

# Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung

Originalartikel

Backup

<html> <tr readability=„123“> <td id=„main“ readability=„32“> <div id=„container“ readability=„36“> <br class=„c4“/> <div class=„forum topic newsitem-topic“ id=„content“ readability=„59“> <div id=„5197853“ class=„post box gainlayout post-userid-1286 post-id-5197853“ data-attributionline=„Luky S. schrieb im Beitrag #5197853:“ data-created-at=„1509955354000“ data-updated-at=„1509955354000“ data-user-id=„1286“ data-guest-name=„“ data-score=„0“ readability=„58“> <p><a name=„5197853“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5197853>“>Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“/><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>0</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5197853&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5197853&rating=1)“>#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5197853&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5197853&rating=-1)“>#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„71“> <div class=„thumb tleft thumbinner c9“><a href=„<https://www.mikrocontroller.net/attachment/346242/ACDC.png>“ class=„image“ title=„“><img src=„<https://www.mikrocontroller.net/attachment/346242/ACDC.png>“ alt=„“ title=„“ class=„c8“></a> </div> <p>Jede Elektronik braucht eine Stromversorgung. Prinzipiell gibt es hierbei die Möglichkeit, die Schaltung mit Batterien oder über ein Kabel von einer externen Spannungsquelle zu versorgen. Um exotischere Lösungen wie drahtlose Energieübertragung oder Energy Harvesting soll es hierbei nicht gehen. Es soll ebenfalls kein Artikel über die Auswahl der richtigen Batterietechnologie sein. Der Fokus liegt auf dem Versorgungskonzept und den unterschiedlichen Arten von Spannungswandlern.</p> <p>Zunächst sollte man den (im Zweifel sehr wichtigen!) Unterschied zwischen Masse, GND, Schirmung und Erde verstehen. Streng genommen handelt es sich bei dem auch im folgenden als „Masse“ bezeichneten Potenzial meist um „Power Supply Return“. Das sagt halt nur fast keiner. Weiterhin sehr wichtig ist die Tatsache, dass nur weil zwei Punkte im Schaltplan dasselbe (Versorgungs)symbol haben, es noch lange nicht bedeutet, dass sie auch später in der Schaltung auf demselben Potenzial liegen. Dafür muss man schon selber Sorge tragen und alle relevanten Spannungsabfälle und Störungen berücksichtigen.</p> <p>Kommen wir nun zu ein paar zu beachtenden Punkten. Natürlich kann diese Liste niemals vollständig sein, aber sie enthält sicher wertvolle Anregungen für Bastler und Profis. Da Schaltregler ein Kapitel für sich sind, werden diese im nächsten Artikel angemessen behandelt.</p> <ul><li>Ist bei den verwendeten ICs die Reihenfolge der anliegenden Spannungen (Voltage Sequencing) wichtig? Gibt es minimale oder maximale Spannungsanstiegszeiten? Müssen gewisse Spannungen immer kleiner oder größer als andere sein (evtl. mit Toleranzband)? Dabei muss man bedenken, dass Spannungen ausfallen können (Wackelkontakt, Kabelbruch, Abschaltung bei Überlast...) und z.B. einen Versorgungspin vorsehen, egal ob es sich um einen digitalen oder analogen IC (dort eher als Filterwirkung/Noise suppression ) handelt. Mir ist klar, dass diese Aussage sehr viele Reaktionen hervorrufen wird, aber es ist am Ende in den allermeisten Fällen die richtige Entscheidung. In der Praxis hat sich gezeigt, dass bei hohen Frequenzen eine saubere

