



# Getrennt verbunden

## USB-Isolatoren trennen PC und Peripheriegerät elektrisch

**Die Universalschnittstelle USB verbindet Computer mit einer schier unendlichen Fülle an Gerätschaften. Manchmal ist es dabei ratsam, Rechner und Peripherie elektrisch voneinander zu isolieren. Das ist theoretisch einfach, aber in der Praxis lauern Stolpersteine.**

Von Christof Windeck

Der Universal Serial Bus (USB) stellt eine Datenverbindung zwischen Computer (Host) und Peripheriegerät (Device) oder Hub her. Die Geräte sind dabei auch elektrisch miteinander verbunden, um USB-Devices mit Strom zu versorgen. Sowohl Daten- als auch Stromleitungen

stellen elektrische Verbindungen her, man spricht von galvanischer Kopplung. USB-Isolatoren trennen letztere auf und übertragen zwar die Daten, leiten aber keinen Strom durch. Das ist für Spezialanwendungen wie Messgeräte und Medizintechnik praktisch, manchmal sogar nötig. Wir haben drei unterschiedlich aufgebaute USB-Isolatoren für USB 1.1, USB 2.0 und USB 3.0 (alias USB 3.2 Gen 1) im Labor geprüft und ihre technischen Innereien untersucht. Das förderte einige Überraschungen zutage.

### Trennungsgründe

Viele Händler preisen USB-Isolatoren an, um Störungen bei USB-Audiogeräten mit analogen Ausgängen zu beseitigen. Denn dabei treten manchmal sogenannte Brummschleifen auf, weil die Masseleitung des Tonausgangs elektrisch leitend mit dem Computer verbunden ist. Die Folge sind hörbare Brumm- oder Knister-

geräusche. Wenn ein USB-Isolator die galvanische Verbindung unterbricht, verschwinden die Störungen – sofern deren Ursache tatsächlich mit der elektrischen Kopplung zusammenhängt. Unter anderem bei Amazon werden viele USB-Isolatoren als universell wirksame Klangverbesserer angepriesen, was jedoch Humbug ist, weil Klangstörungen auch ganz andere Ursachen haben können.

Ein weiterer Einsatzzweck von USB-Isolatoren ist der Anschluss von USB-Messwandlern. Wenn solche – vom Analog/Digital-Wandler bis zum USB-Oszilloskop – höhere Spannungen erfassen sollen, drohen bei Anschlussfehlern Schäden am Computer. Bei Messungen am 230-Volt-Stromnetz können auch Schäden durch Überspannung auf den Rechner durchschlagen. Denn hohe Impulse von mehreren Tausend Volt überwinden möglicherweise die Isolierung im USB-Messgerät. Außerdem können bei USB-Mess-

technik ähnliche Effekte wie bei der Audio-Brummschleife auftreten und zu Fehlern bei der Messung sehr kleiner Spannungen oder Ströme führen.

Eine galvanische Trennung kann auch bei Schnittstellenadaptern sinnvoll sein, damit sich etwa Störungen am Computer nicht auf eine teure Maschinensteuerung auswirken oder umgekehrt. In manchen Bereichen ist galvanische Trennung sogar vorgeschrieben, etwa beim Anschluss von Medizingeräten an gewöhnliche Computer. Für solche Zwecke muss man aber ausdrücklich dafür ausgelegte und zertifizierte USB-Isolatoren verwenden und keine Billiggeräte vom (Online-)Grabbeltisch.

### Isoliertechnik

Es gibt unterschiedliche technische Lösungen, um Datensignale ohne galvanische Verbindung zu übertragen. Viele USB-Isolatoren nutzen Optokoppler, die elektrische Signale am Eingang in Lichtimpulse verwandeln und am Ausgang wieder zurück. Das muss für USB-Signale mit hohen Frequenzen funktionieren: schon USB 1.1 Fullspeed arbeitet mit mehreren Megahertz (MHz) und überträgt kümmerliche 1,2 MByte/s. Das reicht für viele Audioadapter. Serielle Schnittstellen wie RS-232 und RS-422 kommen sogar mit USB 1.1 Low-speed aus (1,5 Mbit/s), das gilt auch für Maus und Tastatur.

USB 2.0 High-speed läuft mit 480 Mbit/s, benutzt aber wie USB 1.1 nur zwei Datenleitungen (D+ / D-). Die 5 Gbit/s von USB 3.0 alias USB 3.2 Gen 1 laufen über zwei Adernpaare, weshalb die typischerweise blau gefärbten USB-A-Stecker für USB 3.x auch zusätzliche Kontakte haben. Ein USB-Isolator für USB 3.0 muss also wesentlich komplexer aufgebaut sein als einer für USB 1.1/2.0.

