

## Batterie- und Ladekontakte



Präsentation Design & Elektronik  
Batterieladekonzepte und Stromversorgungsdesign

**Hans Burkhartsmaier**  
(Geschäftsführer)

Internet: [www.uweelectronic.de](http://www.uweelectronic.de)

## Inhaltsverzeichnis

Anforderungen an Batteriekontakte, Übergangswiderstände	Seite 1
Spezielle Anforderungen, Technologien, Schraubenfedern	Seite 2
Federbügelkontakte, Steckkontakte	Seite 3
Sicherheitskritische Anwendungen, Funktionsweise	Seite 4
Zuverlässigkeit und Lebensdauer	Seite 5
Integrationsdichte, Zusammenfassung	Seite 6
Standard Batteriekontakte	Seite 7
Batteriekontakte zur SMD-Bestückung	Seite 15
Miniatur-Hochstromkontakt	Seite 16
Anwendungsbeispiele	Seite 17

## Höhere Zuverlässigkeit und Lebensdauer bei Batterie- und Ladekontakten

Hans Burkhartsmaier **uwe electronic GmbH**

### Anforderungen an Batterie- und Ladekontakte

Der ideale Kontakt für Batterie- und Ladefunktionen muß vielfältigen, teilweise widersprüchlichen Anforderungen genügen. Er muß mehrere tausend Kontaktierungszyklen aushalten, ohne nennenswert an Qualität einzubüßen. Dabei sollte einerseits ein niedriger, über die Lebensdauer möglichst konstanter Übergangswiderstand erreicht werden, andererseits sollte die Verbindung prell- und funkenfrei stattfinden und auch unter widrigen Umständen absolut zuverlässig sein, und dies bei noch verträglichen Kontaktkräften.

Üblicherweise denken wir bei „niedriger Kontaktwiderstand“ an fest sitzende bzw. fest aufgeschobene Stecker, wobei hier das „fest sitzen“ für erheblichen Verschleiß sorgt, der wiederum in einer nur sehr kurzen Lebensdauer von typischerweise deutlich weniger als 100 Steckzyklen resultiert. Dies mag für interne Batteriekontakte eines portablen Geräts mit langlebigen, wieder-aufladbaren Batterien die während der Lebensdauer des Geräts nur einige Male getauscht werden müssen durchaus eine akzeptable Lösung sein. In dem Moment, wo aber diese Batterie z.B. aber häufiger gegen eine Reservebatterie getauscht werden kann oder muß, versagt das Konzept und es müssen andere Lösungen gefunden werden.

### Die Bedeutung des geringen Übergangswiderstandes

Das naheliegendste Argument für einen geringen Übergangswiderstand zwischen der Batterie in einem mobilen Gerät und dem Gerät selbst ist natürlich, daß Leistung die nach der altbekannten Formel  $P=R \times I^2$  am Kontakt selbst „verbraten“ (d.h. in Wärme umgesetzt) wird, dem Gerät und dessen Anwendung nicht mehr zur Verfügung steht. Dies mag in vielen Fällen trivial erscheinen, in den Sonderfällen sehr kleiner Systeme (mit dementsprechend geringen Batteriekapazitäten) oder bei sehr starken Lastströmen sind die Folgen zu hoher Übergangswiderstände jedoch durchaus bedeutend. Hier resultiert geringerer Übergangswiderstand direkt in längerer Laufzeit des Gerätes.

Mit fortschreitender Entwicklung der Intelligenz mobiler Geräte erlangt jedoch eine weitere Anwendung immer stärkere Bedeutung: Die Vorhersage der Restlaufzeit des Gerätes.

Die bekanntesten Anwendungsbeispiele sind hier die Angabe der voraussichtlichen Restlaufzeit in Minuten bei Mobilcomputern („Laptops“) und in vereinfachter Form die Balkenanzeigen für den Ladezustand bei Mobiltelefonen und Rasierapparaten. Um hier präzise Aussagen treffen zu können muß die aktuelle Batteriespannung genau bekannt sein.