Anbindung im Layout und eine möglichst kleine Bauform wichtiger ist als die Kapazität. </li> <li>Welche Schaltungsteile reagieren besonders empfindlich auf Störungen (Filter, ADCs, DACs, HF Schaltungen) und welche verursachen besonders viele Störungen auf den Versorgungsleitungen (Prozessoren, Leistungselektronik, FPGAs, HF-Schaltungen...)?</li> <li>Ferrite oder kleine Serienwiderstände (10..220Ω) in die Spannungsversorgung von empfindlichen oder störenden Komponenten(gruppen) einbauen. Natürlich braucht es auch die dazu passenden Kondensatoren.</li> <li>Entlastbare Komponenten in den Spannungsversorgungsleitungen können auch bei der Fehlersuche sehr nützlich sein, um den Fehler einzuschränken.</li> <li>Störfrequenzen auf den Versorgungsspannungen können sehr gut mit Kerkos, die ihre Resonanzfrequenz möglichst im Bereich der Störfrequenz haben, gedämpft werden. Braucht man breitbandigere Abblockung, werden unterschiedliche Kondensatoren(bauformen) parallelgeschaltet. Immer verifizieren, wie sich die Störfrequenzen von Baugruppe zu Baugruppe und über den spezifizierten Temperaturbereich verhalten.</li> <li>Ausreichende Eingangskapazität vorsehen um kurzfristige Ausfälle oder Einbrüche der Versorgungsspannung zu verhindern, z.B. Wackelkontakte oder eine fehlende (Halb)Periode der Netzspannung.</li> <li>Linearregler haben nicht immer einen schlechteren Wirkungsgrad als Schaltregler. Bei relativ geringen Spannungsdifferenzen zwischen Ein- und Ausgang und recht niedrigen Stromstärken kann der niedrigere Eigenverbrauch des Linearreglers und die in diesem Lastbereich schlechte Effizienz der Schaltregler dem Linearregler zu einem deutlichen Sieg verhelfen.</li> <li>Bei Linearspannungsreglern, vor allem LDOs: Aufpassen auf richtigen ESR der Ausgangskondensatoren (zu niedrig ODER zu hoch kann Stabilitätsprobleme verursachen, abhängig von der Last. Siehe Datenblatt). Manche Typen benötigen auch einen passenden Eingangskondensator. „Normale“ Linearregler verwenden eine Kollektorschaltung mit einem NPN-Transistor und sind wesentlich unkritischer und meist auch robuster.</li> <li>Viele Spannungsregler benötigen eine minimale Last am Ausgang, um sauber zu regeln. Oft reicht hier schon ein richtig (nicht zu hochohmig) dimensionierter Feedback-Spannungsteiler.</li> <li>RC-Snubber am Ausgang von Spannungsreglern sind eine weitere Option, um unerwünschte Schwingungen zu dämpfen.</li> <li>Falls man LDOs verwenden will, um die Spannung hinter Schaltreglern zu gestalten und/oder die Transient Response zu verbessern: Die PSRR (Power Supply Rejection Ratio) von LDOs, also die Frequenzstabilität, kann zu filtern, ist frequenz- sowie lastabhängig und sinkt stark bei geringer Differenzspannung (auf teilweise <math>< 10\text{dB}</math> bei einigen 100kHz bis fast 0 im 100MHz-Bereich (dann wirkt fast nur mehr der Ausgangskondensator), auch durch parasitäre Pfade um den LDO herum). Also kann (muss nicht!) ein (zusätzliches) passives Filter (T oder oft sinnvoller in PI-Konfiguration) die bessere Wahl sein.</li> <li>Bei hohen Anforderungen an die Spannungsqualität Low-Noise Linearregler verwenden. An deren NR (Noise Reduction) Pin kann ein externer Filterkondensator an die interne Referenzspannungsschiene angeschlossen werden. Beachten, dass solche Spezialtypen nicht nur deutlich teuer sondern auch empfindlicher sind und in der Regel einen höheren Eigenverbrauch (Quiescent current) haben.</li> <li>Ein Kondensator (oder RC-Glied) über dem oberen Feedbackresistor kann helfen, die Verstärkung bei höheren Frequenzen günstig zu verringern und das Rauschen in diesem Bereich zu minimieren. Ist dieser Kondensator aber zu groß (>100nF-Bereich), kann es beim Einschalten zu Problemen etwa durch eine zu langsam ansteigende Ausgangsspannung kommen.</li> <li>Fertige Spannungsreglermodule sind vor allem bei geringen bis mittleren Stückzahlen und vor allem beim basteln oft eine gute Wahl, aber leider nicht immer so toll wie vom Hersteller versprochen. Also Filtermöglichkeiten vorsehen und das Datenblatt beachten, oft braucht es doch noch eine Zusatzbeschaltung (Filter, Kondensatoren)</li> <li>Ungeregelte Netzteile / Module benötigen eine Mindestlast (typischerweise 10..20%). Ansonsten kann die Ausgangsspannung deutlich über der Nennspannung liegen, im spezifizierten Bereich ist die Ausgangsspannung der

ungeregelten Netzteile aber erstaunlich unabhängig von der Last, solange die Eingangsspannung stabil bleibt.

