



# ENERGIEWANDLER FÜR DEN AUTARKEN FUNKSCHALTER

# ENERGY HARVESTING GENERATOR FOR RF SWITCHES

## TECHNISCHE SPEZIFIKATION TECHNICAL SPECIFICATION

TS-AFIG-01

---

02	2016, Oct 28	T.Boethe	T.Boethe
01	2015, Sept 02	F.Teufel, T.Boethe	Werner Keck
00	2015, July 28	Felix Teufel	Werner Keck
DOCVERSION	DATE	NAME	SIGNATURE

---



# Inhalt

Inhalt .....	2
1 Allgemeines / General.....	4
2 Aufbau des Energiewandlers / Design layout of the Energy Harvester .....	7
3 Beschreibung der Funktionsweise / Description of the functionality.....	8
4 Dimension/Ausführung / Dimension/Version .....	10
4.1 Anschlüsse / Terminals.....	11
4.2 Befestigung / Attachment.....	12
4.2.1 Einbau- und Montagehinweise / Mounting- and assembly instructions.....	12
4.2.2 LP Befestigung / PCB attachement .....	14
5 Mechanische und elektrische Kennwerte / Mechanical and electrical characteristics .....	15
5.1 Schaltercharakteristik / Switch characteristics .....	15
5.1.1 Schaltcharakteristik des Energiewandlers / Switch characteristics of the Energy Harvester.....	15
5.2 Betätigung / Actuation .....	16
5.2.1 Lineare Betätigung / Vertical actuation .....	16
5.2.2 Betätigter Einbauzustand / Operation Application.....	16
5.3 Lebensdauer / Endurance.....	17
5.3.1 Mechanische Lebensdauer / Mechanical life time .....	18
5.3.2 Elektrische Lebensdauer / Electrical life time .....	18
5.3.3 Elektrischer Energieertrag / Electrical energy revenue .....	18
5.3.4 Energie-Betätigungsgeschwindigkeits-Diagramm / Energy-operating-speed-diagramm .....	20
5.4 Spannungsfestigkeit / Voltage insulations strength .....	21
6 Umweltaforderungen / Environmental requirements .....	23
6.1 Schutzart / Protection level.....	23
6.2 Temperatureinsatzbereich / Temperature range.....	23
6.3 Schwingfestigkeit des Energiewandlers / Vibration resistance of the Energy Harvester.....	23
6.4 Schockfestigkeit des Energiewandlers / Shock resistance of the Energy Harvester .....	23
6.5 Umweltprüfungen / Environmental tests .....	24



6.5.1	Feuchte Wärme, zyklisch / Humid heat, cyclic.....	24
6.5.2	Feuchte Wärme, konstant / Humid heat, constant .....	24
6.5.3	Trockene Wärme, konstant / Dry heat, constant.....	24
6.5.4	Trockene Kälte, konstant / Dry heat, constant.....	24
7	Lagerung, Handling, Verpackung, Transport und Weiterverarbeitung / Storage, handling, packaging, transport and processing.....	25
7.1	Interne ZF-ES Vorschriften / Internal ZF-ES regulations .....	25
7.2	Weiterverarbeitung / Processing .....	25
7.2.1	Lagerung, Transport und Handling / Storage, transport, handling .....	25
7.2.2	Weiterverarbeitungsverfahren / Processing methods.....	26
7.2.3	Medienbeständigkeit / Resistance against media .....	27
7.2.4	Lötbarkeit / Solderability .....	27
8	Werkstoffe / Materials.....	29
8.1	Materialliste / Bill of materials .....	29
8.2	Gefahrstoffe / Hazardous substances .....	29
9	Mitgeltende Dokumente / Applicable Documents .....	30
10	Kontakt / Contact .....	31

# 1 Allgemeines / General

Vorliegende Spezifikation hat Gültigkeit für den Energiewandler AFIG.



**Wichtige Hinweise:**

Anwendungsbereiche:

Energiewandler können gemäß dieser Technischen Spezifikation eingesetzt werden.

- Energiewandler sind ausdrücklich nach dieser Spezifikation nicht für den Einsatz in Luft- und Raumfahrt sowie Kernkraftanlagen qualifiziert und entwickelt.  
Der Einsatz in Eisenbahn-, Schifffahrt- und Sicherheitsanwendungen ist nur nach vorheriger Genehmigung und Freigabe durch ZF Friedrichshafen AG, Electronic Systems (nachfolgend „ZF-ES“ genannt) gestattet.
- Wir raten daher von Anwendungen in diesen Bereichen ausdrücklich ab. Für den Fall, dass Energiewandler dennoch in diesen Anwendungsgebieten ohne unsere ausdrückliche Genehmigung eingesetzt werden sollten, stellen wir uns hiermit ausdrücklich frei von jeglicher Haftung.
- Beispiele für mögliche Einsatz- und Anwendungsbereiche für den Energiewandler sind z. B. energieautarke Funksysteme in Beleuchtungstechnik, Gebäudetechnik oder in der Antriebstechnik, sofern es sich um keine Sicherheitssysteme handelt.
- Der Energiewandler nach dieser Technischen Spezifikation hat keine Zulassung nach ENEC und UL.

Kunststoffe gelistet nach UL (siehe 8.1



**Attention:**

No guarantee can be given in respect of the translation; in all cases the German standard must be taken as authoritative.

This specification applies to the Energy Harvester AFIG.



**Important notices:**

Application areas:

Energy Harvester can be used in accordance to this technical specification (TS).

- According to this TS, Energy Harvesters are explicitly not qualified or developed for aerospace and nuclear-type applications. Use in rail, marine, and security applications requires the consent and approval of ZF Friedrichshafen AG, Electronic Systems (subsequent named “ZF-ES”).
- We explicitly advise against the use in such areas. We assume no liability in case of using Energy Harvesters in these areas without explicit approval.
- Application field examples for our Energy Harvesters are independent energy systems, lighting systems, building technology or drive technology, although no security based solutions.
- The Energy Harvester has, according to this TS, no approval according to ENEC and UL.

Synthetic material listed according to UL (see 8.1



Materialliste / Bill of materials)

Materialliste / Bill of materials)

---

© Weitergabe sowie Vervielfältigung des Dokumentes, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.  
Alle Rechte vorbehalten.

© The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its content to others without explicit authorization are prohibited.  
All rights reserved.



#### Wichtige Anwendungshinweise:

- Diese Technische Spezifikation (TS) gilt nur in Verbindung mit der jeweils gültigen Zeichnung. Anders lautende Angaben in der Zeichnung haben stets Vorrang vor der TS.
- Falls nichts anderes erwähnt ist, gelten alle gemachten Angaben unter Raumbedingungen, also bei Normalbedingungen (Normaldruck, Raumtemperatur nach ISO 554) und unbetätigtem Energiewandler.
- Energiewandler sind ausdrücklich nicht konzipiert um Anbauteile (z. B. Betätigungselemente) zurückzustellen und in der Endstellung als Anschlag zu dienen.
- Energiewandler dienen ausschließlich dazu, die elektrische Energie für eine Senderelektronik zur kabellosen Übertragung von Funksignalen zu erzeugen. Eine Zweckentfremdung ist nicht zulässig.
- Die technischen Angaben zum Leistungsvermögen unserer Energiewandler beruhen auf Labortests und Erfahrungen im Einsatz. Bei Verwendung in neuen oder geänderten Einsatzfällen muss die Übertragbarkeit dieser Angaben durch geeignete Erprobung in der Applikation durch den Kunden sichergestellt werden. ZF-ES wird diesbezüglich gerne beraten.
- Energiewandler sind generell beratungsbedürftige Produkte. Eine Detailinformation seitens des Verwenders über den exakten Anwendungsfall und alle damit verbundenen Spezifikationen und Daten ist daher für die ZF-ES unerlässlich.
- Diese Spezifikation ist grundsätzlich als Arbeitsunterlage bestimmt.
- Alle Angaben sind ohne Gewähr.



