



LoRaWAN® in Bewegung

ELV Applikationsmodul Beschleunigung ELV-AM-ACC Sensorboard für Erschütterungen und Lageänderungen

Sie wollen feststellen, ob jemand etwas in den weiter entfernten Briefkasten eingeworfen hat, die Mülltonnen bewegt oder geleert bzw. Türen oder Fenster im Schrebergartenhäuschen geöffnet wurden? Dann eignet sich das neue ELV Applikationsmodul Beschleunigung ELV-AM-ACC aus dem ELV-Modulsystem für LoRaWAN® bestens für diese Aufgaben. Mit der hohen Reichweite ergänzt die Funk- und Netzwerktechnologie LoRaWAN® das Smart Home, indem es auch Daten von Sensoren im Außenbereich erfassen kann, diese an das eigene System übermittelt und damit zur Auswertung bereitstellt.

Lageänderungen und Erschütterungen

Das ELV-Modulsystem bekommt mit dem neuen ELV Applikationsmodul Beschleunigung ELV-AM-ACC die Fähigkeit, Lageänderungen und Erschütterungen zu erkennen. In Verbindung mit der Experimentierplattform für LoRaWAN® ELV-LW-Base (Bild 1, [1]) kann man so aus zwei Modulen einen funktionsfähigen Sensor bauen, der für unterschiedlichste Anwendungen, bei denen Bewegungen detektiert werden müssen, eingesetzt werden kann.

Die Firmware und der Payload-Parser, mit dem die Daten z. B. in The Things Network [2] oder Helium [3] dekodiert werden können, werden wie bei allen Modulen aus dem ELV-Modulsystem im Downloadbereich auf der Artikeldetailseite zur Verfügung gestellt [4]. In einem Grundlagenbeitrag, der kostenlos heruntergeladen werden kann [1], stellen wir zudem das Basismodul ELV-LW-Base und die zugrundeliegende Funk- und Netzwerktechnologie LoRaWAN® ausführlich vor.

Neben der Nutzung in Verbindung mit LoRaWAN® kann das ELV Applikationsmodul Beschleunigung aber auch stand-alone genutzt werden, da der Sensor über I²C angesprochen wird. Die beiden Datenleitungen und die zwei Interruptleitungen werden über die Pins des Moduls nach außen geführt.

Mit einem Klick
direkt zum Bausatz



ELV-AM-ACC

Artikel-Nr.
157501

Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com

Infos zum Bausatz ELV-AM-ACC



Schwierigkeitsgrad:
leicht



**Ungefähre Bau-/
Inbetriebnahmezeit:**
0,25 h



Besondere Werkzeuge:
keine



Lötterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

101010110
110101021
111101011
011010100

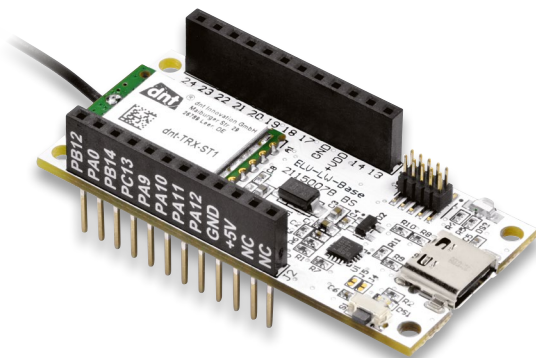


Bild 1: Die ELV-LW-Base wird zum Einsatz mit dem ELV-Applikationsmodul Beschleunigung benötigt, wenn man es im LoRaWAN® betreiben will.

