

# Atlas ESR<sup>+</sup>

*Kapazitäts und Serienersatzwiderstandsmessgerät*

*Modell ESR70*



In GB entwickelt und mit Stolz hergestellt.

## Benutzerhandbuch

© Peak Electronic Design Limited 2004/2020

Im Interesse der Weiterentwicklung können die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen ohne vorherige Ankündigung geändert werden - E&OE



## **Möchten Sie Ihr Gerät sofort nutzen?**

Wir verstehen, dass Sie es nicht erwarten können, Ihren Atlas ESR zu nutzen. Das Gerät ist betriebsbereit; allerdings sollten Sie vor Inbetriebnahme einen Blick in das Benutzerhandbuch werfen und sicherstellen, dass Sie zumindest die Hinweise auf Seite 4 gelesen haben!

## **Inhalt**

## **Seite**

---

Einführung .....	3
Sicherheitshinweise .....	4
Hinweise zum ES .....	5
Analyse von Kondensatoren .....	6-8
Typische ESR-Werte .....	9-10
Akustische Signale.....	11
Messfühler-Kompensation.....	12
Pflege Ihres Atlas ESR .....	13
Anhang A - Fehlersuche .....	14
Anhang B - Technische Daten .....	15
Anhang C - Gesetzliche Informationen .....	16

## Einführung

Der Atlas ESRist ein technisch hochentwickeltes Instrument, das speziell zur Analyse des Serienersatzwiderstandes von Kondensatoren (innerhalb oder außerhalb des Schaltkreises) entwickelt wurde. Außerdem zeigt es die Kapazität des zu prüfenden Geräts an.

### Zusammenfassung der Leistungsmerkmale:

- ESR Messbereich 0 bis  $40\Omega$  ( $20\Omega$  für ESR60).
- Niedrige ESR-Auflösung von  $0,01\Omega$ .
- Kapazitätsbereich von  $1\mu\text{F}$  bis  $22000\mu\text{F}$ .
- Kann für auch für Prüfungen im Niedrig-Ohm-Bereich eingesetzt werden.
- Dank des integrierten gesteuerten Entladeschaltkreises verringert sich die Notwendigkeit des Benutzers, die Kondensatoren vor dem Test manuell zu entladen.\*
- Zur Verwendung innerhalb oder außerhalb des Schaltkreises für ESR- und Niedrig-Ohm-Widerstandsmessungen.
- Der ESR70 gibt hörbare Warnsignale aus, um den Benutzer schnell über den ESR-Prüf-Status zu informieren.
- Die automatische Analyse startet, wenn die Komponente erkannt wird.
- Automatische und manuelle Abschaltung.

### \* Hinweis:

Der Entladeschaltkreis existiert, weil ein geladener Kondensator das Gerät eher seltener beschädigt. Wenn der zu prüfende Kondensator zum Beispiel ein Potenzial von einigen Zehntelvolt hat, wird die Ladung automatisch entfernt. Der Benutzer ist dafür verantwortlich sicherzustellen, dass jeder gefährlich aufgeladene Kondensator vor dem Anschluss an das Gerät sicher entladen wird.

## Sicherheitshinweise

### **WARNHINWEIS:**

**Dieses Instrument darf NIEMALS an Geräte/Komponenten angeschlossen werden, die unter Strom stehen.**

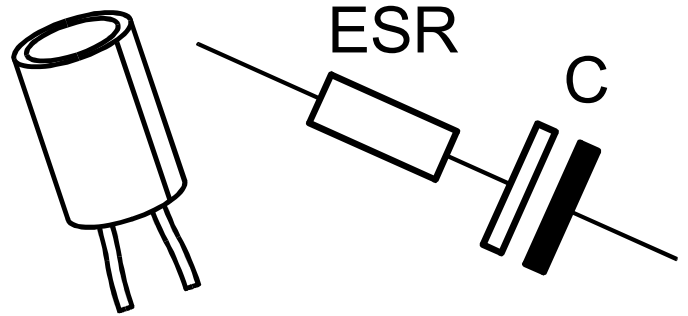
**Der Benutzer ist dafür verantwortlich sicherzustellen, dass alle gefährlich geladenen Kondensatoren vor dem Anschluss an das Gerät sicher entladen werden.**