Für USB 1.1 gibt es optische Isolatorchips wie den Analog Devices ADUM4160.

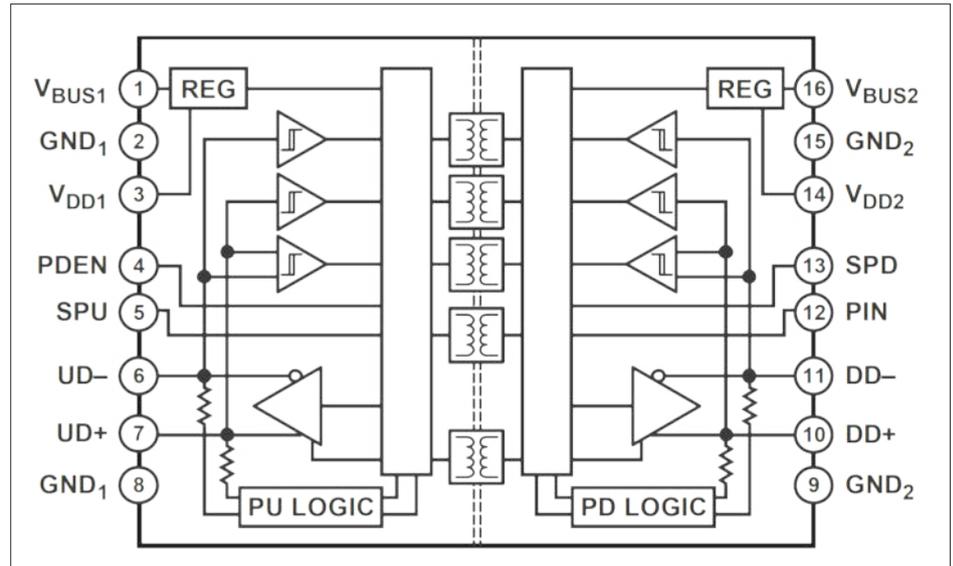


Bild: Analog Devices

**Das Blockschaltbild des USB-Isolatorchips Analog Devices ADUM4160 zeigt, wie er die USB-Datenleitungen D+ und D- zwischen seinen Ein- und Ausgängen elektrisch trennt.**

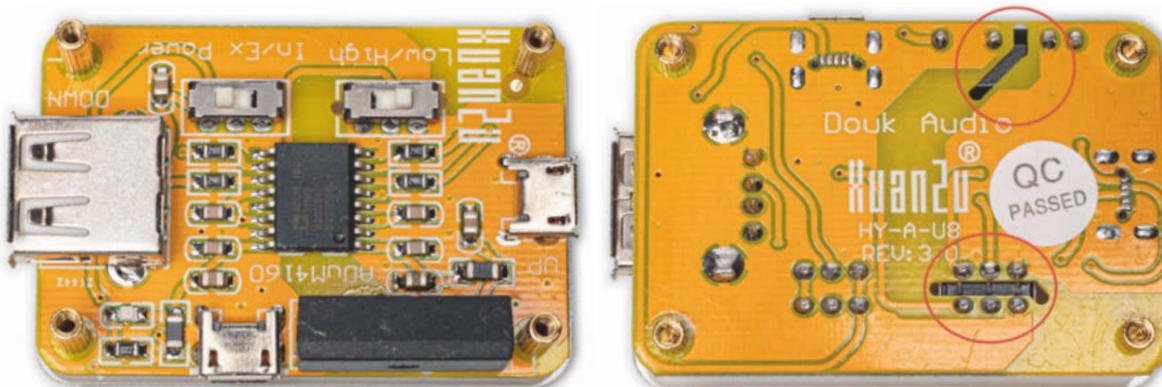
Der steckt auch im billigsten Testgerät, das unter vielen verschiedenen Bezeichnungen verkauft wird. Es besteht nur aus einem Platinchen, das zwischen zwei angeschraubten Acrylglasplättchen als Behältergehäuse sitzt. Die teureren USB-Isolatoren für USB 2.0 High-speed und USB 3.0 sind komplizierter bestückt und arbeiten mit kapazitiver Kopplung.

