich, die bekannte Berechnung des Schmelzintegrals  $I^2t$  auf einen Multilayer-Ferrit anzuwenden.

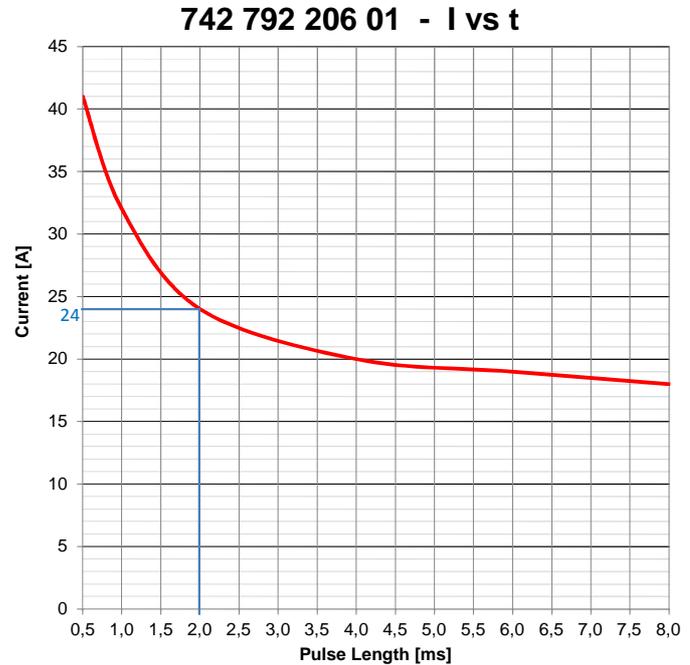


Abbildung 3: Spezifizierte Spitzenstrombelastbarkeit

## APPLICATION NOTE



### Der weltweit erste spitzenstrombelastbare SMD-Ferrit The Multilayer Power Suppression Bead

#### 2.1. Optimierungen bei den WE-MPSB

Der SMD-Ferrite eignet sich aufgrund seiner Multilayer-Technologie prinzipiell nicht für hohe Pulsströme. Würth hat ein neues, optimiertes Lagendesign mit einer perfekten Mischung aus hohen Strömen, bis zu 75 % kleinerem  $R_{DC}$  und einer möglichst hohen Impedanz über das komplette Frequenzspektrum entwickelt. So wird abhängig von der Impedanz und Stromhöhe für jeden Artikel individuell das optimale Design verwendet.

#### 2.2. Definition der Pulsfestigkeit

Am Beispiel des Artikels [742 792 206 01](#) wird die Pulsfestigkeit näher betrachtet.

Die in Abbildung 4 links gezeigte Strom-über-Puls-Kurve zeigt den maximal zulässigen Spitzenstrom bei den jeweiligen getesteten Pulslängen. Der getestete Bereich erstreckt sich im Zeitbereich von 0,5 ms bis 8 ms Pulslänge.