#### Important application notices:

- This technical specification (TS) has validity only in connection with the current drawing. The drawing always has priority over the TS.
- Unless other information is given, all details described here have been defined under room conditions (which means normal conditions: normal pressure, ambient temperature, acc. to ISO 554) and the Energy Harvester in the rest position (not actuated).
- Energy Harvester should not be used with accessories (i.e. auxiliary actuators) and must not be used as a stopping device in end position.
- Energy Harvester should be used to create the required electrical energy to send RF telegrams. Energy Harvester should not be used for purposes other than those originals intended.
- The technical statements regarding the capabilities of our Energy Harvester are based on laboratory tests application and experience. The customer is responsible for the qualification of the Energy Harvester when used in conditions outside of those specified in our TSP. Please contact ZF-ES for application support.
- Use of Energy Harvester generally require advisory support. It is vital to ZF-ES that the user provides detailed information on the application and related specifications.
- This specification is intended as the basis for your development activities.
- All details are given without guarantee.

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Änderungen, die geringfügig sind oder dem Fortschritt dienen, behalten wir uns vor.</li> <li>• Die technischen Angaben beziehen sich stets nur auf die Spezifikation der Produkte; Eigenschaften werden dabei ausdrücklich nicht zugesichert.</li> <li>• Bis zum Vertragsabschluss behalten wir uns technische Änderungen und Anpassungen aufgrund veränderter Liefermöglichkeiten vor.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ZF-ES reserve the right to make minor changes or improvements.</li> <li>• All technical details shown herein are only related to the product specification and include explicit no guarantee for features.</li> <li>• Until contract conclusion we reserve technical changes and adjustments due to changed supply possibilities.</li> </ul> |
|---|---|

## 2 Aufbau des Energiewandlers / Design layout of the Energy Harvester

Wesentliche Merkmale des Energiewandlers sind:

- Doppelspule mit Eisenkern
- Magnetblock mit Gleitplatte
- Betätigungsmechanik

Main features of Energy Harvester:

- Double coil with ferrite core
- Magnetic block with sliding plate
- Actuating mechanical system

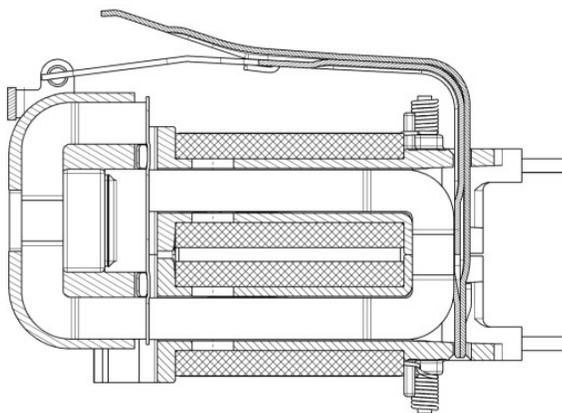


Bild / Picture 1 Schnittdarstellung des Energiewandlers / Sectional view Energy Harvester

### 3 Beschreibung der Funktionsweise / Description of the functionality

Der Energiewandler für den autarken Funkschalter ist ausgelegt für senkrechte bzw. lineare Betätigung am Ende des Hilfsbetätigers durch eine äußere Kraft F.

Die patentierte Mechanik des Energiewandlers ermöglicht durch das Einbringen einer externen Kraft eine sprunghafte Verlagerung des Magnetblockes von oben nach unten. Durch das Entfernen der Kraft (Entlastung) bewegt sich das System wieder in die Ausgangslage zurück.

Durch die in Pfeilrichtung eingebrachte mechanische Kraft wird diese durch das schlagartige Umpolen des Magnetkreises in elektrische Energie umgewandelt. Die so erzeugte Energie kann z. B. für das Übertragen von Funksignalen verwendet werden.

Begriffserklärung:

Schalten → Bewegung des Magnetblockes nach unten in die gedrückte Stellung (Endstellung).  
Rückschalten → Bewegung des Magnetblockes in die Ausgangslage (Ruhestellung).

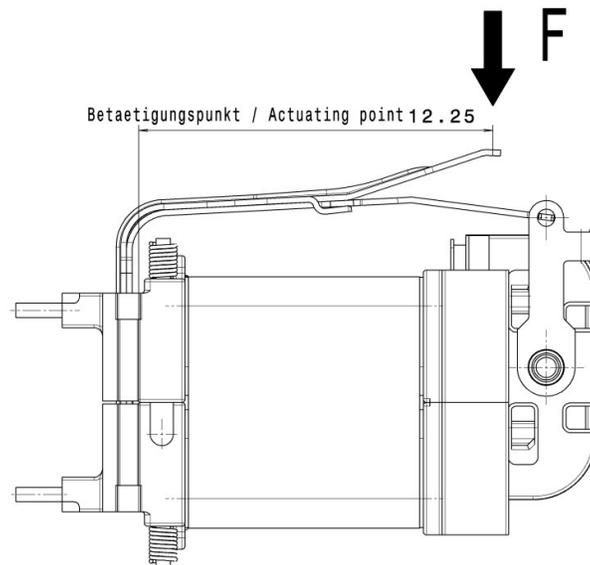
The Energy Harvester for the autarkical radio transmitter switch is designed for vertically or linear actuation at the end of the internal actuator by an outer force F.

The patented mechanism of the Energy Harvester enables by insertion of an external force a volatile relocation of the magnetic block from top to bottom. By removing the force the system moves back in the starting position.

The in direction of arrow inserted mechanical force transforms itself, because of the abrupt reversion of the polarity, in electrical energy. This energy can be used for the transmission of a radio signal.

Definition:

Switching → Movement of the magnetic block to the bottom in the pressed position (ending position).  
Shift-in → Movement of the magnetic block to the starting position (neutral position).



*Bild / Picture 2    Beschreibung der Funktionsweise / Description of the functionality*