Bei Schaltungen mit unterschiedlichen Spannungspegeln oder zeitweise unversorgten Komponenten kann die (parasitäre) Dioden in CMOS Bauteilen zu unerwünschten Stromflüssen führen. Leider gibt es nur selten konkrete Angaben, nur einige Hinweise z.B. bei den Absolute maximum ratings: Wenn dort die max. Eingangsspannung von VCC abhängt (z.B. Vin max. VCC +0.5V), gibt es wahrscheinlich interne Diodenpfade. Sind die Spannungsangaben absolut, basiert der ESD-Schutz eher auf internen Z-Dioden.

Batterien und Akkus werden mehr als einen weiteren Artikel wert, aber zu diesen Themen gibt es bereits extrem viel brauchbares Material. Daher nur ein paar oft zu wenig beachtete Punkte:

Unter welchen Bedingungen (Entladestrom, Zeit, Temperatur) die angegebene Batteriekapazität spezifiziert ist. Die wirkliche Betriebszeit findet man nur durch Testen heraus. Die Selbstentladung der Batterie nicht vergessen, sie kann durchaus höher sein als der Eigenverbrauch einer optimierten Schaltung.

Es ist nicht ganz so einfach, die (verbleibende) Batteriekapazität richtig zu bestimmen. Die reine Messung der (Leerlauf) Spannung ist ein schlechter Indikator, es gibt aber spezielle Fuel Gauge ICs, die den Ladezustand recht genau (auf einige %) bestimmen können.

Superkondensatoren (Goldcaps, Ultrakondensatoren, Doppelschichtkondensatoren, und noch einige weitere Marketingbezeichnungen) können Kapazitäten von mehreren Fhaben, sind aber empfindlich gegen Überspannung und bei manchen Typen muss man auf hohe Lade / Entladeströme aufpassen. Ihre Toleranzen sind beträchtlich und die Alterung auch.

Und zum Schluss: Wenn man es mit gefährlichen (Netz)Spannungen zu tun hat, gilt es natürlich, die einschlägigen Sicherheitsvorschriften zu beachten. Schon aus Eigeninteresse. Und falls die Schaltung irgendwelche Normen einhalten muss (muss fast jede) gehe ich auch davon aus, dass diese bekannt sind und beachtet werden. Oft ist das schwierigste daran, herauszufinden, welche Normen bei seiner Spannungsversorgung gültig sind.

Verschoben durch Admin

[Markierten Text zitieren](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5197853#postform)

Bitwurschtler schrieb im Beitrag #5199401: " data-created-at="1509958046000" data-updated-at="1509958046000" data-user-id="" data-guest-name="Bitwurschtler" data-score="0" readability="41"><p><a name="5199401" href="https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199401">Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p>

Bewertung <table readability="0"><tr readability="0"><td>0</td><td><a class="up" rel="nofollow" data-remote="true" href="https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\_post?id=5199401&rating=1">#9650; lesenswert</a><br/><a class="down" rel="nofollow" data-remote="true" href="https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\_post?id=5199401&rating=-1">#9660; nicht lesenswert</a></td></tr></table></p>

<div class="text gainlayout" readability="53"> <pre>Zitat: „Und zum Schluss: Wenn man es mit gefährlichen (Netz)Spannungen zu tun hat, gilt es natürlich, die einschlägigen Sicherheitsvorschriften zu beachten. Schon aus Eigeninteresse. Und falls die Schaltung irgendwelche Normen einhalten muss (muss fast jede) gehe ich auch davon aus, dass diese bekannt sind und beachtet werden. Oft ist das schwierigste daran, herauszufinden, welche Normen bei seiner Spannungsversorgung gültig sind.“ Toller Tipp, ich las das so: „Ich weiss zwar selber nicht welche Normen gültig sind, wo man diese findet oder was drinsteht aber ich rate Dir diese einzuhalten“ -&gt; Klapp, Tonne auf, Designtipp rein, Klapp, Tonne zu. Also für Hobbybastler ohne Ahnung/Zugang zu Grundregeln im Netzeildesign bleibt nur ein Tipp: Kein Netzgerät selber bauen, sondern Steckernetzteile/Batterien verwenden. In der Make war letztens ein Artikel drin wie man sich aus einem gekauften Laptop-Netzteil eine Labernetzversorgung baut. Das wäre ein gescheiterter Tipp