Den Einfluß der in Reihe geschalteten Kontaktwiderstände zeigt das nachfolgende Rechenbeispiel:

Wenn die Anwendung einen Strom von nur 500mA benötigt und der Übergangswiderstand eines Batteriekontaktes nur 25mOhm beträgt (d.h. sich bei zwei Batteriekontakten insgesamt 50mOhm ergeben) errechnet sich schon eine Spannungsdifferenz von 25mV zwischen dem gemessenen und dem aktuellen Wert. Dies kann bei einigen Batterietechnologien bis zu 20 Minuten Unterschied (Verkürzung) der errechneten Laufzeit ergeben.

Abgesehen von dem unangenehmen Effekt der kürzeren Betriebszeit des Gerätes führt dies aber auch zu mehr Ladezyklen und damit einer kürzeren Lebensdauer der Batterie.

Das Beispiel zeigt auch sehr schön den Effekt den der Verschleiß eines Batteriekontakts (der sich elektrisch primär im Ansteigen des Übergangswiderstandes zeigt) auf die Gesamtlebensdauer der Batterien hat.

## Spezielle Anforderungen

Für häufige Kontaktierungszyklen wie zum Beispiel bei Ladeschalen für mobile Geräte ergeben sich über das oben gesagte hinaus noch weitere Anforderungen:

Es muß sichergestellt sein, daß die Verbindung ihre elektrischen Eigenschaften auch über eine hohe Zyklenzahl beibehält. Bei Standby – Anwendungen können dies über die normale Gerätelebensdauer durchaus 30.000 Zyklen und mehr werden.

Darüber hinaus ist –speziell bei Einsatz in sicherheitskritischen Anwendungen wie zum Beispiel in der Medizintechnik- sicherzustellen, daß das gerät jederzeit sicher ankontaktiert wird. Dies muß unabhängig von Fertigungs- und Aufstellungstoleranzen sowie möglicher Verschmutzungen zwischen den Wartungszyklen jederzeit der Fall sein.

Abhängig von der verwendeten Technologie muß auch Kontaktprellen und Funkenbildung ausgeschlossen sein, um Beschädigungen an der gegebenenfalls vorhandenen Batterieelektronik auszuschließen.

## Auswahl der passenden Technologie

„Klassische“ Technologien für Batterie- und Ladekontakte sind diskrete, eingepreßte Schraubenfedern, Federkontakte („bent metal contacts“) und alle Arten von Stecker-Buchsen-Kombinationen („pin and socket contacts“).

Betrachtet man jedoch die oben beschriebenen Anforderungen, so haben alle diese „klassischen“ Technologien mehrere, zum Teil erhebliche Nachteile.

## Diskrete Schraubenfedern

Diskrete Schraubenfedern sind die billigste, aber auch unzuverlässigste Lösung. Sind als Einzelteile zum Einlöten verfügbar, können aber auch bei sehr hohen Stückzahlen mit kundenspezifischen Metallpress- und Biegeteilen kombiniert werden. Sie werden bei sehr hohen Stückzahlen heute noch in einfachen, typischerweise mit Einwegbatterien betriebenen Geräten und in Billig-Ladegeräten eingesetzt. Sie benötigen einen relativ großen, möglichst planen Gegenkontakt, den die Minuselektrode einer zylindrischen Standardformatbatterie darstellen kann. Diese Kontakte haben im Allgemeinen eine Oberfläche aus Nickel und einen breit streuenden Übergangswiderstand, der im Bereich von 50mOhm und mehr liegt. Diese Kontakte sind empfindlich gegen Fehlbedienung (seitliche Belastung) und haben als Batteriekontakte eine kurze Lebensdauer. In hochwertiger Ausführung und in ein entsprechendes mechanisches Design eingebettet können als Ladekontakt bei einfachen Batterietechnologien (NiCd/NiMH) brauchbare Ergebnisse erzielt werden.