### Stromtransfer

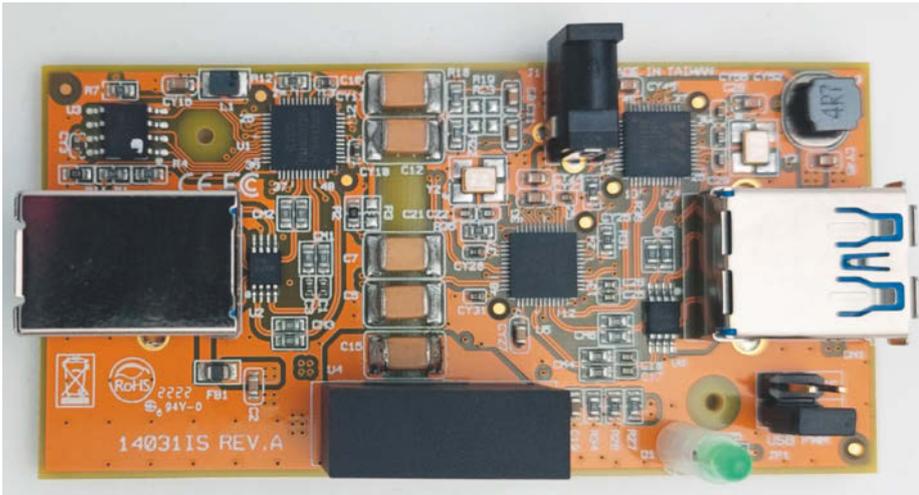
Alledrei Testgeräte haben als Downstream-Port jeweils eine USB-A-Buchse. Dort angeschlossene Geräte speisen sie auch mit 5 Volt. Dazu haben sie eingebaute DC/DC-Wandler, die die vom Host gelieferte Speisung mit galvanischer Trennung „nach unten“ weiterreichen. Diese DC/DC-Module sind Standardprodukte, die es von verschiedenen Firmen gibt. Sie haben eine begrenzte Belastbarkeit und Isolationswirkung, müssen für sichere

Trennung der Up- und Downstream-Stromkreise also korrekt ausgelegt sein. Bei zwei der USB-Isolatoren lässt sich alternativ zur Speisung per DC-DC-Wandler ein externes Netzteil anschließen, siehe Tabelle. Beim Billiggerät muss man dann einen Schiebeschalter umstellen, dessen Stellung mangels Anleitung zu erraten ist. In unseren Tests war das Netzteil beim Anschluss stromdurstiger USB-Peripherie nötig, etwa damit eine USB-Festplatte überhaupt anliefe. Am Adapter ohne Downstream-Speisemöglichkeit funktionierte die Platte prompt nicht.

Die maximal mögliche Isolationsspannung konnten wir nicht seriös messen. Den beiden günstigeren Adaptern trauen wir dabei nicht allzu viel zu, für sicherheitskritische Anwendungen taugen sie sicher nicht. Das billigste Modell hat nicht einmal ein geschlossenes Gehäuse, da wirken 1500 Volt auf der Downstream-



**Blick in einen USB-Isolator: Der Chip in der Mitte trennt die Datenleitungen galvanisch (links). Das schwarze Klötzchen darunter ist der DC/DC-Wandler. Isolierende Schlitze (rechts) in der Platine garantieren noch keine sichere Trennung.**



Der Exsys-Isolator EX-1452IS überträgt USB 3.0 mit 5 Gbit/s und ist komplizierter aufgebaut als USB-1.1-Isolatoren.

Seite potenziell tödlich. Exsys sichert für den EX-1452IS bis 3000 Volt zu, nennt aber keine Norm, nach der das geprüft wurde.

### Hakelige Kopplung

Der USB-Isolator stellt für die USB-Daten eine Störstelle dar, die zu Problemen führen kann. In unseren Tests mit acht verschiedenen USB-Geräten wurden einige vom Host nicht an jedem Isolator erkannt. Außerdem hat jeder USB-Isolator Eigenheiten, die man berücksichtigen muss.

Es geht schon mit der Spezifikation los. Der billigste Adapter ist angeblich zu USB 2.0 kompatibel, überträgt aber höchstens den Fullspeed-Modus mit 12 Mbit/s. Dazu muss der mit „Low/High“ beschriftete Schiebeschalter zudem in der Stellung „High“ stehen, sonst werden Peripheriegeräte, die den Fullspeed-Modus nutzen, gar nicht erst erkannt. Datentransfers zu USB-Sticks und USB-Platten erreichten höchstens 1,1 MByte/s. Zudem sitzen viele USB-A-Stecker nur locker in der anscheinend etwas zu groß dimensionierten Buchse und rutschen leicht heraus. In der Schalterstellung „Low“ funktionieren Tastaturen und Mäuse.