**Damit der Selbstschutzmechanismus des Geräts funktionieren kann, stellen Sie stets sicher, dass der Atlas ESR alle Analysen abgeschlossen hat, bevor der Messfühler an eine Komponente angeschlossen wird.**

**Nichtbeachtung dieser Warnhinweise kann zu Verletzungen, Beschädigung der zu prüfenden Geräte, Beschädigung des Atlas ESR und zum Verlust der Herstellergarantie führen.**

## Hinweise zum ESR

ESR (Equivalent Series Resistance = Seriensatzwiderstand) ist, wie es die Abkürzung schon sagt, der Wert des Widerstandes, der effektiv mit einem idealen Kondensator in Reihe geschaltet ist.



Selbstverständlich ist kein Kondensator ideal und der detaillierte Ersatzschaltkreis eines typischen Kondensators ist sehr komplex. Für zahlreiche Elektrolytkondensatoren sind jedoch die zwei wichtigsten Parameter hinsichtlich der Leistung des Kondensators die Kapazität und der ESR.

Eine Erhöhung der ESR (aufgrund von Alter, Missbrauch oder Temperaturschwankungen) kann zu Beeinträchtigungen der Kondensatorleistungen führen. Der Kondensator erweist sich dann als wenig „ideal“ und beginnt mehr Strom abzuleiten, wohingegen ein idealer Kondensator null Strom ableitet.

Die Hersteller von Kondensatoren geben den ESR ihrer Produkte normalerweise mit 100kHz an, was auch die Prüffrequenz des Atlas ESR ist.

Manchmal geben Hersteller ESR bei 100Hz oder 120Hz an, da die Kondensatoren auf gleichgerichtete Netzanwendungen ausgerichtet sein können. ESR ist jedoch im Allgemeinen nicht sehr frequenzabhängig, so dass es vernünftigerweise als gleichwertig mit Messwerten bei 100kHz angesehen werden kann.

**Hinweis:** Der Atlas ESR ignoriert automatisch die Reaktanz des Kondensators.

## Analyse von Kondensatoren

Der Peak Atlas ESR wurde entwickelt, um den Serieneratzwiderstand ESR von Kondensatoren innerhalb oder außerhalb des Schaltkreises zu analysieren. Die beiden Messfühler können auf beliebige Weise an die Komponente angeschlossen werden. Beachten Sie jedoch, dass schaltungsinterne Prüfungen normalerweise zu weniger genauen Messwerten führen.

**Wichtig:** Zur Minimierung der Gefahr von Schäden am Gerät sicherstellen, dass der Atlas ESR vor dem Anschluss der Messfühler am Kondensator alle vorherigen Analysen abgeschlossen hat. Dies gewährleistet, dass der eingebaute Schutzschaltkreis für etwaige Ladungen gerüstet ist, die eventuell im Kondensator vorhanden sind.

Der Atlas ESR muss zuerst durch kurzes Drücken der **on-test** Taste eingeschaltet werden.

Monitoring for  
component...

Das Gerät startet eine Komponenten-Analyse, sobald es erkennt, dass die Messfühler des offenen Kreislaufs an eine Komponente angeschlossen wurden oder wenn die **on-test** Taste erneut gedrückt wird.

Analysing...

Wenn der Kondensator geladen ist (<50V), versucht der Atlas ESR den Kondensator zu entladen, während die Anzeige den Fortschritt des Prozesses anzeigt:

Discharging...  
Capacitor V= 23V

Wenn der Atlas ESR die an den Messfühlern angeschlossene Komponente nicht erkennen kann oder die Kapazität außerhalb des Messbereichs liegt, wird eventuell folgende Meldung angezeigt:

Open circuit or  
low capacitance.

## Analyse von Kondensatoren Fortsetzung...

Normalerweise dauert die gesamte ESR-Analyse weniger als 2 Sekunden, gefolgt von etwa 10 Sekunden für das Messen der Kapazität (je nach den Eigenschaften des Kondensators).

Sobald eine gültige ESR-Ablesung vorliegt, wird der ESR-Wert angezeigt, während das Gerät mit dem Messen der Kapazität fortfährt.

```
Measuring C...
ESR = 0.21Ω
```

```
Cap = 476.6µF
ESR = 0.21Ω
```

Wenn sich das Vorhandensein eines externen Schaltkreises nicht nachteilig auf die Messung der Kapazität ausgewirkt hat, wird der Wert des Kondensators angezeigt.

