



ELV Applikationsmodul Platin-Tempersensor

ELV-AM-PT

Bitte lesen Sie die Bau- und Bedienungsanleitung vor der Inbetriebnahme komplett und bewahren Sie diese für späteres Nachlesen auf. Wenn Sie das Gerät anderen Personen zur Nutzung überlassen, übergeben Sie bitte auch diese Bau- und Bedienungsanleitung.

Kontakt:

Sie haben Fragen zum Produkt oder zur Bedienung, die über die Bau- und Bedienungsanleitung nicht geklärt werden konnten? Sie haben eine Reklamation zu Ihrem Gerät?

Kontaktieren Sie unser Team gerne über unsere Homepage www.elv.com im Bereich [Services → Kontakt & Support](#).

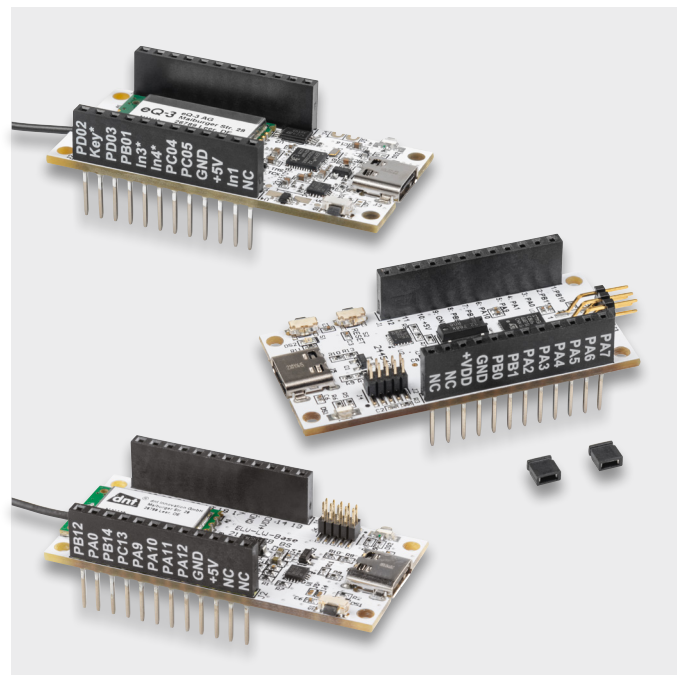
Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produkts finden Sie zudem bei der Artikelbeschreibung im ELVshop.

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an.

Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: ELV · Reparaturservice · Maiburger Straße 29-36 · 26787 Leer · Germany



Zu kalt, zu heiß? Jetzt wird es extrem: Ab jetzt können Sie auch Temperaturen von -200 bis +600 °C messen! Die genaue Temperaturerfassung ist in vielen Bereichen entscheidend: bei der präzisen Steuerung der Heizungsanlage zur Senkung der Energiekosten, der Überwachung der Gefriertruhe oder bei anspruchsvollen Messungen im Hobby- und Werkstattbereich. Während einfache NTC-Sensoren hier schnell an ihre Grenzen stoßen, öffnet das neue ELV Applikationsmodul ELV-AM-PT die Welt der hochpräzisen und industriell bewährten PT100- und PT1000-Sensoren für unser ELV-Modulsystem. Egal ob Homematic IP, LoRaWAN® oder Arduino: Alle Systeme werden ab Werk vollständig unterstützt.

Einfach, aber effektiv

Schon vor dem Zeitalter der Digitalisierung waren Platinwiderstände eine weitverbreitete Methode zum Messen der Temperatur (Bild 1). Ausschlaggebend hierfür ist das ungewöhnlich lineare Verhalten des Widerstands in Abhängigkeit zur Temperatur. Dadurch war es möglich, auf komplizierte Linearisierungen zu verzichten und den Spannungsabfall direkt zu verwenden. Auch wenn die Kennlinie auf den ersten Blick tatsächlich perfekt linear erscheint, treten in der Praxis geringe Abweichungen auf, die insbesondere bei extremen Temperaturen relevant werden. Es folgen nun ein paar Anwendungsbeispiele, bevor wir uns näher mit der Funktionsweise von Platin-Temperatur-sensoren und des ELV-AM-PT beschäftigen.