## 4 Dimension/Ausführung / Dimension/Version

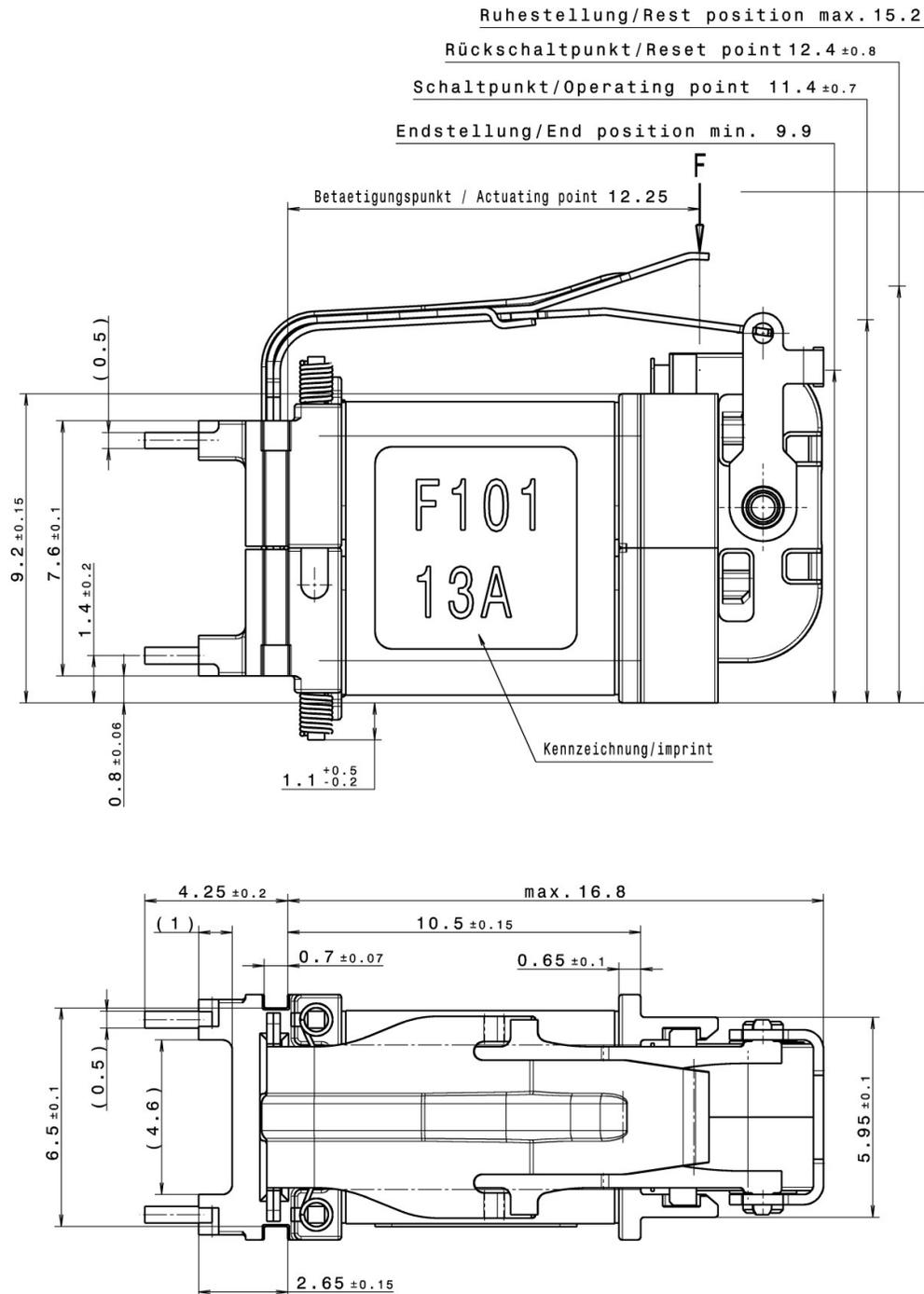
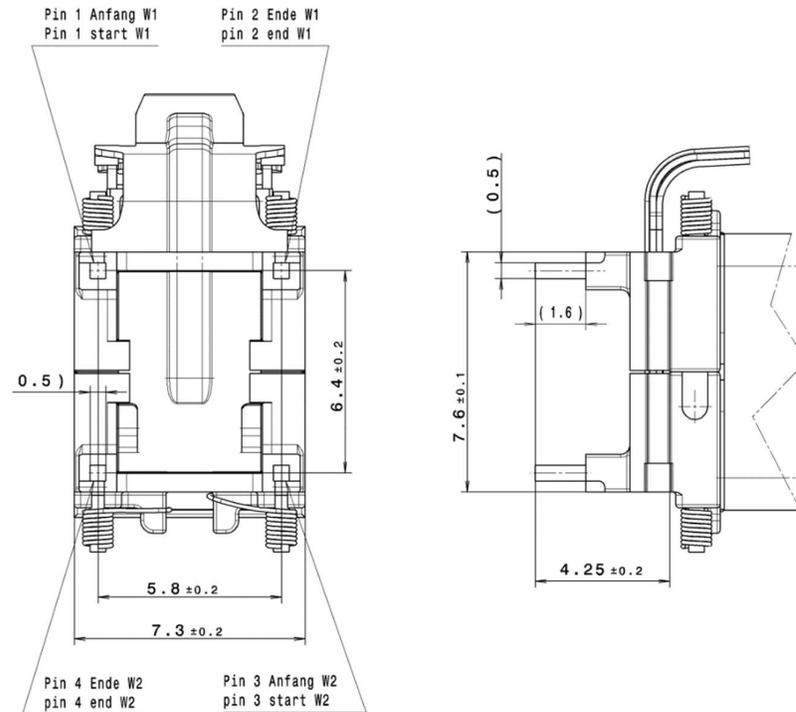


Bild / Picture 3 Dimension/Ausführung / Dimension/Version

Anchlussausführungen sind unter Punkt  
4.1 Anschlüsse / Terminals dargestellt.

Terminal versions are shown in section  
4.1 Anschlüsse / Terminals.



## 4.1 Anschlüsse / Terminals

Bild / Picture 4 Anschlüsse / Terminals

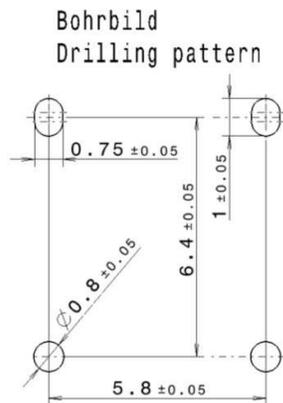


Bild / Picture 5 Bohr bild / Drilling pattern

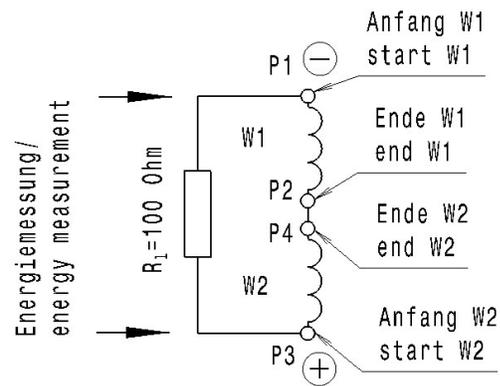


Bild / Picture 6 Energiemessung / energy measurement

Bezüglich der Polarität wird beim Betätigen/Schalten ein positiver Impuls und beim Entlasten/Rückschalten ein negativer Impuls induziert.

Referring to the polarity, while actuating, a positive impulse gets induced and when you shift-in, you induce a negative impulse.

## 4.2 Befestigung / Attachment

### 4.2.1 Einbau- und Montagehinweise / Mounting- and assembly instructions



Achtung:

Die Montage der Energiewandler darf nur durch fachlich qualifizierte Mitarbeiter erfolgen. Um eine Beschädigung des Energiewandlers bei der Montage auszuschließen, ist dringend Rücksprache mit ZF-ES zu halten.



Attention:

The Energy Harvesters must be mounted only by qualified specialists. To avoid damage of the Energy Harvester during the mounting process, please consult with ZF-ES.