Wenn die Kapazität nicht ermittelt werden konnte (weil es sich eventuell um einen schaltungsinternen oder „undichten“ Kondensator handelt), zeigt das Display nur den gemessenen ESR-Wert an.

```
In-Circuit/Leaky
ESR = 0.21Ω
```

Es ist nicht notwendig, auf das Ende der Kapazitätsmessung zu warten, wenn Sie der Kapazitätswert nicht interessiert. Wenn die Messfühler vor Abschluss der Kapazitätsmessung von der zu prüfenden Komponente entfernt werden, bestätigt das Display, dass die Kapazität nicht gemessen wurde:

```
(C not measured)
ESR = 0.21Ω
```

Es kann sinnvoll sein, die Messfühler zu trennen, bevor die Kapazitätsmessung abgeschlossen ist, wenn Sie einfach den ESR von mehreren Komponenten in Folge prüfen möchten.

## Analyse von Kondensatoren Fortsetzung...

Wenn der ESR den messbaren Maximalwert überschreitet, erscheint eventuell folgende Anzeige:

```
In-Circuit/Leaky
ESR = >40.0Ω
```

Der ESR-Messbereich wird automatisch während der Analyse bestimmt. Normalerweise wird die Auflösung für die ESR-Messung wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

ESR-Wert	Automatisch gewählter Prüfstrom	Nennwert der Auflösung bei Messungen
0,00Ω – 2,00 Ω	20mA	0,01 Ω
2,0 Ω – 20,0 Ω*	2mA	0,1 Ω
20,0 Ω – 40,0 Ω*	1mA	0,2 Ω

Obwohl die Messauflösung normalerweise vom absoluten ESR-Wert abhängt (siehe obige Tabelle), können niedrige Kapazitätswerte zu einer schlechteren ESR-Messauflösung führen.

\* Die maximale ESR-Messung ist für das Modell ESR60 auf 20Ω und für das Modell ESR70 auf 40Ω begrenzt.

***Bei dem Messen von Kondensatoren in einer Parallelschaltung ist der angezeigte ESR-Wert effektiv der Wert aller parallel geschalteten Kondensatoren und nicht nur der ESR-Wert des Kondensators, der in Kontakt mit den Messfühlern ist.***



## Typische ESR-Werte

	10V	16V	25V	35V	63V	160V	250V	400V	630V
<b>4,7µF</b>	42,0Ω	35,0Ω	29,0Ω	24,0Ω	20,0Ω	16,0Ω	13,0Ω	11,0Ω	8,5Ω
<b>10µF</b>	20,0Ω	16,0Ω	14,0Ω	11,0Ω	9,3Ω	7,7Ω	6,3Ω	5,3Ω	4,0Ω
<b>22µF</b>	9,0Ω	7,5Ω	6,2Ω	5,1Ω	4,2Ω	3,5Ω	2,9Ω	2,4Ω	1,80Ω
<b>47µF</b>	4,2Ω	3,5Ω	2,9Ω	2,4Ω	2,0Ω	1,60Ω	1,30Ω	1,10Ω	0,85Ω
<b>100µF</b>	2,0Ω	1,60Ω	1,40Ω	1,10Ω	0,93Ω	0,77Ω	0,63Ω	0,53Ω	0,40Ω
<b>220µF</b>	0,90Ω	0,75Ω	0,62Ω	0,51Ω	0,42Ω	0,35Ω	0,29Ω	0,24Ω	0,18Ω
<b>470µF</b>	0,42Ω	0,35Ω	0,29Ω	0,24Ω	0,20Ω	0,16Ω	0,13Ω	0,11Ω	0,09Ω
<b>1000µF</b>	0,20Ω	0,16Ω	0,14Ω	0,11Ω	0,09Ω	0,08Ω	0,06Ω	0,05Ω	0,04Ω
<b>2200µF</b>	0,09Ω	0,08Ω	0,06Ω	0,05Ω	0,04Ω	0,04Ω	0,03Ω	0,02Ω	0,02Ω
<b>4700µF</b>	0,04Ω	0,04Ω	0,03Ω	0,02Ω	0,02Ω	0,02Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,01Ω
<b>10000µF</b>	0,02Ω	0,02Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,00Ω
<b>22000µF</b>	0,01Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,01Ω	0,00Ω	0,00Ω	0,00Ω	0,00Ω	0,00Ω