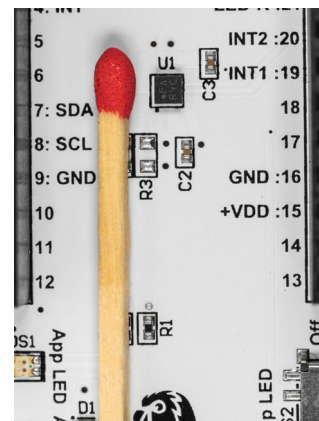
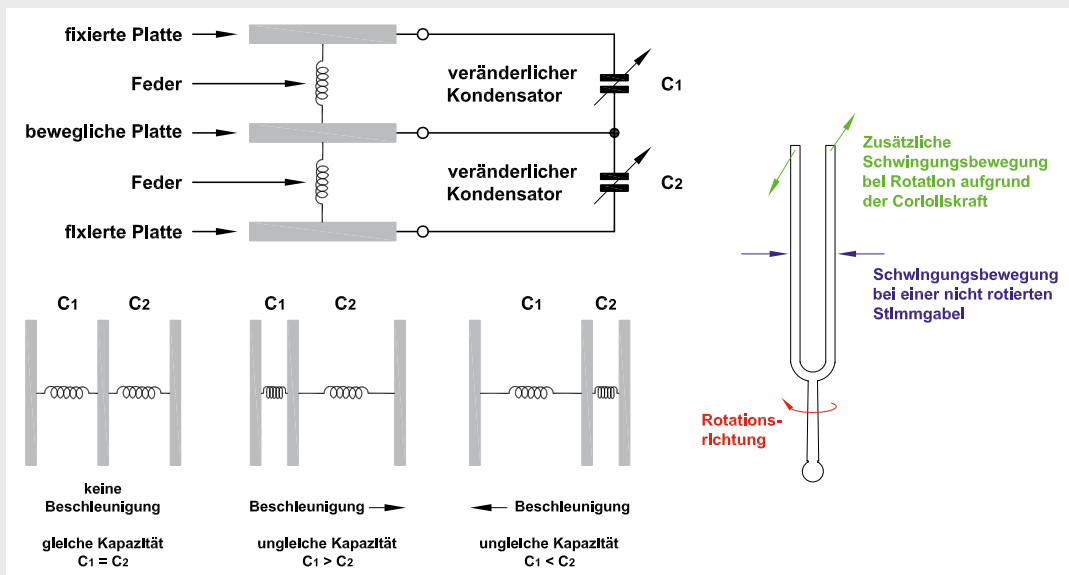


Bild 2: Der winzig kleine (2x2 mm) Sensor BMA400 im Vergleich mit der Größe eines Streichholzkopfs

Stromsparender Beschleunigungssensor

Zur Detektion der Lageänderungen und Erschütterungen wird der nur 2 x 2 mm große MEMS-Sensor BMA400 (Bild 2, [5]) von Bosch Sensortec eingesetzt. Neben der eigentlichen Funktion als triaxialer Beschleunigungssensor ist er speziell für Ultra-Low-Power-Anwendungen vorgesehen und damit

genau der richtige Partner für die Datenerfassung in der LoRaWAN®-Welt. Der BMA400 eignet sich ansonsten besonders für tragbare Geräte, die eine lange Batteriebensdauer benötigen. Darüber hinaus wird er in Lösungen für Smart-Home-Anwendungen, z. B. für intelligente Raumklimasysteme und intelligente Haussicherheitsysteme, eingesetzt.



Wie funktionieren MEMS-Sensoren?

MEMS-Sensoren (MEMS = Micro-Electro-Mechanical System) bestehen zum einen aus elektronischer Logik, zum anderen aus mikromechanischen Strukturen, z. B. Federn aus Silizium, die nur ein Tausendstel Millimeter dick sind. Ein Beschleunigungssensor ist z. B. aus drei kapazitiven Platten aufgebaut, dabei werden die Platten übereinander angeordnet, die beiden äußeren sind fest und die mittlere mittels Federn beweglich gelagert. Der Abstand zwischen den Platten bestimmt die Kapazität dieser Kondensatoren.

Wirken nun beschleunigende Kräfte auf diese Platten, verändert sich der Abstand zueinander, welcher eine Kapazitätsänderung verursacht. Diese Kapazitätsänderung kann von der im Chip integrierten Elektronik

erfasst und zum Auslesen aufbereitet werden. Beim Gyroskop werden mikromechanische Strukturen in Schwingung gebracht, wobei eine Drehbewegung durch die Corioliskraft Einfluss auf die Schwingung nimmt und so z. B. kapazitive Änderungen verursacht.