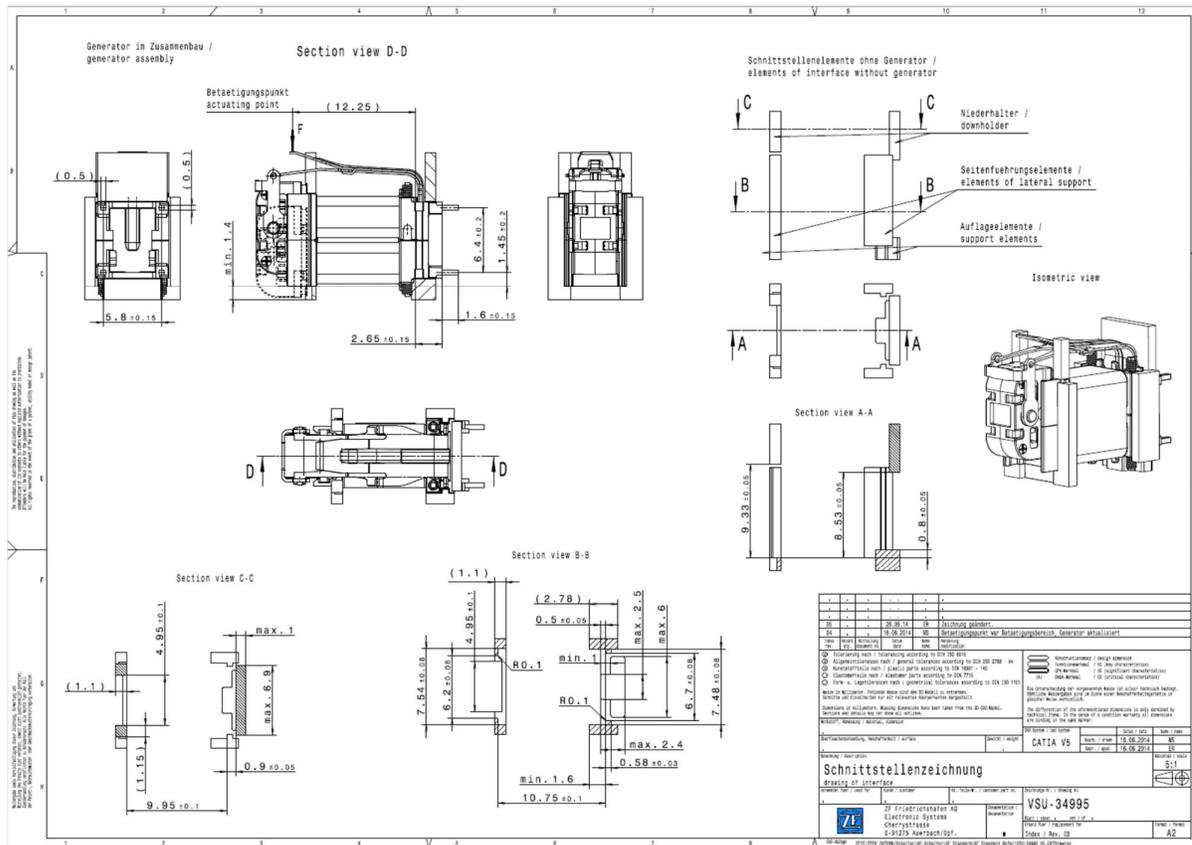


Bild / Picture 7 Einbau- und Montagehinweise / Mounting- and assembly instructions

- Ein optimales Design der mechanischen Schnittstelle zwischen der Geometrie eines Aufnahmegehäuses/Einbauteiles und des Energiewandlers sollte nur in Absprache mit ZF-ES festgelegt werden.
- Der Festsitz des Energiewandlers muss über die gesamte Lebensdauer gegeben sein.
- Bei der Montage des Energiewandlers in ein Bauteil sind die entsprechenden Vorgaben für die Einpresspositionen zu beachten, um mögliche Beschädigungen des Energiewandlers zu vermeiden.
- An ideal design of the mechanical interface between the geometry of the case and the Energy Harvester should only be defined after an agreement with the ZF-ES.
- The tight fit of the Energy Harvester has to be ensured over the whole life time.
- During the assembling of the Energy Harvester in the component you have to consider the guideline for the press-in position, to avoid possible damages.

© Weitergabe sowie Vervielfältigung des Dokumentes, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Alle Rechte vorbehalten.

© The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its content to others without explicit authorization are prohibited. All rights reserved.

- Bei alternativen Befestigungsmöglichkeiten wie z. B. Kleben, Einschnappen, etc. bitte Rücksprache mit ZF-ES nehmen.
  - Ein Verspannen des Energiewandlers im Einbau ist zu vermeiden, da dadurch die Funktion des Energiewandlers beeinträchtigt werden kann.
  - Durch den Einbau dürfen die beweglichen Teile nicht geklemmt oder in ihrer Bewegung behindert werden.
- Alternative attachments e.g. glue, snapping etc. require consultations with ZF-ES.
  - While assembling, you have to avoid a distortion of the Energy Harvester, because then the functions of the Energy Harvester could get affected.
  - Due to the assembly the moveable parts aren't allowed to be pinched or handicapped in their movements.

#### 4.2.2 LP Befestigung / PCB attachement



##### Wichtiger Hinweis:

Grundsätzlich ist vom Anwender dafür Sorge zu tragen, dass mechanische Belastungen, die auf den Energiewandler einwirken, nicht von der Lötstelle aufgenommen werden. Dies ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen seitens des Anwenders bezüglich des jeweiligen Einbaufalles sicherzustellen.



##### Important notice:

On principle the user shall take care that the PCB terminals are not exposed to mechanical load applied to the Energy Harvester. This shall be ensured by an appropriate design of the user for the respective application.

## 5 Mechanische und elektrische Kennwerte / Mechanical and electrical characteristics

### 5.1 Schaltercharakteristik / Switch characteristics

Die folgende Abbildung zeigt den prinzipiellen Verlauf des Betätigungskraft-Weg-Diagramms eines Energiewandlers:

The figure below shows the force-travel diagram of an Energy Harvester on principle:

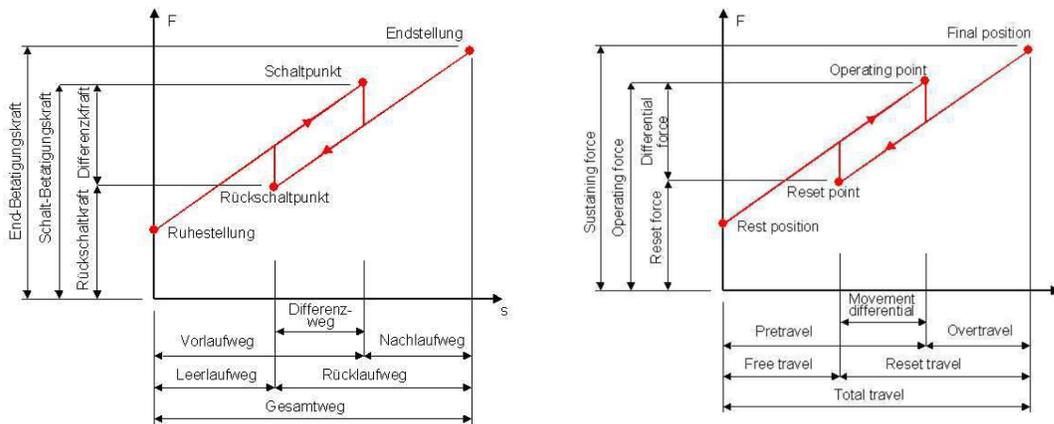


Bild / Picture 8 Schaltercharakteristik / Switch characteristics

#### 5.1.1 Schaltcharakteristik des Energiewandlers / Switch characteristics of the Energy Harvester

Als Bezugslinie gilt Unterkante Führung (siehe Bild / Picture 3)

The lower edge of the guideline is defined to be reference line (see Picture 3).

Schaltparameter	Operating parameter		
Ruhestellung max.	Rest position max.	mm	15.2
Schaltpunkt	Operating point	mm	11.4 ± 0,7
Rückschaltpunkt	Reset point	mm	12.4 ± 0,8
Differenzweg min.	Movement differential min.	mm	0.8
Vorlaufweg min.	Pretravel min.	mm	2.1
Nachlaufweg min.	Overtravel min.	mm	0.85

Endstellung min.	End position min.	mm	9.9
Typ. Gesamtweg	Typical total travel	mm	3.4
Schaltbetätigungskraft max.	Operating force max.	N	12

## 5.2 Betätigung / Actuation

### 5.2.1 Lineare Betätigung / Vertical actuation

Der Energiewandler ist für senkrechte Betätigung konzipiert, d. h. lineare Betätigung in Pfeilrichtung (siehe 0)!