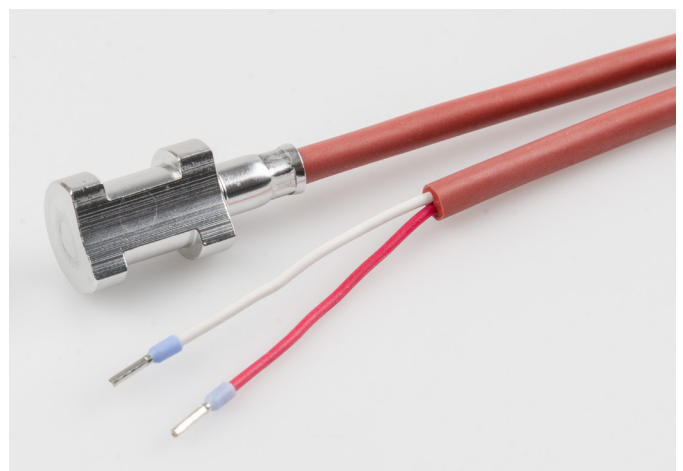


▲ Bild 1: Rectum-Platin-Thermometer by Callendar, 1886-1930 (Quelle)

Anwendungsbeispiele

Vorlauf- und Rücklaufftemperatur der Heizung überwachen

Mit zwei ELV-AM-PT Modulen sowie zwei identischen PT-Sensoren als Rohranlegefühler (Bild 2) können Sie die Vor- und Rücklaufftemperatur Ihrer Heizung präzise überwachen und so die Effizienz Ihrer Heizungsanlage optimieren. Die Anlegesensoren werden einfach an den entsprechenden Rohren der Heizung befestigt und jeweils mit einem ELV-AM-PT verbunden. Die beiden Applikationsmodule werden zusammen an einem Basismodul betrieben und die Messdaten werden an das verwendete System übermittelt, z. B. an die CCU3. Die Temperaturwerte können Sie anschließend über Ihre Weboberfläche einsehen und analysieren. Diese Messdaten lassen sich für die Automatisierung Ihrer Heizung nutzen. So können Sie z. B. festlegen, dass die Heizleistung automatisch angepasst wird, wenn die Differenz zwischen Vor- und Rücklaufftemperatur einen bestimmten Wert über- oder unterschreitet. So steuern Sie Ihre Heizung bedarfsgerecht und energieeffizient.



▲ Bild 2: Mit speziellen Anlegefühlern wird die Montage zur Überwachung der Vor- und Rücklaufftemperatur an Heizungsrohren wesentlich einfacher.



Infos zum Bausatz ELV-AM-PT



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Bau-/Inbetriebnahmezeit:
0,75 h



Besondere Werkzeuge:
Schraubendreher, Schlitz 2,5 mm



Lötterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrofachkraft:
nein

Sollten Sie feststellen, dass die Vorlauftemperatur Ihrer Heizung zu hoch und die Rücklauftemperatur zu niedrig ist, ist eine Optimierung sinnvoll. Meist wird in solch einem Fall die Wärme nicht optimal an den Raum abgegeben. Mögliche Ursachen hierfür könnten eine zu hohe Heizleistung, eine unzureichende Wärmedämmung oder ein hydraulisches Problem sein. Durch die Überwachung der Vor- und Rücklauftemperatur mit dem ELV-AM-PT können Sie diese Situation erkennen und die Heizleistung automatisch reduzieren. So sparen Sie Energie sowie Kosten und schonen zusätzlich die Umwelt.

Effizienz der Solarthermie-Anlage im Blick

Die Überwachung von Solarthermie-Anlagen ist ein weiteres brandaktuelles Anwendungsbeispiel. Umweltfreundliche Alternativen zur eigenen Energiegewinnung sind nicht mehr wegzudenken. Das betrifft insbesondere auch die Erzeugung von Warmwasser. Da solche Systeme in der Regel das bestehende System nur ergänzen und nicht autark laufen, lassen sich Effizienzeinbußen oder Ausfälle häufig erst auf der Strom- oder Gasrechnung erkennen.

Mit zwei ELV-AM-PT-Modulen können Sie die Leistung Ihrer Anlage präzise überwachen, die Effizienz bewerten und den Betrieb optimieren.