Als Beispiel betrachten wir den Aufbau mittels einer Stimmgabel, aber auch andere geometrische Formen sind denkbar. Die Stimmgabel wird in Schwingung versetzt, wirkt dann eine Drehbewegung auf die Stimmgabel, bewegen sich die Zinken der Stimmgabel nicht nur aufeinander zu, sondern werden durch die Corioliskraft seitlich zueinander bewegt, wie in der Skizze oben zu sehen ist. Die Stimmgabel wird zwischen zwei feste Platten gelegt, sodass die seitliche Bewegung dann wie beim Beschleunigungssensor über Kapazitätsänderung erfasst und ausgewertet werden kann.

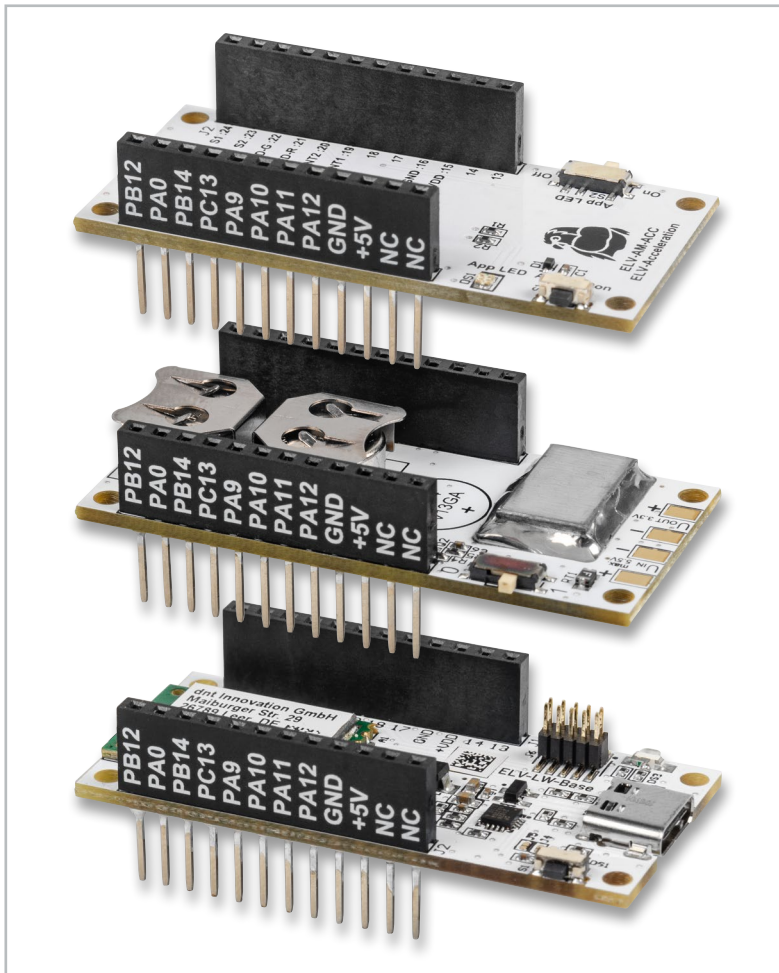


Bild 3: Ein Stapel aus ELV-Modulen mit dem ELV Applikationsmodul Beschleunigung (oben), dem ELV Powermodul Buttoncell (Mitte) und der ELV-LW-Base (unten)

Der Sensor verbraucht im Low-Power-Betrieb weniger als $1\mu\text{A}$ Strom und hat eine automatische Wake-up-Funktion im Modus zur Detektion von Erschütterungen. Die Lageänderung wird in den drei Bereichen horizontal, geneigt und vertikal erfasst. Zur Anpassung an die konkreten örtlichen Gegebenheiten ist die Meldeschwelle für die Erschütterungsbeschleunigung und der Winkel für die einzelnen Bereiche konfigurierbar (Grafik s. Downlink).

Anwendungsbeispiele

Das ELV Applikationsmodul Beschleunigung kann für alle Anwendungen eingesetzt werden, bei denen entweder Erschütterungen und/oder Lageänderungen detektiert werden müssen. So beispielsweise bei Türen, Fenstern, Gegenständen oder Personen, die sich bewegen, und diese Bewegung detektiert werden soll. Das Öffnen der Klappe des Briefkastens, Mülleimers oder auch eines Bienenstocks sind weitere Beispiele für geeignete Einsatzbereiche, vor allem, wenn diese sich nicht im Umfeld einer anderen eingesetzten Funktechnologie wie WLAN, Bluetooth o. Ä. befinden.