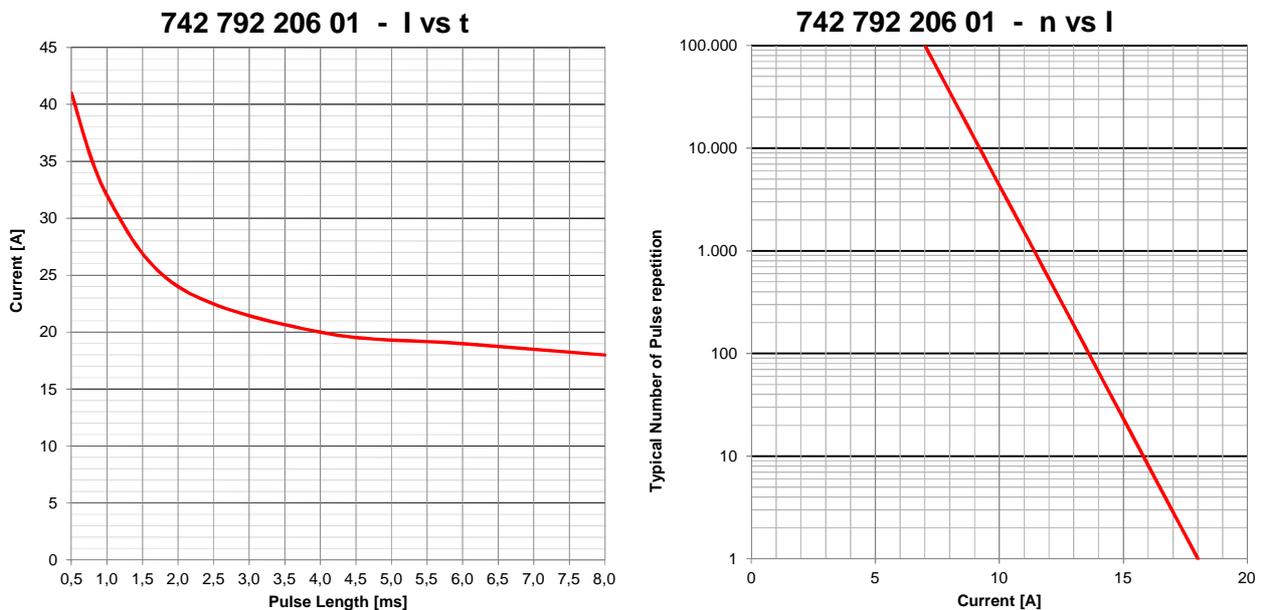


Abbildung 4: Darstellung des Stromes als Abhängigkeit zur Pulslänge und der Anzahl der Pulse bei 8 ms

Die Betrachtung des zulässigen maximalen Pulsstromes (Abbildung 4 rechts) bei einem sich wiederholendem Puls ist mittels der zweiten Kurve im Datenblatt möglich. Diese Kurve ist eine Grenzwertbetrachtung des maximalen Spitzenstromes bei sich wiederholenden Pulsen. Zur Bestimmung der Kurve wurde die Betrachtung bei einer maximalen Pulslänge von 8 ms gewählt.

## APPLICATION NOTE



### Der weltweit erste spitzenstrombelastbare SMD-Ferrit The Multilayer Power Suppression Bead

#### 2.3. Einflussfaktoren Tnt-Dreieck

Die Einflussfaktoren sind:

- Die Pulslänge  $t$ , die standardmäßig von 0,5 ms bis 8 ms getestet wird. Je länger der Impuls ist, desto geringer ist die maximale Pulsbelastbarkeit.
- Die Anzahl der Pulse, die von 10 bis 100k Pulse getestet werden (vgl. Abbildung 4b). Mit steigender Pulshäufigkeit sinkt die maximal zulässige Pulsbelastbarkeit.
- Als dritte reduzierende Einflussgröße gilt es die Temperatur zu beachten, mit steigender Temperatur erhöht sich der  $R_{DC}$ , was zu einer weiteren Reduzierung der maximalen Pulsbelastung führt.

Jedes dieser ineinander verketteten Systeme ist mit der Abhängigkeit der zugrundeliegenden Pause zwischen den einzelnen Pulsen behaftet. Um eine Betrachtung des verketteten Systems mit einer geringeren Pausenzeit durchzuführen bedarf es das erneute Vermessen der Einflussfaktoren Temperatur [T], Pulswiederholungen [n] und Pulslänge [t].

#### 2.4. Vergleich der WE-MPSB mit der WE-CBF Serie

Ziel der WE-MPSB Serie ist es, eine vergleichbare Impedanz wie bei der WE-CBF Serie zu erreichen. Am Beispiel der in Abbildung 5 gezeigten 600- $\Omega$ -Typen in der Baugröße 0805 hat die WE-MPSB Serie durch den geringeren Widerstand einen höheren Nennstrom.