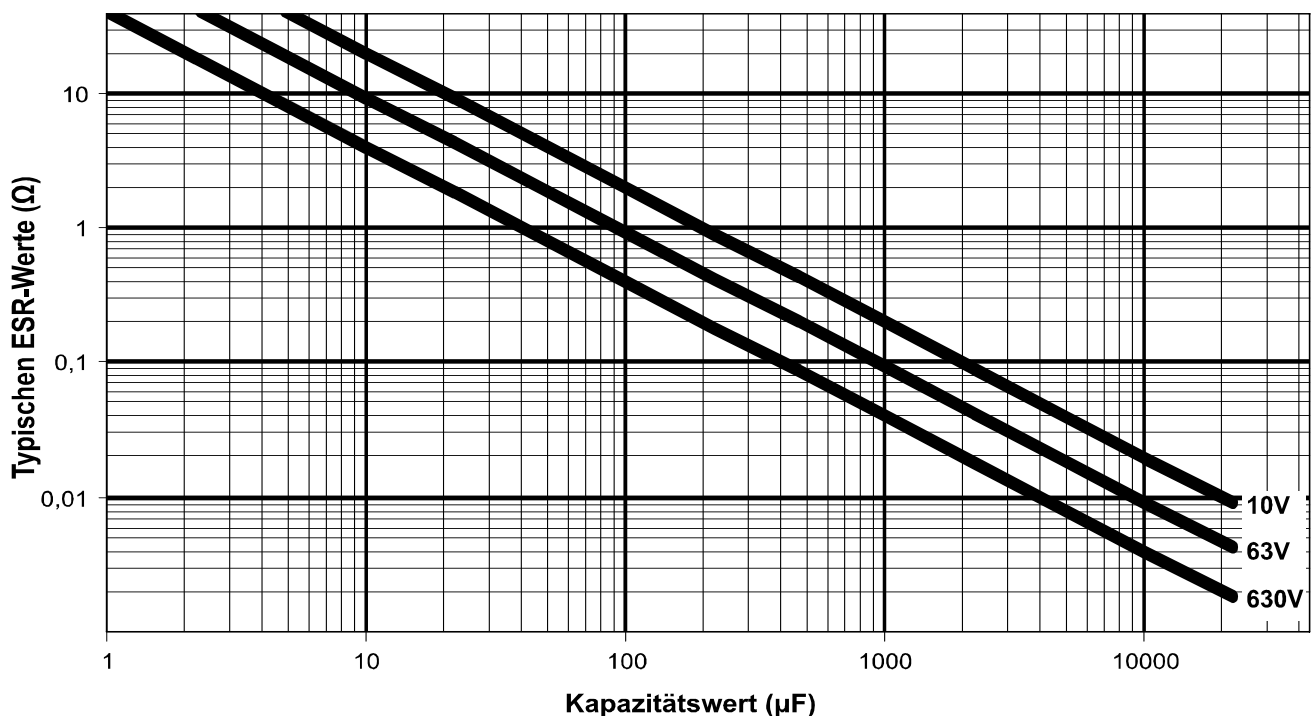
Denken Sie daran, dass niedrigere ESR-Werte besser sind.

## Typische ESR-Werte

Es ist nicht möglich, eine endgültige Regel für ESR-Werte aufzustellen, die für alle Situationen akzeptabel ist. Als grobe Richtlinie zeigt die vorherige Tabelle die "typischen" ESR-Werte für eine Reihe verschiedener Kapazitäts- und Spannungswerte. Denken Sie daran, dass niedrigere ESR-Werte besser sind.

Der erwartete ESR-Wert hängt weitgehend vom Kapazitätswert und der Nennspannung des Kondensators, aber auch von Temperaturwerten und anderen Faktoren ab. Manche Kondensatoren sind so aufgebaut, dass sie sehr niedrige ESR-Werte aufweisen, während herkömmliche Billigprodukte meist höhere, aber dennoch akzeptable Werte ergeben.