Durch den stromsparenden Einsatz speziell bei LoRaWAN® kann der Sensor auch an Orten montiert werden, die schlecht zugänglich sind, da das Gerät entweder direkt mit Primärzellen oder mit Akkus versorgt werden kann. Besonders geeignet sind die ELV Powermodule wie das ELV-Buttoncell (Bild 3, [6]) oder das ELV-EnergyHarv [7] in Verbindung mit einem Solarmodul wie dem ELV Erweiterungsmodul Solaradapter 1 (Bild 4, [8]).

Für den Einbau in ein Gehäuse und damit auch für den Innen- und Außen-einsatz (IP43) bieten wir das modulare Gehäusesystem MH0101 an, das sowohl mit einem schwarz-grauen als auch einem transparenten Gehäusedeckel für den Einsatz eines Solarmoduls erhältlich ist (Bild 5).

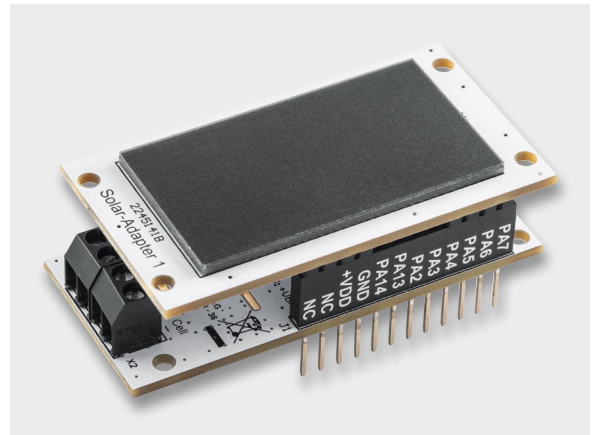


Bild 4: Für den energieautarken Einsatz: ELV-EnergyHarv in Verbindung mit dem ELV Erweiterungsmodul Solaradapter 1



Bild 5: Für den Innen- und Außen-einsatz (IP43) eignet sich das modulare Gehäusesystem MH0101.

Schaltung

Die Schaltung (Bild 6) gestaltet sich bei diesem Applikationsmodul recht überschaubar. Neben den Steckverbindern J1 und J2 zum Verbinden mit den weiteren ELV-Modulen wie der ELV-LW-Base findet man in der Schaltung als Hauptkomponente den Beschleunigungssensor U1 vom Typ BMA400. Er dient zur Erschütterungsdetektion bzw. Erkennung von Lageänderungen. Die hierfür notwendigen Signale und Daten werden der ELV-LW-Base über die Interruptleitungen und die I²C-Busleitungen mitgeteilt. Die Kondensatoren C2 und C3 dienen zur Störunterdrückung und der Widerstand R4 konfiguriert die I²C-Adresse des Sensors.

Dem Taster S1 wird mit C1 ein Abblockkondensator zu Seite gestellt. Dabei erfolgt eine Absicherung gegen elektrostatische Entladungen durch die ESD-Diode D1 gegen Masse.

Die Duo-LED DS1 samt zugehörigen Widerständen R1 und R2 ist – wie der Schiebeschalter S2 – direkt mit der ELV-LW-Base verbunden.

Nachbau

In Bild 7 sind die dazugehörigen Platinenfotos und Bestückungsdrucke zu sehen. Bei dem Applikationsmodul ELV-AM-ACC sind bereits alle SMD-Bauteile vorbestückt und die Montagearbeit der Stiftleisten bereits ausgeführt. Somit kann sofort mit der Nutzung im ELV-Modulsystem begonnen werden.