Bild 1: Einfacher Schraubenfeder-Kontakt

## Federbügelkontakte

benötigen keinen spezifischen Gegenkontakt, sie können kostengünstig direkt auf Leiterplatten oder andere glatte Flächen kontaktieren. Sie sind als Batterie- und Ladekontakte eine sehr kostengünstige Lösung, wenn Sie als fertiges Modul eingekauft werden können. Kundenspezifische Fertigung ist aufwendig und bei kleinen Stückzahlen relativ teuer (Werkzeugkosten!)

Bei entsprechender Oberflächenveredelung stellen sie eine einigermaßen dauerhafte Lösung dar, deren Lebensdauer hier aber trotzdem auf etwa 5.000 bis 10.000 Zyklen beschränkt ist. Der zunächst sehr niedrige Übergangswiderstand in der Größenordnung von etwa 5-10 mOhm nimmt mit steigendem Alter und Verschleiß zu.

Hauptnachteil in einer Anwendung als Batterie- und Ladekontakt sind die geringe Kontaktierungssicherheit, der relativ geringe Arbeitsbereich („Federweg“) und der relativ große Platzbedarf.



Bild 2: Federbügelkontakt in gemischter Technologie

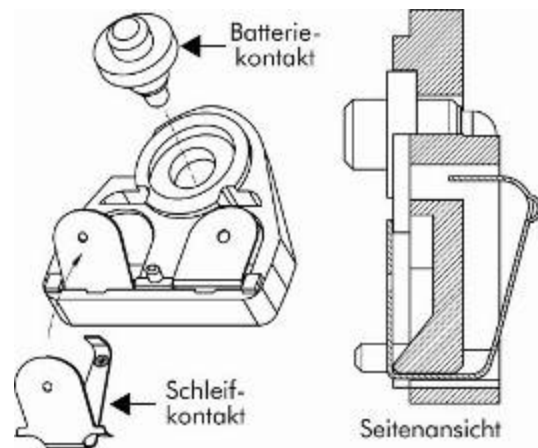


Bild 3: Skizze Federbügelkontakt in gemischter Technologie

## Steckkontakte

Steckkontakte gibt es in den verschiedensten Ausführungen. Die Stecker (pin) benötigen jedoch immer ein spezifisches Gegenstück (Socket), d.h. ein direktes Ankontaktieren von Batterien oder Leiterplatten ist nicht möglich. Als Batteriekontakte werden die Kontaktpaare meist in einfacher Ausführung einmal verbunden und im nur beim Ersatz der Batterie am Ende der Lebensdauer getrennt. Der Kontaktwiderstand liegt im Bereich von etwa 25mOhm, die geringe Lebensdauer von deutlich weniger als 100 Zyklen ist hierbei unerheblich. Für häufigere Wechsel der Batterie gibt es höherwertige Stecker-Buchse-Kombinationen, die bei deutlich höheren Kosten auch einige hundert Zyklen Lebensdauer erreichen können. Als Ladekontakte sind Steckkontakte aufgrund der geringen Zyklenzahl für professionelle Anwendungen kaum geeignet.

Hochwertige Sonderausführungen wie Wire Mesh, Wire Sleeve und Pin-and-Basket wären zwar von Zyklenfestigkeit und elektrischen Eigenschaften her geeignet, scheiden aber wegen der enormen Kosten als Lösungen für Batterie- und Ladekontakte aus.

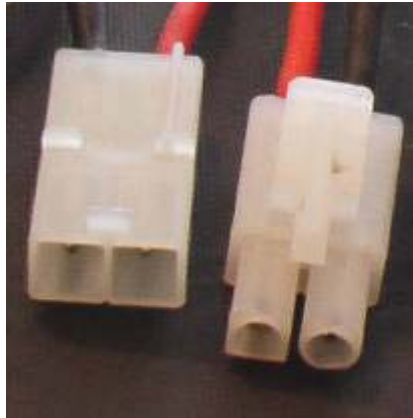


Bild 4: Beispiel für Steckkontakte als Batteriekontakt

### **Die ideale Lösung für höherwertige und sicherheitskritische Anwendungen**

Diese Technologie basiert auf den bewährten Federkontaktstiften, die im Leiterplattentest bereits seit mehr als 20 Jahren eingesetzt werden.