hier gewesen, <a class=„postedlink“ href=„<https://www.heise.de/select/make/2016/5/1476711279985652>“ rel=„nofollow“><https://www.heise.de/select/make/2016/5/1476711279985652></a> Und ja, es gibt ne Menge zur Verwendung von Steckernetzteile etc. zu sagen. Beispielsweise wieviel mA man aus USB ziehen kann, wann ein USB-Y-Kabel zur Stromversorgung Sinn macht, wie man Hohlstecker mit Zugentlastung an die Platine pappt, L&#252;fter versus/K&#252;hlk&#246;rper, wie von 48V am besten an Bastler Spannungen, Hinweis auf LTpowerCad (<a class=„postedlink“ href=„<http://ltspice.linear.com/software/LTpowerCADIIhelp.pdf>“ rel=„nofollow“><http://ltspice.linear.com/software/LTpowerCADIIhelp.pdf></a>), ... </pre></div> <br class=„c4“/><p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199401#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199401#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199401)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div id=„5199404“ class=„post box gainlayout post-userid-8138 post-id-5199404“ data-attributionline=„Lothar M. schrieb im Beitrag #5199404:“ data-created-at=„1509958357000“ data-updated-at=„1509959148000“ data-user-id=„8138“ data-guest-name=„“ data-score=„3“ readability=„36“> <p><a name=„5199404“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199404>“>Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“/><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>3</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199404&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199404&rating=1)“>#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199404&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199404&rating=-1)“>#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„39“> <pre> <a class=„attribution-line“ title=„left|thumb|125px Jede Elektronik braucht eine Stromversorgung. Prinzipiell gibt es hierbei die M&#246;glichkeit, die Schaltung mit Batterien oder &#252;ber ein Kabel von einer externen Spannungsquelle zu versorgen. Um exotischere L&#246;sungen“ onmouseover=„if (document.getElementById('5197853')) {this.setAttribute('href', '#5197853');} else if (user &amp; user.posts\_per\_page) {this.setAttribute('href', '/topic/goto\_post/5197853');};“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/438512#5197853>“>Luky S. schrieb:</a> &gt; St&#252;tz- bzw. Bypasskondensatoren f&#252;r jeden Versorgungspin vorsehen, egal &gt; ob es sich um einen digitalen oder analogen IC handelt. Und immer dran denken: gerade auch GND-Pins geh&#246;ren zur Gruppe der Versorgungspins (die sind in Datenbl&#228;ttern auch unter „Supply Pins“ aufgef&#252;hrt). „Ja wie?“ fragt jetzt der eine oder andere, „Muss ich jetzt von GND auch einen Kondensator schalten, nach .... ja wohin denn?“ Die Antwort darauf ist recht einfach: <em>zischen</em> die meist paarweise am IC-Geh&#228;use angeordneten Versorgungspins geh&#246;rt der St&#252;tz-/Blockkondensator. Und weil es immer wieder auftaucht: jeder Versorgungspin eines ICs muss angeschlossen werden. Man kann sich also nicht einen der z.B. 4 Vcc-Pins zur Versorgung des ICs aussuchen. </pre></div> <br class=„c4“/><p>: Bearbeitet durch Moderator</p> <p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199404#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199404#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199404)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div id=„5199430“ class=„post box gainlayout post-userid- post-id-5199430“ data-attributionline=„Alexberlin schrieb im Beitrag #5199430:“ data-created-at=„1509959305000“ data-updated-at=„1509959305000“ data-user-id=„“ data-guest-name=„Alexberlin“ data-score=„0“ readability=„34“> <p><a name=„5199430“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199430>“>Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“/><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>0</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“