Bild 6: Schaltbild des ELV-AM-ACC

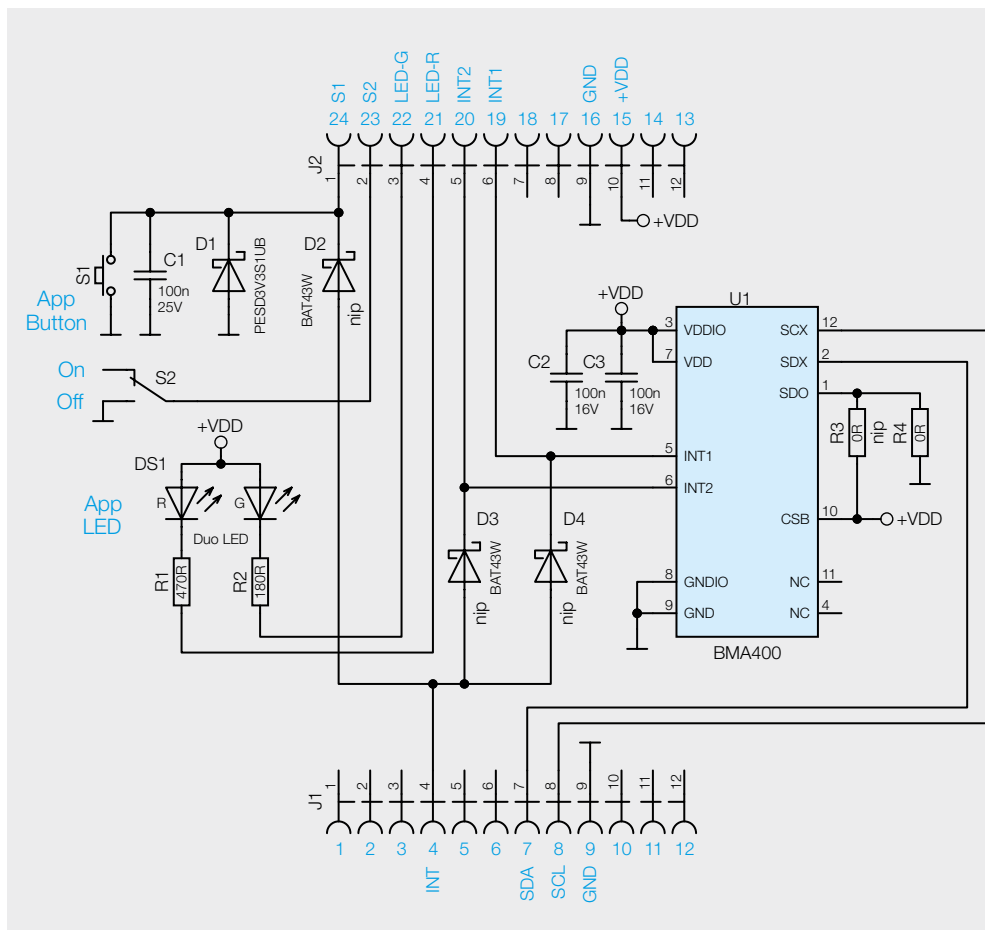
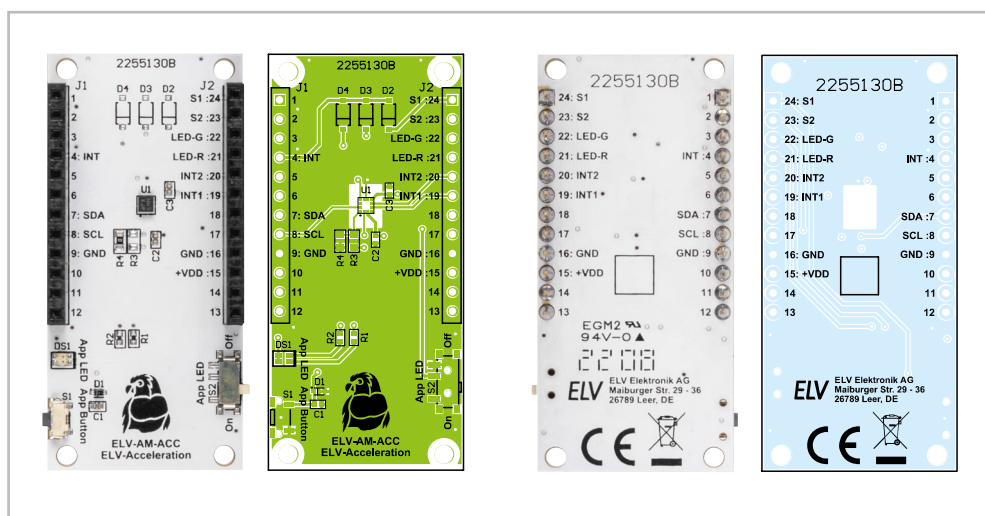