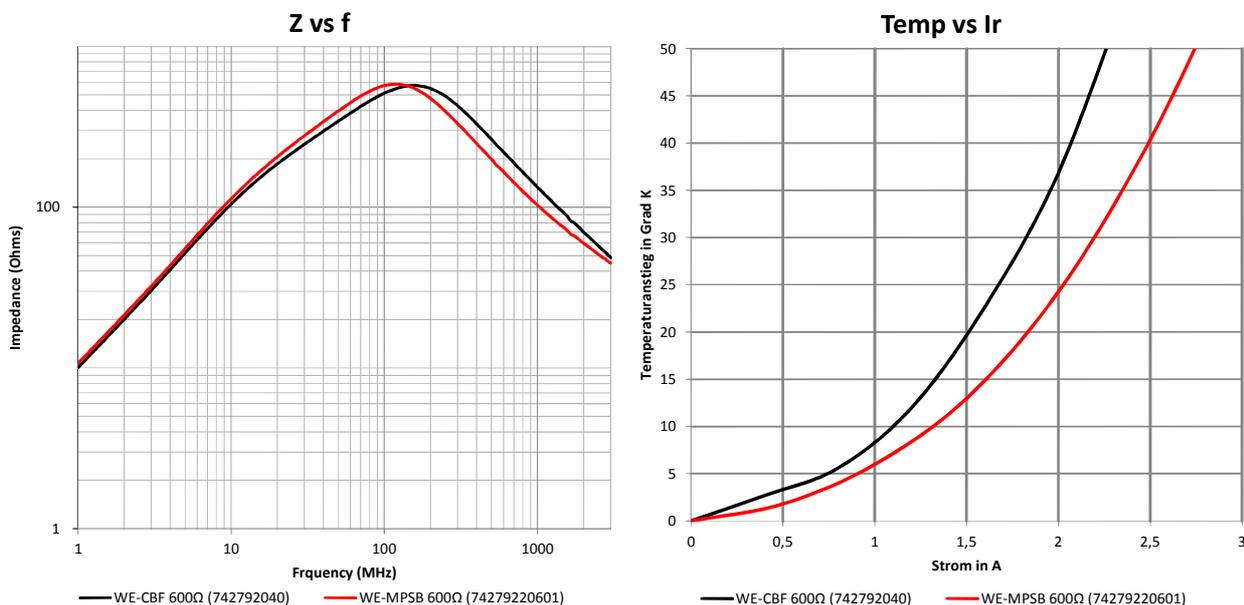


Abbildung 5: Vergleich der Impedanz und Nennstrombelastbarkeit des WE-CBF- und WE-MPSB-600- $\Omega$ -Typs

Die WE-MPSB Serie besitzt gegenüber einem vergleichbaren Modell der WE-CBF-Serie eine wesentlich höhere Pulsbelastbarkeit. Abbildung 6 zeigt auf der linken Seite die maximale Pulshöhe des 600- $\Omega$ -Typs und auf der rechten Seite die maximale Pulshöhe des vergleichbaren WE-MPSB-600- $\Omega$ -Typs.

## APPLICATION NOTE



### Der weltweit erste spitzenstrombelastbare SMD-Ferrit The Multilayer Power Suppression Bead

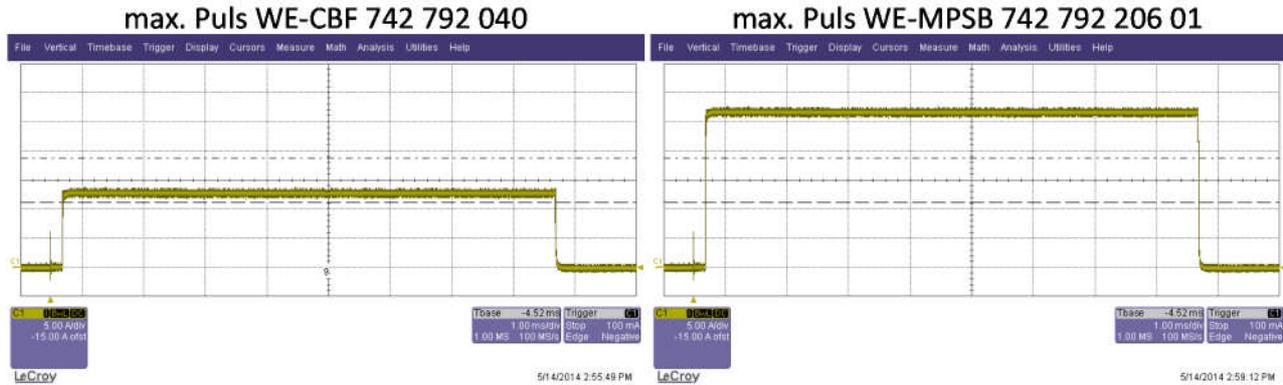


Abbildung 6: Pulsbelastbarkeit der WE-CBF und WE-MPSB-Serie im Vergleich

### 3. Fazit

Die WE-MPSB-Serie wurde basierend auf den Anforderungen von Schaltungen entwickelt, die die Multilayer-Ferrite mit kurzzeitigen Spitzenströmen über den Nennstrom hinaus belasten. Im Vergleich zu bestehenden Multilayer-Strukturen ist die Lagenstruktur optimiert, um durch niedrigere Widerstände eine höhere Strombelastbarkeit zu generieren. Damit eignet sich die WE-MPSB Serie bestens für den Einsatz in Schaltungen mit Pulsströmen.

# APPLICATION NOTE



## Der weltweit erste spitzstrombelastbare SMD-Ferrit The Multilayer Power Suppression Bead

### WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusicherung der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von [www.we-online.com](http://www.we-online.com) heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen.

Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden hierdurch weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.

Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfällen ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt. Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

### NÜTZLICHE LINKS

Application Notes:

<http://www.we-online.de/app-notes>

**REDEXPERT** Design Tool:

<http://www.we-online.de/redexpert>

Toolbox:

<http://www.we-online.de/toolbox>

Produkt Katalog:

<http://katalog.we-online.de/>

### KONTAKTINFORMATIONEN

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1, 74638 Waldenburg, Germany

Tel.: +49 (0) 7942 / 945 – 0

Email: [appnotes@we-online.de](mailto:appnotes@we-online.de)

Web: <http://www.we-online.de>