### **Funktionsweise von Batteriekontakten nach dem Federkontaktstift-Prinzip**

Ein Federkontaktstift besteht üblicherweise aus einem Kolben, der sich in einem Zylinder bewegt. Eine interne Feder sorgt dabei für den gewünschten Kontaktdruck. Bild 4 zeigt den typischen Aufbau eines Batteriekontakts, der als Federkontaktstift realisiert ist.

Wichtig ist zu bedenken, daß der Strom NICHT durch die Feder fließt. Der Strom fließt von der Spitze des Kontakts über den Rand des Kolbens in die Innenseite des Zylinders, durch diesen hindurch an die Außenseite bis zur Abkontaktierung, die z.B. am Flansch oder in der unteren Hälfte des Zylinders stattfinden kann.

Der Gesamtwiderstand der Kontaktierung hängt dabei von den verwendeten Materialien des Federkontaktstiftes, den Übergangswiderständen an Zu- und Abkontaktierung sowie dem Übergangswiderstand zwischen Kolben und Zylinder ab.

Es liegt dabei an der Materialauswahl für die einzelnen Komponenten, der Qualität des [mechanischen] Aufbaus und der sorgfältigen Montage, welche elektrischen Eigenschaften sich letztendlich für den Kontakt ergeben. Entwurfsziel ist ein gleichbleibender, möglichst niedriger Gesamtübergangswiderstand. Entscheidend für einen gleichbleibenden und geringen Übergangswiderstand für den kritischen Übergang zwischen Kolben und Zylinder ist ein konstanter, über die Zeit weitgehend unveränderter und guter Kontakt. Dies wird durch ein gezieltes Verkannten des Kolbens innerhalb des Zylinders mit einer gezielten Vorspannung („Bias“) erreicht.

## Aufbau eines Batteriekontaktes in Federkontaktstift-Technologie

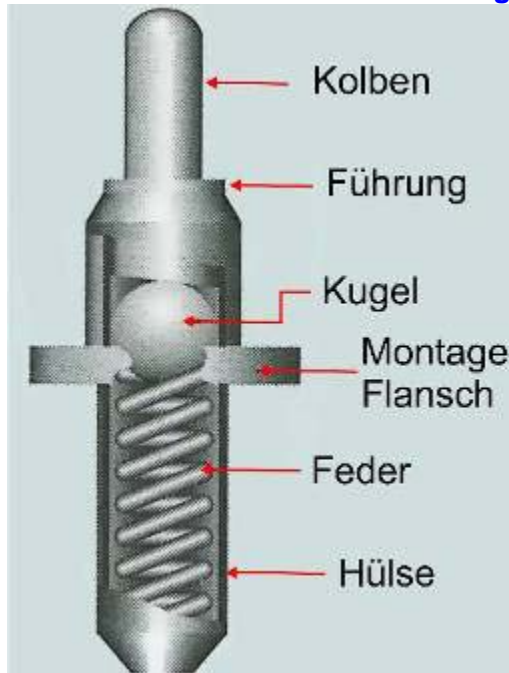


Bild 5: Aufbau eines Batteriekontaktes in Federkontaktstift-Technologie

## Ergebnisse: Höhere Zuverlässigkeit und Lebensdauer

Mit optimierten Bias-Verfahren können Gesamt-Übergangswiderstände von deutlich unter 5 mOhm (typisch 3mOhm) erreicht werden. Die Gesamt-Lebensdauer eines Kontakts dieser Technologie kann dabei je nach Umfeld bis zu 1 Million Zyklen erreichen, und dies bei Streuungen von maximal 2 mOhm (typisch 1 mOhm) über die Lebenszeit!

Bild 6 zeigt den aktuell gemessenen Gesamt-Übergangswiderstand von insgesamt 64 Batterie-federkontaktstiften zu einer goldbeschichteten Referenz-Kontaktfläche über 20.000 Zyklen.