Bild 7: Platinen-fotos und Bestückungsdrucke des ELV-AM-ACC



Stückliste

Widerstände:

0 Ω/SMD/0603	R4
180 Ω/SMD/0402	R2
470 Ω/SMD/0402	R1

Kondensatoren:

100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C3
100 nF/25 V/SMD/0402	C1

Halbleiter:

BMA400/SMD	U1
PESD3V3S1UB/SMD	D1
Duo-LED/rot/grün/SMD	DS1

Sonstiges:

Taster mit 1,2 mm Tastknopf,	
1x ein, SMD, 1,8 mm	S1
Schiebeschalter, 1x ein, SMD	S2
Buchsenleiste, 1x 12-polig, 10 mm Pinlänge, gerade, bedruckt, Pin 1-12	J1
Buchsenleiste, 1x 12-polig, 10 mm Pinlänge, gerade, bedruckt, Pin 13-24	J2

Flashen der Firmware

Für den Betrieb des ELV-AM-ACC muss die Firmware auf der ELV-LW-Base angepasst werden, damit das ELV Applikationsmodul Beschleunigung entsprechend eingesetzt werden kann. Die Firmware ist im Downloadbereich des ELV-AM-ACC [4] erhältlich. Mit dem ELV-LoRaWAN®-Flasher-Tool, das unter [1] heruntergeladen werden kann, muss nun die Firmware auf die ELV-LW-Base aufgespielt werden.

Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Flashvorgang findet man in der Download-Datei des ELV-LoRaWAN®-Flasher-Tools.

Nach erfolgreichem Flashen der Firmware wird die USB-Spannungszufuhr vom Modul ELV-LW-Base getrennt und wieder neu eingesteckt, um die neue Firmware zu aktivieren. Das Modul nimmt danach den Betrieb mit der geänderten Firmware auf.

Uplink/Auswerten der Payload

Daten, die vom Applikationsmodul zum LoRaWAN®-Server gelangen, werden als Uplink bezeichnet. Den Payload-Parser zur Auswertung der Daten in The Things Network (TTN/TTS) [2] oder Helium [3] findet man im Downloadbereich des ELV-AM-ACC [4]. Das

Vorgehen zur Einbindung in das TTN/TTS ist in dem Grundlagenbeitrag zur ELV-LW-Base beschrieben [1].

Im Uplink wird immer der Payload-Header mit TX-Reason und Betriebsspannung gesendet, gefolgt von den Daten des Applikationsmoduls (Tabelle 1).

Beim ELV-AM-ACC folgen entsprechend die Erschütterungs- und Lagedaten (Tabelle 2).

Bild 8 zeigt beispielhaft die vom Applikationsmodul übermittelten Daten in der Live-Data-Ansicht in The Things Network.

Downlink

Die Konfigurationsdaten, die per Downlink zu dem ELV Applikationsmodul ELV-AM-ACC übertragen werden, sind bei TTN/TTS im Bereich Applications unter End-Device → Messaging → Downlink einzutragen. Im Feld FPort wird der Wert 10 eingefügt und der zu sendende Payload eingetragen. Die zu sendenden Daten (Payload) bestehen aus insgesamt 6 Byte (Tabelle 3).

- Byte 0 enthält die Device-ID des ELV Applikationsmoduls ELV-AM-ACC, diese lautet 0x07
- Byte 1 konfiguriert den Sensormodus
- Byte 2 konfiguriert die Sensorempfindlichkeit
- Byte 3 konfiguriert den Auslöswinkel 1 (Schwelle von horizontal → geneigt)
- Byte 4 konfiguriert den Auslöswinkel 2 (Schwelle von geneigt → vertikal)
- Byte 5 konfiguriert die Hysterese für die Auslöswinkel

Bitte beachten Sie dabei, dass die Eingabe als Hexadezimalwert erfolgen muss. Es müssen immer alle sechs Bytes im Downlink übertragen werden. Falls nicht alle sechs Parameter zusammen angepasst werden sollen, kann eine 00 für „keine Änderung des Befehls“ gesendet werden. Damit bleibt der aktuell verwendete Parameter unberührt.