Das folgende logarithmisch skalierte Diagramm dient nur als Richtlinie und zeigt "typische" ESR-Werte für einen Bereich unterschiedlicher Kapazitäts- und Spannungswerte.



Bitte beachten Sie, dass es sich bei den obengenannten Werten nur um **typische** Werte für elektrolytische Geräte mit Standardqualität bei Zimmertemperatur handelt. Bitte vergleichen Sie die abgelesenen Werte mit den Werten für den zu prüfenden Kondensatortyp.

*Bei einer bestimmten Kapazität und Nennspannung ist ein niedriger ESR-Wert normalerweise besser als ein hoher ESR-Wert. Bei Kondensatoren guter Qualität sind die ESR-Werte normalerweise viel niedriger als die in der vorherigen Tabelle aufgeführten Werte.*

## Akustische Signale (nur Modell ESR70)

Der ESR70 kann zur Unterstützung des Benutzers hörbare Signaltöne erzeugen.

Die unterschiedlichen Töne werden nachfolgend zusammengefasst:

Bedingung/Betrieb	Tontyp
Analysebeginn	Kurzes „Blip“
Analyseende	Kurzes „Blip“
ESR > 40Ω gemessen	Hohes und tiefes „Biep Barp“
ESR < 5,0Ω gemessen	Einzelnes „Ping“
ESR < 1,0Ω gemessen	Doppeltes „Ping“

Sie können diese Funktion ein-oder ausschalten, indem Sie die **on-test** Taste beim Einschalten des Geräts ca. 2 Sekunden lang gedrückt halten. Je nach dem, ob die Tonsignalfunktion bereits ein- oder ausgeschaltet war, wird eine der folgenden Meldungen angezeigt, um zu bestätigen, dass Sie den Tonsignalmodus geändert haben:

Sound On 

Sound Off 

## Messfühler-Kompensation

Um gute, wiederholbare Ablesungen zu garantieren, insbesondere für niedrige ESR-Werte, ist es unter Umständen notwendig, gelegentlich eine einfache Messfühler-Kompensation vorzunehmen. Die Prozedur ist mit den montierten vergoldeten Kroko-Klemmen sehr einfach.

1. Sicherstellen, dass das Gerät ausgeschaltet ist.

2. Drücken Sie die Taste **on-test** und halten Sie diese etwa 5 Sekunden lang gedrückt, bis folgende Meldung angezeigt wird\*:

Probe  
Compensation

3. Anschließend fordert Sie das Gerät auf, die Sonden kurz-zu-schließen (durch Ineinan-derschieben der Zähne beider Kroko-Klemmen). Drücken Sie dann die **on-test** Taste.

Short Probes  
and Press TEST.

4. Nach einer kurzen Verzö-gerung bestätigt das Display, dass die Prozedur abge-schlossen ist und schaltet dann ab.

Wenn die folgende Meldung angezeigt wird, dann wurden die Messfühler während der oben beschriebenen Prozedur eventuell nicht korrekt kurzgeschlossen. **Diese Meldung** erscheint auch, wenn **einer der Messfühleranschlüsse defekt ist**.

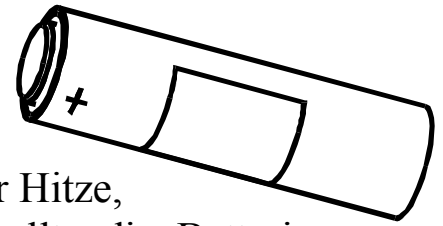
Compensation  
Fail. Try again.

Es ist hilfreich, die Intaktheit der Messfühler-Kompensation zu prüfen, indem man Widerstände mit einem festem Wert von jeweils  $1\Omega$  und  $10\Omega$  misst und dann die jeweils korrekte ESR-Ablesung überprüft.

\* HINWEIS: Beim ESR70 schalten Sie den Ein-/Aus-Modus des Tonsignals ein, während Sie die Taste gedrückt halten. Bei weiterem Gedrückthalten der Taste wechselt das Gerät in den Messfühler-Kompensationsmodus.

## Pflege Ihres Atlas ESR

Der Peak Atlas ESR wird Ihnen über viele Jahre zuverlässig seine Dienste erweisen, wenn sie die in dieser Betriebsanleitung aufgeführten Hinweise beachten. Achten Sie darauf, Ihr Gerät nicht zu großer Hitze, Stößen oder Feuchtigkeit auszusetzen. Außerdem sollte die Batterie mindestens alle 12 Monate ausgewechselt werden, um das Risiko eventueller Schäden durch auslaufende Batterien zu verringern.