href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199430&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199430&rating=1)“>#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199430&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199430&rating=-1)“>#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„45“> <pre> Hi, als Laienbastler finde ich den Artikel zu kompliziert und mit zu vielen Abkürzungen. Die Zielgruppe, die alle diese Abkürzungen und Fachbegriffe kennt, braucht einen solchen Artikel nicht und die, die ihn brauchen, werden nur 10% verstehen. Vielleicht sollte man eine solchen Artikel trennen: Einen Teil für DAU, einen für Bastler, die mehr wollen als ein paar <a title=„Link zu Wiki-Artikel“ class=„wiki“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/articles/LED>“>LED</a> anstecken und einen für die, die mehr hinter die Materie schauen wollen. Gruß; Alexander </pre></div> <br class=„c4“><p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199430#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199430#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199430)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div id=„5199475“ class=„post box gainlayout post-userid-4483 post-id-5199475“ data-attributionline=„Falk B. schrieb im Beitrag #5199475:“ data-created-at=„1509961930000“ data-updated-at=„1509961930000“ data-user-id=„4483“ data-guest-name=„“ data-score=„2“ readability=„37“> <p><a name=„5199475“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199475>“>Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>2</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199475&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199475&rating=1)“>#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199475&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199475&rating=-1)“>#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„43“> <pre> „Zunächst sollte man den (im Zweifel sehr wichtigen!) Unterschied zwischen Masse, GND, Schirmung und Erde verstehen. Streng genommen handelt es sich bei dem auch im folgenden als &#8222;Masse&#8220; bezeichneten Potenzial meist um &#8222;Power Supply Return&#8220;. Das sagt halt nur fast keiner. Weiterhin sehr wichtig ist die Tatsache, dass nur weil zwei Punkte im Schaltplan dasselbe (Versorgungs)symbol haben, es noch lange nicht bedeutet, dass sie auch später in der Schaltung auf demselben Potenzial liegen. Dafür muss man schon selber Sorge tragen und alle relevanten Spannungsabfälle und Störungen berücksichtigen.“ Ein reichlich verwirrender Text. Es scheint, als ob der Verfasser die Unterschiede selber nicht kennt. Außerdem geht es hier weder an diese Stelle bzw. gar nicht in den Artikel. </pre></div> <br class=„c4“><p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199475#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199475#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199475)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div id=„5199583“ class=„post box gainlayout post-userid-61460 post-id-5199583“ data-attributionline=„Clemens L. schrieb im Beitrag #5199583:“ data-created-at=„1509967804000“ data-updated-at=„1509967804000“ data-user-id=„61460“ data-guest-name=„“ data-score=„0“ readability=„30“> <p><a name=„5199583“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199583>“>Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>0</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199583&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199583&rating=1)“>#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199583&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199583&rating=-1)“>#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„40“> <pre> <a class=„attribution-line“ title=„Zitat: „Und zum Schluss: Wenn man es mit gefährlichen (Netz)Spannungen zu tun hat, gilt es natürlich, die einschließlich Sicherheitsvorschriften

zu beachten. Schon aus Eigeninteresse. Und falls die Schaltung irgendwelche Normen einhalten muss (muss f" onmouseover=„if (document.getElementById('5199401')) {this.setAttribute('href', '#5199401');} else if (user & user.posts\_per\_page) {this.setAttribute('href', '/topic/goto\_post/5199401');}“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/438512#5199401>“>Bitwurschtler schrieb:</a> &gt; Toller Tipp, ich les das so: „Ich weiss zwar selber nicht welche Normen &gt; g&#252;ltig sind, wo man diese findet oder was drinsteht aber ich rate Dir &gt; diese einzuhalten“ Eher so: „Es gibt mehr Normen zwischen Himmel und Erde, als Eure Schulweisheit sich tr&#228;umen l&#228;sst, Horatio.“ Als Warnung, dass man nicht einfach nur die erste in Google gefundene Norm beachten sollte.