Unter dem ADUM4160-Chip hat der Hersteller einen breiten Streifen der Platine freigehalten und sogar unter dem DC/DC-Wandler einen Schlitz eingefräst. Das deutet auf hohe Isolationswirkung hin. Vom erwähnten Low/High-Schalter auf der Upstream-Seite läuft jedoch ein Signalpfad zur Downstream-Seite, der bei hohen Spannungsdifferenzen problematisch sein könnte. Das wirkt nicht ganz durchdacht.

Auch der vermeintliche „USB-USB-3.0“-Kabeladapter nimmt die USB-Spezifikationen zu locker. Obwohl er blau gefärbte Anschlüsse hat, überträgt er höchstens USB 2.0 Highspeed mit 480 Mbit/s. Immerhin liefert er die je nach Gerät erwarteten Transferraten von bis zu 45 MByte/s. Weil sich der Downstreamport nicht extern speisen lässt, wurde eine USB-Festplatte nicht vom Rechner erkannt. Hier kann ein nachgeschalteter USB-Hub mit Netzteil helfen. Der Hersteller nennt keine maximale Isolierspannung, im Inneren sind keine großen Abstände zwischen Up- und Downstream-Seite erkennbar. Für hohe Differenzspannungen taugt dieser Adapter nicht.

Der Exsys EX-1452IS kostet fast das Zehnfache des billigsten Testgeräts und wirkt sehr solide. Exsys stellt Datenblatt

und Handbuch zum Download bereit. Der EX-1452IS überträgt USB 3.0 mit voller Geschwindigkeit. Bei zwei der drei ausprobierten USB-Sticks brachen Datentransfers manchmal ab. Ein anderer USB-3.0-Stick, eine USB-3.2-Gen-2-SSD sowie Tastatur, Maus und Audio-Interface liefen hingegen reibungslos. Die erwähnte USB-Magnetfestplatte funktionierte nur mit dem optionalen Netzteil.

Stolperfallen lauern jedoch beim Anschluss des EX-1452IS: Er funktioniert nicht an reinen USB-2.0-Ports, sondern setzt USB 3.x voraus. Und während der Host die anderen Isolatoren nicht als zusätzliche Geräte erkennt, stecken im EX-1452IS mehrere Hub-Chips, die Treiber benötigen. Das sind zwar Standardtreiber (unter Windows: „Generischer USB-Hub“), doch Windows 11 installierte sie nicht automatisch. Wir mussten manuell via Geräte-Manager nachhelfen: Treiber aktualisieren/Auf meinem Computer nach Treibern suchen/Aus einer Liste ...

### Fazit

USB-Isolatoren lösen einerseits Probleme, die durch galvanische Kopplung entstehen, schleppen andererseits aber neue ein: Manche USB-Geräte funktionieren daran nicht oder bloß lahm. Einen bezahlbaren Allzweck-Isolator für USB-Verbindungen scheint es bisher nicht zu geben. Mit den Billiggeräten muss man schlichtweg ausprobieren, ob das jeweilige Peripheriegerät daran funktioniert. Der Exsys EX-1452IS kostet zwar 160 Euro, ist aber klar das beste Gerät in diesem Testfeld.

(ciw@ct.de) **ct**

## USB-Isolatoren

Gerät	HY-A-U8 REV 3.0	USB-USB-3.0	EX-1452IS
Hersteller	Xuan2u (auch Douk Audio/Arceli)	Liutt (bei Amazon)	Exsys
maximale USB-Transferrate	USB 1.1 Fullspeed (12 Mbit/s)	USB 2.0 Highspeed (480 Mbit/s)	USB 3.0 = USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s)
Anschluss Upstream / Downstream	Micro-USB / USB-A	USB-A-Kabel / USB-A	USB-B / USB-A
max. Spannungsunterschied lt. Herst.	1500 Volt	k. A.	3000 Volt
Anschluss USB-Speisung Downstream	Micro-USB	–	Hohlstecker
mitgeliefertes Zubehör	Kabel USB-A auf Micro-USB	–	USB-A-B-Kabel 1,6 m, verschraubbar, Halterung
weitere Zubehör	–	–	Netzteil EX-6993 (30 €)
Besonderheiten	wird mit USB 2.0 beworben, kann nur USB 1.1; Fullspeed-Geräte funktionieren nur in Schalterstellung „High“	wird mit USB 3.0 beworben, kann nur USB 2.0	funktioniert nur an Host-Buchsen ab USB 3.0
USB-Isolation	optisch (AD ADUM4160)	kapazitive Kopplung	kapazitive Kopplung
Treiber nötig	–	–	✓ (generischer USB-Hub)
Leistungsaufnahme Leerlauf	0,08 <sup>1</sup> / 0,11 W	0,13 W	0,3 W
Preis	18 €	55 €	158 €

<sup>1</sup> bei externer Einspeisung