Wenn eine Warnmeldung darauf hinweist, dass die Batterie fast leer ist, sollte die Batterie unbedingt unverzüglich ausgewechselt werden.

Das sofortige Auswechseln der Batterie ist **EXTREM WICHTIG**, da der eingebaute Schutzmechanismus bei niedriger Batterieladung eventuell nicht richtig funktioniert und das Gerät folglich bereits durch gering geladene Kondensatoren Schaden erleiden kann.

Der Atlas ESR arbeitet nach Erkennen eines niedrigen Batteriestandes nicht weiter.

Neue Batterien sind bei vielen Händlern, aber auch direkt bei Peak Electronic Design Ltd oder eine autorisierten Verkaufsstelle erhältlich.

**Batterie-Typen (12V Version):** Geeignete Batterietypen sind 23A, V23A, GP23A, MN21 oder gleichwertige 12V Alkaline von guter Qualität, wie sie in vielen Prüfgeräten und Kfz-Schlüsselanhänger-Fernbedienungen verwendet werden.

**Batterie-Typen (AAA Version):** Geeignete Batterietypen sind LR03, AAA oder gleichwertige 1,5V Alkaline oder NiMh-Batterien von guter Qualität.

**Batteriezugang:** Um die Batterie zu ersetzen, lösen Sie die drei Schrauben auf der Rückseite und entfernen die Rückabdeckung. Danach entnehmen Sie die alte Batterie, legen unter Beachtung der korrekten Polarität die neue ein und setzen vorsichtig wieder die Rückwand ein, ohne die Schrauben zu stark anzuziehen.

## Anhang A - Fehlersuche

Problem	Ursache / Mögliche Lösung
ESR-Wert ist nach Kurzschluss der Messfühler nicht nahe $0\Omega$	Führen Sie eine Messfühler-Kompensation durch.
Das Display zeigt Removins trace charge	Diese Meldung wird angezeigt, wenn der Atlas ESR erkannt hat, dass am angeschlossenen Kondensator „Soaking“ oder „Dielektrische Absorption“ auftritt, was ganz normal ist. Daraufhin stellt das Instrument sicher, dass der Kondensator ausreichend entladen wird, und hilft zu verhindern, dass im Kondensator nach Abschluss des normalen Entladevorgangs Spannung entsteht.
Das Display zeigt Auto discharge taking too long!	Das Gerät versucht, mit Hilfe eines kontrollierten Entladungsverfahrens Spannung aus dem Kondensator zu entfernen. Wenn dies länger als 60 Sekunden dauert, wird der Entladeprozess abgebrochen. Es wird empfohlen, den Kondensator auf sichere Weise manuell zu entladen und erneut eine Analyse zu versuchen.
Das Display zeigt Warning! V=132V Safely discharge	Wenn die Spannung im Kondensator höher als 50V ist, versucht der Atlas ESR nicht, den Kondensator zu entladen; entladen Sie bitte auf sichere Weise den Kondensator manuell.
Das Display zeigt Self Test Fail Code 2	Es ist möglich, dass ein Hardwarefehler aufgetreten ist. Bitte wenden Sie sich für weitere Hilfe an Peak Electronic Design Ltd.
Das Display zeigt In-Circuit/Leaky obwohl es sich um einen neuen Kondensator handelt und nicht im Stromkreis ist.	Der Atlas ESR zeigt „In-Circuit/Leaky“ an, wenn die Ladungskurve nicht mehr als 10% linear ist. Einige Kondensatoren (auch neue) haben möglicherweise eine nichtlineare Ladungscharakteristik und bedeuten, dass die Kapazität nicht zuverlässig gemessen werden kann. Das Training des Kondensators kann helfen. Versuchen Sie also einige Male, es erneut zu messen.

## Anhang B - Technische Daten

Alle Werte wurden bei 25°C gemessen, sofern nicht anders spezifiziert.