</pre></div> <br class=„c4“/><p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199583#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199583#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199583)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div id=„5199683“ class=„post box gainlayout post-userid-74986 post-id-5199683“ data-attributionline=„Alexander L. schrieb im Beitrag #5199683:“ data-created-at=„1509970971000“ data-updated-at=„1509970971000“ data-user-id=„74986“ data-guest-name=„“ data-score=„0“ readability=„26“> <p><a name=„5199683“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199683>“>Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“/><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>0</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199683&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199683&rating=1)“>&#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199683&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199683&rating=-1)“>&#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„35“> <pre> Der Artikel ist nicht gerade der Burner. Viel Brauchbares steht nicht drin. Man sollte sich nach seri&#246;seren Tipps umschauen. Es gibt reichlich E-Technik Vorlesungsskripts im Netz, die wirkliche Fachinformationen enthalten. </pre></div> <br class=„c4“/><p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199683#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199683#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199683)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div id=„5199764“ class=„post box gainlayout post-userid-1286 post-id-5199764“ data-attributionline=„Luky S. schrieb im Beitrag #5199764:“ data-created-at=„1509975000000“ data-updated-at=„1509975000000“ data-user-id=„1286“ data-guest-name=„“ data-score=„-1“ readability=„27“> <p><a name=„5199764“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199764>“>Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“/><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>-1</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199764&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199764&rating=1)“>&#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199764&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199764&rating=-1)“>&#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„35“> <pre> Um Missverständnissen vorzubeugen: Es handelt sich bei dieser Artikeln um eine Sammlung von Tipps und Hinweisen aus der Praxis und nicht um eine vollständige Anleitung, mit der jeder Bastler ohne sich weiter zu informieren ein hochwertiges Produkt designen kann. </pre></div> <br class=„c4“/><p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199764#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199764#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199764)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div id=„5199771“ class=„post box gainlayout post-userid- post-id-5199771“ data-attributionline=„wendelsberg schrieb im Beitrag #5199771:“ data-created-at=„1509975365000“ data-updated-at=„1509975365000“ data-user-id=„“ data-guest-