**Achtung:**

Weichen die Einsatzbedingungen von den Angaben in dieser TS ab, ist unbedingt Rücksprache mit ZF-ES zu halten.



**Wichtiger Hinweis:**

Die Verwendung des Energiewandlers als mechanischer Anschlag ist unzulässig!  
Eine schlagartige Betätigung des Energiewandlers kann zur Reduzierung der mechanischen Lebensdauer des Energiewandlers führen!

The Energy Harvester is designed for perpendicular actuation, means direction of arrow (see 0)!



**Attention:**

If the application differs to this technical specification, it is absolutely necessary to contact ZF-ES.



**Important notice:**

The utilization of the Energy Harvester as a mechanical stop is not permitted!  
A striking actuation of the Energy Harvester may lead to a reduced service life!

### 5.2.2 Betätiger Einbauzustand / Operation Application



**Wichtiger Hinweis:**

Werden Energiewandler in der Applikation dauerbetätigt eingesetzt, so ist unbedingt Rücksprache mit ZF-ES zu halten.

Unter solchen Bedingungen können sich durch Umwelteinflüsse Funktionsveränderungen der Energiewandler ergeben. Deshalb sind Tests unter Originalbedingungen unabdingbar.



**Important notice:**

If Energy Harvesters are permanently actuated in the application, it is absolutely necessary to contact ZF-ES.

On those conditions it is possible that the function of the Energy Harvester change by environmental influences. Therefore, tests under original conditions are indispensable.

## 5.3 Lebensdauer / Endurance

Die Lebensdauer gibt die Mindestzahl von Schaltzyklen innerhalb der spezifischen Werte an.

Sie kann von einer Vielzahl von im jeweiligen Einsatzfall auftretenden Parametern beeinflusst/verändert werden. Dazu gehören u. a.:

- Betätigungsart (schlagend oder schleichend)
- Betätigungsgeschwindigkeit
- Schaltfrequenz (Schaltspiele/Min.)
- Vorlaufweg, Nachlaufweg
- Umweltfaktoren wie z. B. Klimabedingungen, Schadgase (z. B. SO<sub>2</sub>) oder schwingbelastete Einbauposition.



**Wichtiger Hinweis:**

Da die Lebensdauer des Energiewandlers von einer Vielzahl von Faktoren abhängt, sind praxisnahe Versuche zur Absicherung der Lebensdauer erforderlich. Dies ist vor allem dann notwendig, wenn der Einsatzfall von den Testbedingungen abweicht.



**Achtung:**

Folgende Randbedingungen sind von ausschlaggebender Bedeutung und können die Lebensdauer positiv oder negativ beeinflussen:

- Betätigungsgeschwindigkeit
- Bei einer geänderten Betätigung (z. B. über Anfahrshräge), tritt u. U. eine erhebliche Reduzierung der Lebensdauer im Vergleich zur senkrechten Betätigung auf!

The endurance indicates the minimal amount of operation cycles within the specified values.

It could be influenced or changed by several parameters, occurring with the respective application.

Such parameters are among others:

- Actuation version (beating or sneaking)
- Actuation speed
- Operating frequency (cycle operations/min.)
- Pretravel, overtravel
- Environmental factors, e.g. climatic conditions or contaminated gas (e.g. SO<sub>2</sub>) or swinging load in the assembly position



**Important notice:**

Because the service life of the Energy Harvester depends on several factors, practice-orientated tests are required for life time assurance. Such tests are necessary above all if the application deviates from the test conditions.



**Attention:**

The following marginal conditions are of a significant importance and may have positive or negative influences on the service life:

- Actuation speed
- When actuated with another kind of actuation (e.g. via chamfered sliding actuator), the service life of the Energy Harvester may be considerably reduced compared with perpendicular actuation!



**Wichtiger Hinweis:**

Eine Vorspannung des Hilfsbetätigers durch äußere Kräfteinwirkung ist in geringem Maße zulässig, muss aber mit ZF-ES abgestimmt werden.

Eine Unterschreitung der angegebenen Endstellung ist unzulässig und kann zur Zerstörung des Energiewandlers führen!



**Important notice:**

A slight pre-stressing by an external force is allowed, but it has to be clarified with ZF-ES.

It is not permissible to actuate below the specified final position, this may lead to a destruction of the switch.

### 5.3.1 Mechanische Lebensdauer / Mechanical life time

Sie gibt an, wie oft ein Energiewandler mechanisch betätigt werden kann.  
 Betätigung am Hilfsbetätigerende in linearer Richtung zur Bewegungsrichtung des Magnetblocks mit einer Betätigungsfrequenz von 1 Hz bei Raumtemperatur.  
 Betätigungsgeschwindigkeit: 0,1 m/s  
 Ausnutzung von 50-100 % des Nachlaufwegs.

It defines the possible number of mechanical operation cycles.  
 Linear actuation at the end of the internal actuator to the magnetic block with 1 Hz at ambient temperature.  
 Operating speed: 0.1 m/s  
 Using 50-100% of the overtravel

#### Mechanische Lebensdauer / Mechanical life time

	Schaltzyklen / cycles of operation
Betätigung am Hilfsbetätigerende nach 0/ Actuating at internal actuator according to 0	min. 1 x 10 <sup>6</sup>

### 5.3.2 Elektrische Lebensdauer / Electrical life time

Sie gibt an, wie oft ein Energiewandler betätigt werden kann und dabei eine bestimmte minimale Energie erzeugt.

It defines the possible number of operation cycles, within the energy produces a minimal amount of energy.

### 5.3.3 Elektrischer Energieertrag / Electrical energy revenue

Betätigungsgeschwindigkeit / Operating Speed	Lastart / load type	Elektrische Energie bei RT / Electrical energy at RT	Schaltzyklen / Operation cycles
0.1 m/s	Widerstandslast	> 0.2 mWs	min. 1.000.000

100 Ohm (ohmsche Last) > 0.33 mWs  
 Resistor load  
 100 Ohm (ohmic load)

min. 500.000

Der Energieertrag des Energiewandlers wird durch die Umgebungstemperatur beeinflusst und verhält sich indirekt proportional zur temperaturspezifischen Stromleitfähigkeit von Kupfer.

Das heißt, sinkt die Umgebungstemperatur, so steigt der Energieertrag und umgekehrt.

The ambient temperature influences the amount of the produced energy, because the energy is inversely proportional to the electric conductivity of copper.

This means, is the ambient temperature declines, the amount of the produced energy rises and vice versa.

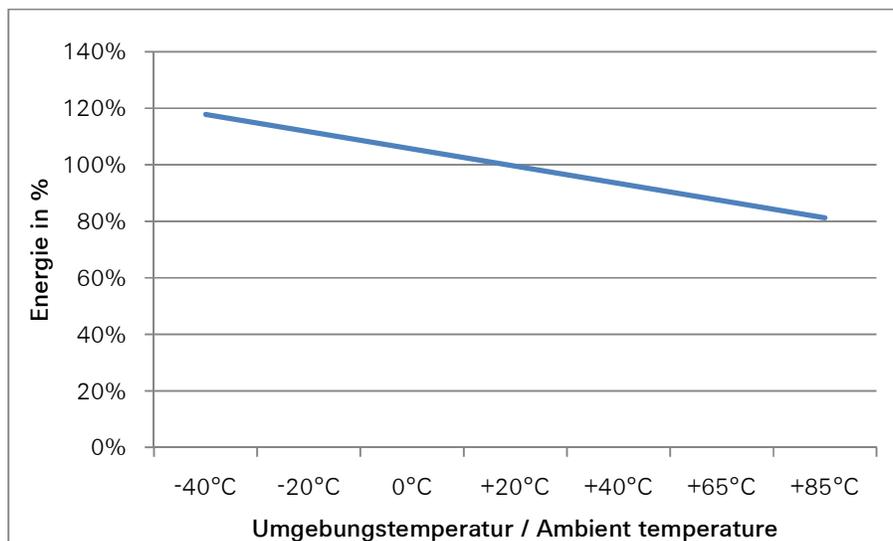


Bild / Picture 9 Elektrischer Energieertrag / Electrical energy revenue

Theoretischer Verlauf der pro Betätigung erzeugten Energie bei konstanter Betätigungsgeschwindigkeit (0,1 m/s) und variabler Temperatur eines typischen Energiewandlers bei 100 Ohm Lastwiderstand. 100 % bei Raumtemperatur 23 °C.