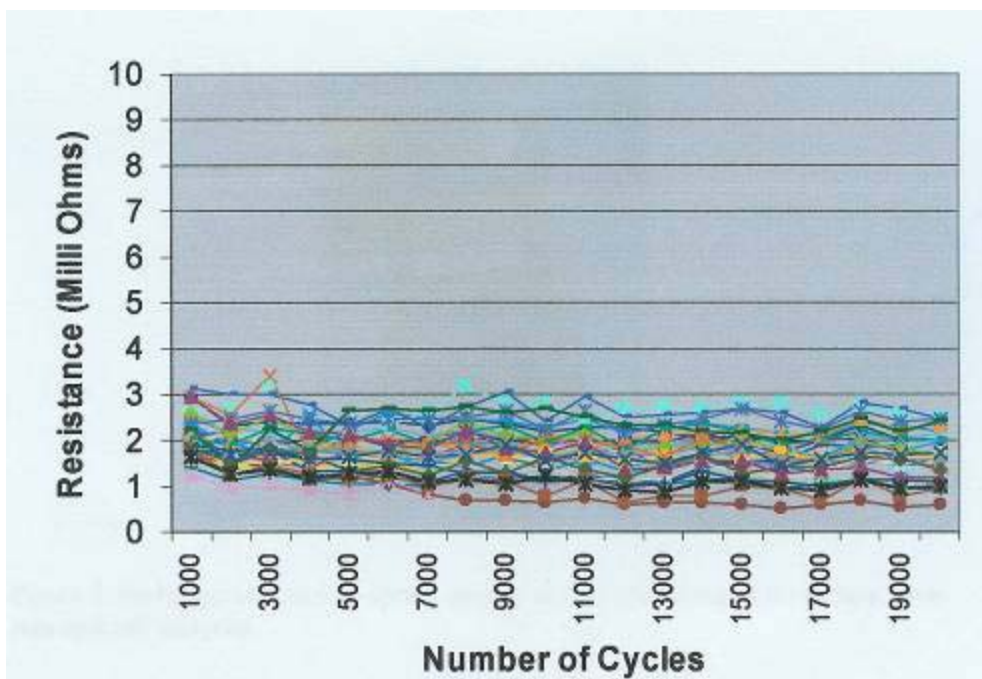


Bild 6: Meßergebnisse des Übergangswiderstandes bei 64 Batteriekontakten mit Federkontaktstift-Technologie

## Hohe Integrationsdichte

Neue Batterietechnologien ermöglichen immer höhere Leistungsdichten, d.h. die Batterien selbst werden bei gleichbleibender Kapazität immer kleiner. Federkontaktstift-basierende Verbindungen ermöglichen z.B. Dauerlasten bis zu 4 A bei einem Kontaktabstand von nur 1,27mm.



Bild 7: Konfigurationen von Batteriekontakten mit Federkontaktstift-Technologie

Die hohe Qualität der Kontaktierung ermöglicht es, auch hochfrequente Datenströme mit dem gleichen Kontakttyp zu übertragen, der für die Ladefunktionen benutzt wird. Dies vereinfacht den Entwurf kundenspezifischer Schnittstellen zum Beispiel bei „intelligenten“ Ladeschalen-Anwendungen und reduziert so die Gesamtkosten. Mit Federkontaktstift-basierenden Batteriekontakten können also einfach, schnell und kostengünstig die verschiedensten kundenspezifischen Schnittstellen entworfen und realisiert werden, mit denen nicht nur Ladestrom, sondern auch alle anderen Arten von Signalen von USB bis zum Antennensignal vom Basis- zum Mobilgerät übertragen werden können

## Zusammenfassung

Es gibt viele bewährte Arten von Batterie- und Ladekontakten, die alle Ihre spezifischen Vor- und Nachteile haben. Im stark wachsenden Markt der „höherwertigen“ und „intelligenteren“ Mobilgeräte besteht bei den Kunden eine höhere Erwartung an Zuverlässigkeit und Lebensdauer. Auf Federkontaktstift-Technologie basierende Batteriekontakte haben durch Ihre guten elektrischen Eigenschaften und ihre lange Lebensdauer speziell bei kleinen und mittleren Stückzahlen bis etwa 1 Mio. Stck./Jahr ein gutes Preis- Leistungsverhältnis. Dadurch stellen sie in diesem Segment eine attraktive Alternative zu bisherigen Technologien dar.