Parameter	Min	Typ	Max	Hinweis
Teststrom-Spitzenwert in Kurzschluss		±20mA	±22mA	
Spitzen-Prüfspannungswert, ESR-Endausschlag		±40mV	±44mV	
Testspannungs-Spitzenwert im offenen Schaltkreis		±2,5V	±3,0V	
Kapazitäts-Messbereich	1µF		22000µF	
Kapazitäts-Genauigkeit	±4% ±0,2µF			
ESR-Messbereich	0Ω		20Ω / 40Ω	2
ESR-Auflösung für ESR < 2Ω	0,01Ω		0,02Ω	
ESR-Auflösung für ESR > 2Ω	0,1Ω		0,2Ω	
ESR-Genauigkeit < 2Ω	±2% ±0,02Ω			
ESR-Genauigkeit > 2Ω	±2% ±0,2Ω			
Missbrauchs-Spannung (für C < 10µF)			±275V	3
Missbrauchs-Spannung (für C > 10µF)			±50V	3
Auto-Entladespannungs-Grenze			±50V	
Batterie-Typ (12V Version)	L1028, 23A, V23A, GP23A or MN21 12V Alkaline			
Batterie-Typ (AAA Version)	LR03, AAA 1,5V Alkaline oder NiMH			
Inaktivität Abschaltzeit	60 Sekunden			
Abmessungen (ohne Prüfleitungen)	103 x 70 x 20 mm			
Betriebstemperaturbereich	10°C		40°C	1

### Hinweise

1. Vorbehaltlich akzeptabler LCD-Sichtbarkeit.
2. Modell ESR70 kann bis zu 40Ω messen.
3. Maximaler Missbrauch-Spannungs-Nenngrenzwert der internen Schutzelektronik. Messfühler, Leitungen und Gerät sind nicht für den Gebrauch hoher Spannung zertifiziert.

## Anhang C - Gesetzliche Informationen

### Peak-Zufriedenheitsgarantie

Wenn Sie aus irgendeinem Grund nicht vollständig mit dem Peak Atlas ESR zufrieden sind, können Sie das Gerät innerhalb von 14 Tagen ab Kaufdatum an Ihren Händler zurückgeben. Sie erhalten eine Rückerstattung des vollständigen Kaufpreis, wenn das Gerät in perfektem Zustand zurückgegeben wurde.

Die Garantie gilt 24 Monate ab Kaufdatum. Diese Garantie deckt die Kosten für Reparatur oder Ersatz bei Materialdefekten oder Fabrikationsfehlern.

Die Garantie deckt keine Funktionsstörungen oder Defekte, die wie folgt verursacht wurden:

- a) Betrieb zu anderen als den in der Bedienungsanleitung vorgesehenen Zwecken.
- b) Unbefugter Zugriff oder Veränderung des Gerätes (Batteriewechsel ausgenommen).
- c) Unbeabsichtigter Sachschaden oder Missbrauch.
- d) Normaler Verschleiß.

Die gesetzlichen Rechte des Kunden werden durch obige Bestimmungen nicht berührt. Alle Garantieansprüche müssen durch einen Kaufbeleg begleitet werden.



**WEEE (Waste of Electrical and Electronic Equipment),  
Recycling von elektrischen und elektronischen Erzeugnissen.**

2006 hat die Europäische Union Vorschriften (WEEE) für die Sammlung und das Recycling von Abfällen aller elektrischen und elektronischen Geräte eingeführt. Es ist nicht mehr zulässig, Elektro- und Elektronikgeräte einfach wegzuworfen. Stattdessen müssen diese Produkte einem Recycling-Prozess unterzogen werden. Jedes einzelne EU-Mitgliedsland hat die WEEE-Richtlinien in leicht unterschiedlicher Weise in nationales Recht umgewandelt. Bitte folgen Sie den Rechtsvorschriften Ihres Landes, wenn Sie irgendein elektrisches oder elektronisches Produkt entsorgen möchten. **Weitere Informationen erhalten Sie bei Ihrer nationalen WEEE-Recycling-Agentur.**

Peak Electronic Design Ltd arbeitet kontinuierlich an einer Weiterentwicklung und Verbesserung des Produkts. Die technischen Daten unserer Produkte können daher jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden.

Entwickelt und hergestellt in Großbritannien © 2004/2020 Peak Electronic Design Limited - E&OE  
www.peakelec.co.uk Tel. +44 (0) 1298 70012