Theoretical graph of the produced energy per actuation with constant operating speed (0.1 m/s) and variable temperature of a typical Energy Harvester with 100 ohm load resistance. 100% at ambient temperature 23 °C.

### 5.3.4 Energie-Betätigungsgeschwindigkeits-Diagramm / Energy-operating-speed-diagramm

Das Grundprinzip des Energiewandlers besteht aus der Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische.

Die Energieausbeute wird von der Betätigungsgeschwindigkeit in der Applikation beeinflusst. Es gilt zu beachten, dass die Lebensdauer mit steigender Betätigungsgeschwindigkeit sinkt. Details sind in Absprache mit ZF-ES zu klären.

The fundamental principle of the Energy Harvester is the transformation of kinetically energy in electrical.

The produced energy depends on the operating speed of the application.

You have to consider, that the life time decreases with increasing operating speed. Details can be clarified with ZF-ES.

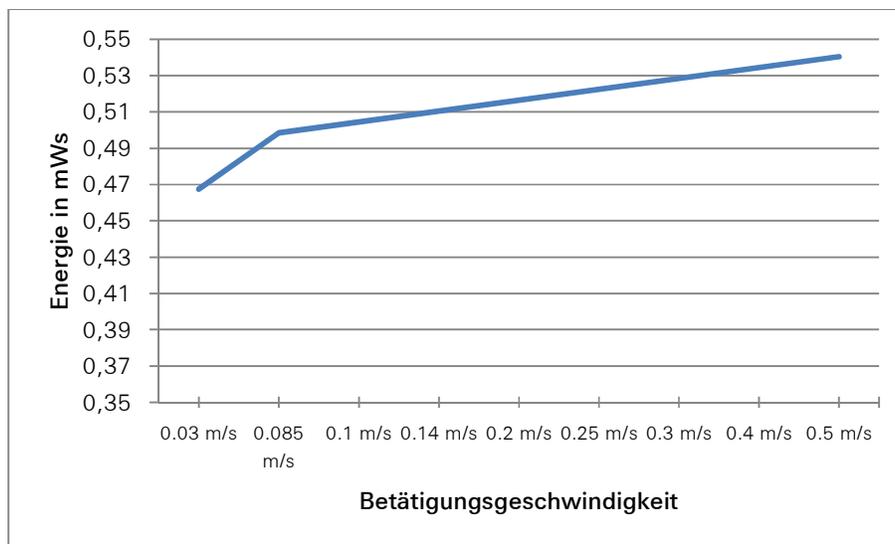


Bild / Picture 10 Energie-Betätigungsgeschwindigkeits-Diagramm / Energy-operating-speed-diagramm

Exemplarischer Verlauf der pro Betätigung erzeugten Energie bei konstanter Raumtemperatur 23 °C und variabler Betätigungsgeschwindigkeit bei einem 100 Ohm Lastwiderstand.

Exemplary graph of the produced Energy per actuation with constant ambient temperature (23 °C) and variable operating speed with 100 ohm load resistance.



**Wichtiger Hinweis:**  
 Der Energieertrag ist von der Umgebungstemperatur und der Betätigungsgeschwindigkeit abhängig.  
 Bei sehr geringer Betätigungsgeschwindigkeit kann es zu Fehlschaltungen (kein Energieertrag) kommen.  
 Deshalb ist es wichtig, die minimale Betätigungsgeschwindigkeit einzuhalten.



**Wichtiger Hinweis:**  
 Ein elastisches/federndes Betätigungselement (Gummi/Finger) entschärft die Problematik.



**Important notice:**  
 The produced energy depends on the ambient temperature and the operating speed.  
 With very minor operating speed faulty actuations (no produced energy) can occur.  
 Therefore it is important to meet the minimal operating speed.



**Important notice:**  
 An elastic/flexible actuator element (rubber/finger) solves the problem.

## 5.4 Spannungsfestigkeit / Voltage insulations strength

Typische Spannungsspitzen / typical voltage peak  $U_n = 6 \text{ V DC}$

Maximale Spannungsspitzen / maximum voltage peak  $U_b = 15 \text{ V DC}$

Exemplarischer Schaltimpuls bei 100 Ohm ohmscher Last und Raumtemperatur.

Exemplary actuation impulse with 100 ohm ohmic load and ambient temperature.

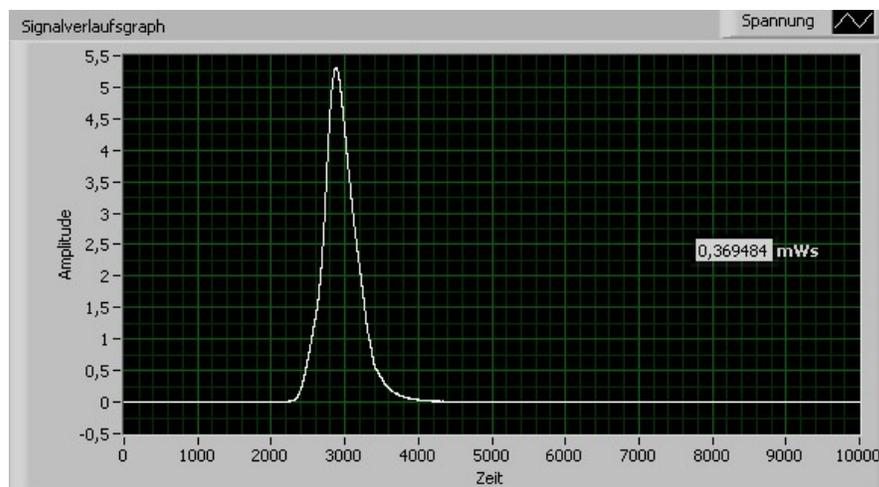


Bild / Picture 11 Spannungsfestigkeit / Voltage insulations strength



Exemplarischer Rückschaltimpuls bei 100 Ohm ohmscher Last und Raumtemperatur.

Exemplary shift-in impulse with 100 Ohm ohmic load and ambient temperature.

---

Legende / Key

---

Zeitachse: 1000 Samples entsprechen 10 ms  
Amplitudenachse: Entspricht der Ausgangsspannung in Volt.

---

Time axis: 1000 samples matches 10 ms  
Amplitude axis: matches the output voltage in Volt.

---

## 6 Umweltaforderungen / Environmental requirements

### 6.1 Schutzart / Protection level

Schaltmechanik / switching mechanism:	IP 00
Anschlüsse / terminals:	IP 00
nach IEC 60529	according to IEC 60529

### 6.2 Temperatureinsatzbereich / Temperature range



Achtung:

Temperaturlagerungen werden bei unbetätigtem Energiewandler durchgeführt (Ruhestellung). Wird der Energiewandler in der Applikation längere Zeit betätigt eingesetzt, ist dies durch entsprechende Versuche abzusichern.