In Bereichen, die auf höchste Zuverlässigkeit und Lebensdauer angewiesen sind (Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, Militär) gibt es ohnehin keine sinnvolle Alternative.

	Typ. Widerstand [mΩ]	Widerstands-toleranz	Kontaktierungs-sicherheit	Platz-bedarf	Max. Lebensdauer [Zyklen]
FKS-Batteriekontakte	<10	sehr gering	sehr gut	sehr gering	bis zu 1.000.000
Bügfederkontakte	<10	gering	mäßig bis gut	gering	5.000 bis 10.000
Stecker-Buchse Steckverbinder	25	2	gut	größer	50 bis 500
Diskrete Schraubenfedern	>50	sehr groß	gering (wegabhängig)	groß	50 bis 5.000

	Federkraft [N]	Möglicher Betriebs-hub [mm]	Maximale Betriebstemp. [°C]	Kosten bei geringen Stückzahlen	Kosten bei hohen Stückzahlen
FKS-Batteriekontakte	0,1 – 10,0	0,1 – 25	180	niedrig	niedrig
Bügfederkontakte	0,15 – 1,6	0,3 – 3	125	hoch	sehr niedrig
Stecker-Buchse Steckverbinder	-	<1	125	niedrig	mittel
Diskrete Schraubenfedern	<1 N	1 - 10	125	mittel	sehr niedrig



## Anwendungsbeispiele für Batteriekontakte

- Handheld-Geräte
- Batterie-Ladeschalen
- Handy-Ladeschalen
- Sprechfunkgeräte (z.B. Polizei)
- Kransteuerungen
- Falschpark-Registriergeräte (Politesse/Ordnungsamt)
- Elektrische Zahnbürsten
- Elektrische Rasierer
- Leuchtlupen (Zahnarzt/Arzt)
- Hörgeräte
- Handys / tragbare Telefone / Einbautelefone
- Kopfhörer
- Roboterschnittstellen
- Taxameter (Fahrpreisberechnung Taxi)
- Schalter für sicherheitsrelevante Stromabschaltung

## Produktübersicht

### ATE „Automatic Test Equipment“ und kundenspezifische Verbinder



Federkontakte



Testsockel



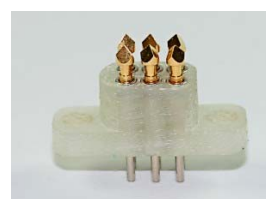
Batteriekontakte



Koax-Kontakte

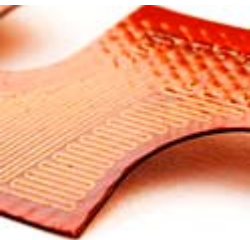


Schnittstellen



Testadapter

### Temperaturmanagement



Heizfolien



Ring- und Flachheizkörper



Fühler



Heizpatronen



Regler



Peltierelemente



Schaltschrankkühlung

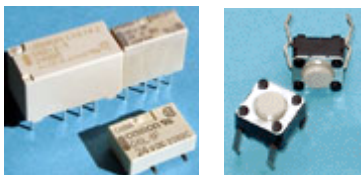


Halbleiterrelais



BGA-Kühlkörper

### Elektromechanische Komponenten und Industrie-Automatisierung



- Automation und Antriebssysteme
- Sensorik (Optische-, Näherungs-, Spezial-, Drucksensoren und Drehgeber)
- Sicherheitstechnik (Lichtschranken, Lichtgitter, Sicherheitsschalter)
- Schalter (Mikroschalter, Kippschalter und Codierschalter)
- Relais (Leiterplatten-, Industrie-, Halbleiter- und Mosfet Relais)