name=„wendelsberg“ data-score=„1“ readability=„24“> <p><a name=„5199771“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#5199771>“>Re: Hardware-Designtipps des Monats: Die Spannungsversorgung</a></p> <hr class=„c6“/><p>Bewertung <table readability=„0“><tr readability=„0“><td>1</td> <td><a class=„up“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199771&rating=1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199771&rating=1)“>#9650; lesenswert</a><br/><a class=„down“ rel=„nofollow“ data-remote=„true“ href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/vote\\_post?id=5199771&rating=-1](https://www.mikrocontroller.net/topic/vote_post?id=5199771&rating=-1)“>#9660; nicht lesenswert</a></td> </tr></table></p> <div class=„text gainlayout“ readability=„32“> <pre> <a class=„attribution-line“ title=„Um Missverst&#228;ndnissen vorzubeugen: Es handelt sich bei dieser Artikeln um eine Sammlung von Tipps und Hinweisen aus der Praxis und nicht um eine vollst&#228;ndige Anleitung, mit der jeder Bastler ohne sich weiter zu Informieren ein hochwertiges Produkt“ onmouseover=„if (document.getElementById('5199764')) {this.setAttribute('href', '#5199764');} else if (user &amp; user.posts\_per\_page) {this.setAttribute('href', '/topic/goto\_post/5199764');}“ href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/438512#5199764>“>Luky S. schrieb:</a> &gt; und nicht um eine vollst&#228;ndige Anleitung, mit &gt; der jeder Bastler ohne sich weiter zu Informieren ein hochwertiges &gt; Produkt designen kann. Und schon gar nicht der Anfaenger-Hardware-Entwickler. wendelsberg </pre></div> <br class=„c4“/><p> <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply\\_to=5199771#postform](https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung?reply_to=5199771#postform)“ onclick=„return !forumInsertQuoting(5199771)“ rel=„nofollow“>Markierten Text zitieren</a> </p> </div> <div class=„noprint“ readability=„8“> <div class=„postform box c16“ readability=„34“> <h3>Antwort schreiben</h3> <p>Die Angabe einer E-Mail-Adresse ist freiwillig. Wenn Sie automatisch per E-Mail &#252;ber Antworten auf Ihren Beitrag informiert werden m&#246;chten, <a href=„<https://www.mikrocontroller.net/user/login>“>melden Sie sich bitte an</a>.</p> <div class=„postform-rules“> <h3>Wichtige Regeln - erst lesen, dann posten!</h3> <ul><li>Gro&#223;- und Kleinschreibung verwenden</li> <li>L&#228;ngerer Sourcecode nicht im Text einf&#252;gen, sondern als Dateianhang</li> </ul><h3>Formatierung <a href=„[https://www.mikrocontroller.net/articles/Formatierung\\_im\\_Forum](https://www.mikrocontroller.net/articles/Formatierung_im_Forum)“ class=„c10“ target=„\_blank“>(mehr Informationen...)</a></h3> <ul><li>[c]C-Code[/c]</li> <li>[avrasm]AVR-Assembler-Code[/avrasm]</li> <li>[code]Code in anderen Sprachen, ASCII-Zeichnungen[/code]</li> <li>[math]Formel in LaTeX-Syntax[/math]</li> <li>Titel - Link zu <a href=„<https://www.mikrocontroller.net/articles/Spezial>Allpages>“ target=„\_blank“>Artikel</a></li> <li>Verweis auf anderen Beitrag einf&#252;gen: Rechtsklick auf Beitragstitel, <br/>, „Adresse kopieren“, und in den Text einf&#252;gen</li> </ul></div> <form id=„postform“ enctype=„multipart/form-data“ action=„/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#postform“ accept-charset=„UTF-8“ method=„post“> <table readability=„3“><tr class=„two\_columns“><td class=„prompt“><label for=„form\_post\_guest\_name“><strong>Name</strong>:</label></td> <td class=„value“><br/></td> </tr><tr class=„two\_columns“ readability=„6“><td class=„prompt“><label for=„form\_post\_guest\_email“>E-Mail (wird nicht angezeigt):</label></td> <td class=„value“><br/></td> </tr><tr class=„two\_columns“><td class=„prompt“><label for=„form\_post\_subject“><strong>Betreff</strong>:</label></td> <td class=„value“><br/></td> </tr><tr readability=„1“><td colspan=„2“ readability=„3“> <div id=„similar\_topics“ class=„box c13“ readability=„4“>#196;hnliche Beitr&#228;ge werden gesucht... <p><a href=„<https://www.mikrocontroller.net/topic/hardware-designtipps-spannungsversorgung#>“ onclick=„\$(‘similar\_topics’).hide(); return false;“>[ausblenden]</a></p> </div> </td> </tr><tr class=„two\_columns“><td class=„prompt“><label for=„form\_post\_new\_attachment“>Dateianhang:</label></td> <td class=„value“><br/></td> </tr><tr readability=„2“><td> <td class=„c14“> Bild automatisch verkleinern, falls n&#246;tig</td> </tr><tr><td> <td> </tr><tr readability=„2“><td> <td> Bitte das JPG-Format nur f&#252;r Fotos und Scans verwenden!<br/>Zeichnungen und Screenshots im PNG-

oder<br/>GIF-Format hochladen. Siehe <a href=„<https://www.mikrocontroller.net/articles/Bildformate>“ target=„\_new“>Bildformate</a>. </td></tr><tr><td colspan=„2“/></tr><tr><td class=„prompt“ colspan=„2“><label for=„form\_post\_text“><strong>Text</strong>:</label></td> </tr><tr><td class=„value“ colspan=„2“> <textarea cols=„75“ rows=„24“ wrap=„soft“ minlength=„2“ required=„required“ id=„form\_post\_text“ name=„post[text]“/><br/></td> </tr><tr readability=„3“><td colspan=„2“ readability=„5“> <p>Mit dem Abschicken bestätigt du, die <a href=„<https://www.mikrocontroller.net/user/conditions>“>Nutzungsbedingungen</a> anzuerkennen.</p> </td> </tr><tr><td colspan=„2“/></tr></table></form> </div> <br class=„c18“/></div> </div> </td> </tr> </html>

From:

<https://schnipsl.qgelm.de/> - Qgelm

Permanent link:

[https://schnipsl.qgelm.de/doku.php?id=wallabag:hardware-designtipps-des-monats\\_-die-spannungsversorgung](https://schnipsl.qgelm.de/doku.php?id=wallabag:hardware-designtipps-des-monats_-die-spannungsversorgung)

Last update: **2021/12/06 15:24**