Attention:

Storage tests are performed with non-actuated Energy Harvester (rest position). An application using the Energy Harvester in actuated condition over a longer period of time must be ensured by appropriate tests!

Einsatztemperatur / application temperature	$T_B = -40\text{ °C} \dots +85\text{ °C}$
---	---

### 6.3 Schwingfestigkeit des Energiewandlers /

#### Vibration resistance of the Energy Harvester

Prüfbedingungen / test conditions	Kennwert / characteristics
10 - 500 Hz; 10 Oktave/min; 2 h, 10 Schwingzyklen, max. 5 g = 50 m/s <sup>2</sup> / 10 - 500 Hz; 10 octave/min; 2 h, 10 vibration cycles, max. 5 g = 50 m/s <sup>2</sup>	Kein Spannungsimpuls > 1 VDC bei 100 Ohm Last/ No voltage-pulse > 1 VDC at 100 ohm load

### 6.4 Schockfestigkeit des Energiewandlers /

#### Shock resistance of the Energy Harvester

Prüfbedingungen / test conditions	Kennwert / characteristics
Durchführung nach / performance according to DIN EN 60068-2-27	



---

15 g = 150 m/s <sup>2</sup> , t = 11 ms; 1000 Stöße pro Achse und Richtung / 1000 pushes per axis and direction.	Kein Spannungsimpuls > 1 VDC bei 100 Ohm Last/ No voltage-pulse > 1 VDC at 100 ohm load
--	---

---

## 6.5 Umweltprüfungen / Environmental tests

Die folgenden Prüfungen wurden mit 50%  
betätigten und 50% unbetätigten  
Energiewandlern durchgeführt.

The following tests were carried out with 50%  
actuated and 50% non-actuated Energy  
Harvester.

### 6.5.1 Feuchte Wärme, zyklisch / Humid heat, cyclic

---

Bedingungen / conditions	Kennwert / characteristics
<ul style="list-style-type: none"><li>Zyklen / cycles</li><li>Ein Zyklus / one cycle: 25 °C / 55 °C, 95 % rel. Feuchte / rel. humidity</li></ul>	Funktion und Energiewerte i. O. / Function and energy values OK

---

Nach / according to DIN EN 60068-2-56 (Cb)

### 6.5.2 Feuchte Wärme, konstant / Humid heat, constant

---

Bedingungen / conditions	Kennwert / characteristics
<ul style="list-style-type: none"><li>96 h bei / at 55 °C,</li><li>95 % rel. Feuchte / rel. humidity</li></ul>	Funktion und Energiewerte i. O. / Function and energy values OK

---

Nach / according to DIN EN 60068-2-56 (Cb)

### 6.5.3 Trockene Wärme, konstant / Dry heat, constant

---

Bedingungen / conditions	Kennwert / characteristics
<ul style="list-style-type: none"><li>48 h bei / at 85 °C</li></ul>	Funktion und Energiewerte i. O. / Function and energy values OK

---

Nach / according to DIN EN 60068-2-56 (Cb)

### 6.5.4 Trockene Kälte, konstant / Dry heat, constant

---

Bedingungen / conditions	Kennwert / characteristics
--------------------------	----------------------------

---



- 24 h bei / at -40 °C

Funktion und Energiewerte i. O. /  
Function and energy values OK

Nach / according to DIN EN 60068-2-56 (Cb)

## 7 Lagerung, Handling, Verpackung, Transport und Weiterverarbeitung / Storage, handling, packaging, transport and processing

### 7.1 Interne ZF-ES Vorschriften / Internal ZF-ES regulations

Im Hause ZF-ES gelten die nachfolgenden Vorschriften:

- ZF-ES-interne Fertigungs- und Verpackungsanweisungen für den Energiewandler,
- ZF-ES-interne Gefahrstoffvorschriften,
- Umweltspezifikationen für Lieferanten,
- Umweltsätze von ZF-ES

Internal ZF-ES regulations:

- ZF-ES-internal manufacturing- and packaging instruction for the Energy Harvester
- ZF-ES-internal regulations for hazardous substances
- Environmental specifications for suppliers
- Environmental principles of ZF-ES

### 7.2 Weiterverarbeitung / Processing

#### 7.2.1 Lagerung, Transport und Handling / Storage, transport, handling

Lagerung, Transport und Handling der ausgelieferten Energiewandler muss in ZF-ES-Originalverpackungen erfolgen. Für das Umlagern in andere Behälter übernimmt ZF-ES keine Gewährleistung!

Es ist sicherzustellen, dass der Energiewandler keinen extremen Magnetfeldern ausgesetzt wird!

Lagerzeit für Energiewandler: max. 3 Monate

The Energy Harvester supplied by ZF-ES shall be stored in the original packaging. ZF-ES assumes no responsibility in the case that the switches are transferred to other containers.

Please ensure that the Energy Harvester is not exposed to extreme magnetic fields!

Storage time for Energy Harvesters: max. 3 month.

#### Lagerkonditionen:

- Lager-Temperaturbereich: +5 C bis +40°C.
- Relative Luftfeuchte:  
Mittelwert < 50 % (über Zeitraum von 3 Monaten)  
Höchstwert: 75 % (max. andauernd über 15 Tage)
- Betauung, Lösungsmittel, korrosive Atmosphären, Insekten usw. sind auszuschließen

Bei zu erwartenden Luftfeuchtigkeiten über 75 % kann die Standardverpackung nicht mehr hinreichend schützen. Sollten solche Konditionen zu erwarten sein, fragen Sie eine Tropenverpackung an.

Bei Überschreitung der Lagerzeit und Lagerung außerhalb der beschriebenen Konditionen erlischt die Gewährleistung (Lötbarkeit) von ZF-ES.

#### Storage conditions:

- Storage temperature range: +5°C to +40°C.
- Rel. humidity:  
Average <50% (within a period of 3 month)  
Maximum: 75% (max. 15 days)
- Condensation, solvents, corrosive atmospheres, insects etc. have to be avoided

If air humidity goes higher than 75%, standard packaging will not provide sufficient protection. Ask ZF-ES for a alternative packaging if such conditions are expected.

In case of exceeding the storage time of 3 months, or storage outside the listed storage conditions, the liability of ZF-ES expires.

## 7.2.2 Weiterverarbeitungsverfahren / Processing methods



#### Achtung:

- Ultraschall (US)-Schweißen: Direkt am Energiewandler ist US-Schweißen nicht zulässig. Wird der Energiewandler in Applikationen eingesetzt, in denen US-Schweißen angewandt wird, muss mit ZF-ES Rücksprache gehalten werden.
- Bei Weiterverarbeitungsverfahren, wie z. B. Schneid-Klemm-Technik, Widerstandsschweißen etc., kann es bei unsachgemäßer Verarbeitung zu Beschädigungen am Energiewandler kommen.
- In Zweifelsfällen, bzw. bei neuen Kontaktierungsverfahren, ist mit ZF-ES Rücksprache zu halten, um eine unsachgemäße Weiterverarbeitung auszuschließen.



#### Attention:

- Ultrasonic (US) welding: US welding directly at the Energy Harvester is not permissible. If the Energy Harvester is used in an application, which includes US welding, it is necessary to consult with ZF-ES.
- In case of processing methods as e.g. cutting-clamp-connection, resistance welding etc., improper processing may lead to damage at the switch.
- In case of doubt or employment of new contacting methods, it is necessary to consult with ZF-ES.