ELV-Modulsystem Header

Byte 0	Reserved	TX_Reason
Byte 1	Reserved	
Byte 2	APP Type	
Byte 3	Supply Voltage [High Byte]	
Byte 4	Supply Voltage [Low Byte]	

Tabelle 1

Bytes zu Erschütterungs- und Lagedaten in der Uplink-Payload des ELV-AM-ACC

Byte n	Value ID	0x0C																		
Byte n+1	Sendegrund	<table border="1"> <tr> <th>Bit</th> <th>7</th> <th>6</th> <th>5</th> <th>4</th> <th>3</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>0</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Bewegung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Vertikal</td> <td>Geneigt</td> <td>Horizontal</td> <td>Erschütterung</td> </tr> </table>	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0		Bewegung				Vertikal	Geneigt	Horizontal	Erschütterung
		Bit	7	6	5	4	3	2	1	0										
	Bewegung				Vertikal	Geneigt	Horizontal	Erschütterung												
Byte n+2	Neigungswinkel	1-180° (Auflösung = 1°)																		

Tabelle 2

Downlink-Payload des ELV-AM-ACC

	Parameter	Beschreibung	Default
Byte 0	Device ID	0x07	
Byte 1	Sensormodus	1 = Erschütterung / 2 = Lageänderung / 3 = Erschütterung und Lageänderung	0x03
Byte 2	Sensorempfindlichkeit*	1 = 16G / 2 = 8G / 3 = 4G / 4 = 2G / 5 = 2G+ / 6 = 2G++	0x03
Byte 3	Auslöswinkel 1	1-180° (Auflösung = 1°)	20°
Byte 4	Auslöswinkel 2	1-180° (Auflösung = 1°)	75°
Byte 5	Auslöswinkel Hysterese	1-180° (Auflösung = 1°) 255° -> deaktiviert	2°

*2G+ und 2G++ sind noch einmal doppelt bzw. viermal empfindlicher als 2G

Tabelle 3



Bild 8: Anzeige der Live-Daten in The Things Network

Beispiel

Will man den Sensormodus auf reine Lageänderung und die Empfindlichkeit auf 8G einstellen und die Auslöswinkel 1 und 2 auf 10 bzw. 45 Grad mit einer Hysterese von 5 Grad ändern, dann sieht die Downlink-Payload folgendermaßen aus:

```
07 02 02 0A 2D 05
```

Nach der Eingabe der Daten klicken Sie auf „Schedule downlink“. Die Nachricht wird dann in eine Warteschlange geschrieben, da Class-A-Nodes ein Empfangsfenster erst nach der Absendung von Daten (Uplink an ein Gateway/TTS) öffnen. Dazu kann z. B. der Userbutton gedrückt werden.

Durch die Aussendung der Daten wird anschließend ein entsprechendes Empfangsfenster geöffnet, der Downlink wird ausgeführt und die Einstellungen werden übernommen.

Zur Visualisierung der Daten haben wir im ELVjournal 1/2022 und 2/2022 [9] ein Beispiel mit dem Anbieter Tago.io beschrieben, das entsprechend auch für das ELV-AM-ACC übernommen werden kann.

Auslöswinkel

Die beiden Auslöswinkel (Auslöswinkel 1, Auslöswinkel 2) legen fest, wann eine Lageänderung von der horizontalen zur geneigten Position bzw. von der geneigten Position zur vertikalen Position des Sensors registriert wird (Bild 9).

Bedienung und Konfiguration am Applikationsmodul

Zur einfacheren Installation und Kontrolle von Erschütterung und Lageänderung gibt die Duo-LED folgende Signale aus:

- Erschütterung → Rot
- Lageänderung → Grün
- Erschütterung und Lageänderung → Rot und Grün

Bei der Erkennung einer Erschütterung bzw. Lageänderung wird die jeweilige LED für 400 ms aktiviert.