### 7.2.3 Medienbeständigkeit / Resistance against media



Achtung:

- Schadgase und auf den Energiewandler einwirkende Medien, wie z. B. Staub oder Flüssigkeiten sind zu verhindern, da sie die Lebensdauer des Energiewandlers negativ beeinflussen oder den Energiewandler zerstören können!
- Kann auf den Einsatz von Lösungsmitteln oder aggressiven Medien (z. B. Dichlormethanol, Trichlorethanol oder Isopropanol) in der Applikation oder im Verarbeitungsprozess nicht verzichtet werden, ist dringend Rücksprache mit ZF-ES zu halten!
- Die Wirkungen von verschiedenen Medien auf den Energiewandler sind sehr vielfältig. Beim Einsatz von aggressiven Medien in unmittelbarer Nähe des Schalters kann es zu Funktionsbeeinträchtigungen des Energiewandlers kommen. Die Auswirkungen auf den Energiewandler können nur durch praxisnahe Tests in der Applikation durch den Anwender ermittelt werden.

Bestimmte Medien in unmittelbarer Umgebung des Energiewandlers sind generell auszuschließen (z. B. Handcremes, Benzin, schnell aushärtende Klebstoffe auf Cyanacrylat-Basis).



Attention:

- Corrosive atmosphere and media as e.g. dust or liquids, which affect the Energy Harvester, must be avoided because of their negative effect on the service life of the Energy Harvester!
- If the use of solvents or aggressive substances (e.g. dichlormethanol, trichlorethanol or Isopropanol) cannot be avoided, due to a special application or manufacturing process, it is of urgent importance to consult with ZF-ES!
- The effects of different media on the switch are various. If an aggressive medium is used in the close environment of the switch this may have a functional effect on the Energy Harvester. The effect on the switch can only be determined by appropriate tests in the application by the customer.

Certain mediums should be avoided in close environment of the Energy Harvester (e.g. hand cream, petrol, fast-harden glues based on cyanoacrylate).

### 7.2.4 Lötbarkeit / Solderability

Der Energiewandler ist nach DIN IEC Teil 2-20 (Prüfgruppe T: Löten) im Auslieferungszustand und nach sachgemäßer Lagerung lötbar.

Solderability acc. to DIN IEC part 2-20 (test group T: soldering) of the Energy Harvester is guaranteed when switches are leaving ZF-ES and after appropriate storage conditions.



**Wichtiger Hinweis:**

Lötdämpfe müssen abgesaugt werden. Sie können im Energiewandler zu nachhaltigen Schädigungen der Funktion führen, als auch die Gesundheit Ihres Personals schädigen.

Der Energiewandler (Generator) ist ausgelegt für automatische Lötverfahren.

Die folgenden Parameter wurden an u. g. Anlage der Fa.EBSO ermittelt.

- Verarbeitungs-Temperatur: 290 °C
- Lötzeit: 2 sec
- Lot: SAC305
- Flussmittel: Lonco RF 800
- Miniwelle: EBSO 300SPA 300F M00-0378

Sollten abweichende Lötverfahren (z. B. Handlötung) angewendet werden, muss Rücksprache mit ZF-ES erfolgen.



**Important notice:**

Solder vapors must be exhausted. They can lead to sustainable damages of the function, as well as cause health damage to your staff.

The Energy Harvester (generator) is constructed for automatic soldering.

The following parameter got determined at the undermentioned system of the company EBSO.

- Soldering temperature: 290 °C
- Soldering duration: 2 s
- Soldering material: SAC305
- Fluxes: Lonco RF 800
- Micro wave: EBSO 300SPA 300F M00-0378

If you want to use different soldering-procedure (e.g. hand soldering) you have to consult ZF-ES first.



## 8 Werkstoffe / Materials

### 8.1 Materialliste / Bill of materials

Teilebezeichnung / Part description	Werkstoff / Material	Bemerkung / Remark
Hilfsbetätiger / Internal actuator	CrNi-Stahl / stainless steel	
Sprungfeder / Spring	CrNi-Stahl / stainless steel	
Umlenkhebel / Deflection lever	CrNi-Stahl / stainless steel	
Spulenkörper / Inductor body	PA	UL 94 V-0
Spulendraht / Inductor wire	CuL	
Eisenkern / Magnetic Core	Fe-Legierung / Fe alloy	
Lötpin / Soldering pin	CuSn	
Süd-, Nordpolblech / South-, Northpoleplate	Fe	
Permanentmagnet / Permanent magnet	NdFeB	
Gehäuse Magnetblock / Case magnetic block	LCP	UL 94 V-0
Gleitplatte / Slide plate	Fe-Legierung / Fe alloy	
Fett / Grease	Synthetischer Schmierstoff / Artificial lubricant	
Lot / Soldering material	Sn	bleifrei / lead-free
Bandage / Bandage	Polyester	gelb / yellow

### 8.2 Gefahrstoffe / Hazardous substances

Materialien entsprechen der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. Juni 2011 (RoHS II, Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten).

Materials according to the directive "2011/65/EU of the European parliament and of the council of June, 8<sup>th</sup> 2011 (RoHS II, restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment)".



## 9 Mitgeltende Dokumente / Applicable Documents

Deutsche Norm / German Standard		Internationale Norm / International Standard		Benennung:	Title:
Identical / Similar					
Bezeichnung / Name:	Ausgabe/ Edition:	Bezeichnung / Name:	Ausgabe / Edition:		
DIN EN 60529	09-2014	IEC 60529	10-2013	Schutzart	Degrees of protection
		ISO 554	07-1976	Klimate und ihre technischen Anwendungen (Normalklima)	Climates and their technical applications (normally climate)
DIN EN 60068-2-1	01-2008			Trockene Kälte	
DIN EN ISO 9453	12-2006	ISO 9453	08-2014	Weichlote	Soft solder alloys
DIN EN 29454-1	12-2014	ISO 9454-1	12-1990	Flussmittel für Weichlöten	Soft soldering fluxes
DIN EN 60068-2-2	05-2008	IEC 60068-2-2	07-2007	Trockene Wärme	Dry heat
DIN EN 60068-2-6	10-2008	IEC 60068-2-6	12-2007	Schwingen, sinusförmig	Vibrations (sinusoidal)
DIN EN 60068-2-14	04-2010	IEC 60068-2-14	01-2009	Temperaturwechsel	Change of temperature
DIN EN 60068-2-27	02-2010	IEC 60068-2-27	02-2008	Schocken	Shock
DIN EN 60068-2-30	06-2006	IEC 60068-2-30	08-2005	Feuchte Wärme, zyklisch	Damp heat, cyclic
DIN EN 60068-2-78	02-2014	IEC 60068-2-78	10-2012	Feuchte Wärme, konstant	Damp heat, steady state
DIN EN 60068-2-20	05-2009	IEC 60068-2-20	07-2008	Löten	Soldering
DIN EN 60721-3-7	07-1997	IEC 60721-3-7	10-2002	Klassifizierung von Umweltbedingungen	Classification of environmental conditions

© Weitergabe sowie Vervielfältigung des Dokumentes, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Alle Rechte vorbehalten.

© The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its content to others without explicit authorization are prohibited. All rights reserved.



## 10 Kontakt / Contact

### Europe:

ZF Friedrichshafen AG  
Electronic Systems  
Graf-Zeppelin-Straße 1  
91275 Auerbach  
Deutschland

### North America:

ZF Electronic Systems  
Pleasant Prairie LLC  
11200 88th Avenue  
Pleasant Prairie, WI 53158  
USA

### Asia-Pacific:

ZF Electronics Asia Limited  
2/F Technology Plaza  
29-35 Sha Tsui Road  
Tsuen Wan, New Territories  
Hong Kong

Internet: [www.switches-sensors.zf.com](http://www.switches-sensors.zf.com)

E-Mail: [switches-sensors@zf.com](mailto:switches-sensors@zf.com)