Mit dem Schiebeschalter App-LED lässt sich die LED ein- und ausschalten und ermöglicht damit so-

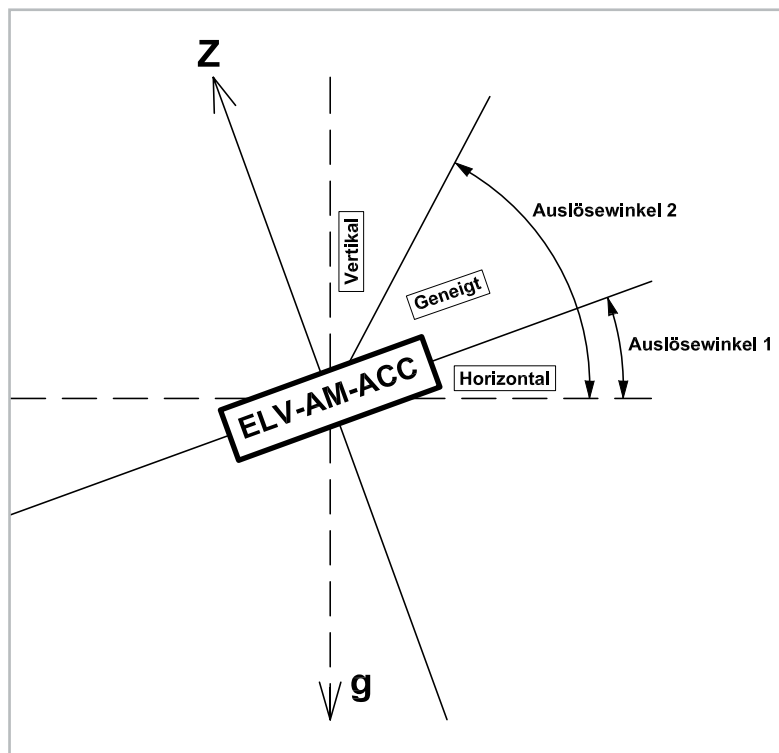


Bild 9: Die konfigurierbaren Auslöswinkel für die Lageerkennung (das Applikationsmodul wird dabei von der Seite dargestellt)

wohl die Kontrolle der Einstellungen bei eingeschalteter LED als auch den stromsparenden Betrieb mit ausgeschalteter LED.

Mit einem kurzen Tastendruck auf den App-Taster wird fortlaufend zwischen den verschiedenen Sensormodi (Erschütterung, Lageänderung, Erschütterung und Lageänderung) umgeschaltet. **ELV**

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-AM-ACC
Versorgungsspannung:	3,0–3,3 V _{DC}
Sensormessbereiche:	±2 g, ±4 g, ±8 g oder ±16 g
Stromaufnahme:	typ. 3,5 µA, max. 14,5 µA
Stromaufnahme LED:	max. 11 mA
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen (B x H x T):	55 x 26 x 19 mm
Gewicht:	9 g

i Weitere Infos

- [1] ELV-LW-Base Experimentierplattform für LoRaWAN®, ELV-BM-TRX1: Artikel-Nr. 156514
- [2] The Things Network: <https://www.thethingsnetwork.com>
- [3] Helium: <https://www.helium.com>
- [4] ELV Applikationsmodul Beschleunigung ELV-AM-ACC: Artikel-Nr. 157501
- [5] BMA400 von Bosch Sensortec: <https://www.bosch-sensortec.com/products/motion-sensors/accelerometers/bma400/>
- [6] ELV Powermodul Buttoncell, ELV-PM-BC: Artikel-Nr. 156745
- [7] ELV Powermodul EnergyHarv, ELV-PM-EH: Artikel-Nr. 156839
- [8] ELV Erweiterungsmodul Solaradapter 1, ELV-EM-SA1: Artikel-Nr. 157907
- [9] Einfach anzeigen - Datenweiterleitung und Visualisierung im LoRaWAN®:
Teil 1: Artikel-Nr. 252466 (kostenloser Download), Teil 2: Artikel-Nr. 252592

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links