Aufbau und Konfiguration

Stecken Sie zuerst die beiden benötigten ELV-AM-PT Module auf die Sensor-Base auf. Damit die Base die Module unterscheiden kann, ändern Sie bei einem der Module die I²C-Adresse mittels der Lötjumper auf der Unterseite. Befestigen Sie die passenden Anlegefühler – ohne Eingriff in das Rohrsystem – an der Vorlauf- und Rücklaufleitung des Solarkreislaufs und verbinden Sie diese mit den Anschlussklemmen der jeweiligen PT-Module.

Nun können Sie das Basismodul, wie oben beschrieben, in Ihr individuelles Ökosystem einbinden. Wurden die Sensoren und Messkanäle richtig konfiguriert, sind die Messwerte des Vor- und Rücklaufs bereits sichtbar. Um aus den Messungen aussagekräftige Daten zu erhalten, bietet sich eine Automatisierung an: Erstellen Sie hierfür ein kleines Programm, das bei jeder Aktualisierung der Temperaturwerte die Differenz berechnet (Vorlauftemperatur – Rücklauftemperatur) und in eine passende Variable schreibt.

An einem sonnigen Tag sollte die Differenz einen bestimmten Wert (z. B. 15 °C) überschreiten. Bleibt diese dauerhaft darunter, obwohl die Sonne scheint (was z. B. durch einen ELV-AM-ORS geprüft werden kann), könnte ein Problem vorliegen (z. B. defekte Pumpe, Luft im System etc.). Die CCU oder andere Lösungen können Ihnen in diesem Fall eine Benachrichtigung anzeigen oder Sie nutzen das Farbsignal eines HmIP-BSL Markenschalters als Hinweis.

Des Weiteren haben Sie die Möglichkeit, die Umwälzpumpe (angeschlossen an einen passenden Schaltaktor) nur dann einzuschalten, wenn die Kollektortemperatur (Vorlauf) deutlich höher ist als die Temperatur im Wärmespeicher. So vermeiden Sie, dass sich der Speicher bei geringer Wärme einwirkung über den Kollektor wieder abkühlt.

Benötigte Komponenten

- 1x ELV Smart Home Sensor-Base ELV-SH-BM-S
- 2x Applikationsmodul ELV-AM-PT
- 2x Anlegefühler PT100/PT1000 (separat erhältlich)
- 1x ELV-AM-ORS, 1x HmIP-BSL (optional für Solarthermie)

Die Backofentemperatur ständig überwachen

„Heizen Sie den Backofen auf 220 °C vor.“ Wir alle kennen diese Aufforderung aus Rezepten und Kochanleitungen. Natürlich hat man im Laufe der Zeit ein ungefähres Gefühl dafür entwickelt, wie lange der Ofen braucht, um eine bestimmte Temperatur zu erreichen. Doch dann gibt es diese Tage, an denen eine andere Aufgabe dazwischenkommt, und schon heizt der Ofen viel zu lange vor. Dank der Temperaturbeständigkeit vieler weitverbreiteter PT-Sensoren lassen sich auch die hohen Backofentemperaturen messen. Hat der Backofen die gewünschte Temperatur erreicht, können Sie sich von überall aus benachrichtigen lassen, ohne das kleine Lämpchen ständig im Blick zu behalten.

Die Gefriertruhe immer im Blick

Nichts ist ärgerlicher, als ein versehentlich aufgetauter Inhalt einer Gefriertruhe. Ist die Kühlkette der tiefgefrorenen Lebensmittel einmal unterbrochen, können diese meist nur noch entsorgt werden. Dieser Prozess passiert aufgrund der Geräte-Isolation nur schleichend und wird vom herkömmlichen Messequipment erst spät erkannt. PT-Sensoren bieten hier eine präzise und überlegene Abhilfe ohne große Messschwankungen, die sich zudem hervorragend für extreme Umgebungsbedingungen eignen. Die Sensoren lassen sich ohne Bedenken dauerhaft hohen Minusgraden aussetzen, ohne dass die Genauigkeit darunter leidet.

Die Lufttemperatur präzise ermitteln

Natürlich eignet sich das ELV-AM-PT zur genauen und zuverlässigen Ermittlung in allen möglichen Smart-Home-Bereichen und weit darüber hinaus. Eine der nützlichsten Temperaturen ist dabei die Lufttemperatur innen und außen. PT100/1000-Sensoren eignen sich nicht nur aufgrund der hohen linearen Messpräzision (siehe Bild 4) für diesen Anwendungsfall, sie sind außerdem deutlich weniger an-

fällig für Störfaktoren wie direkte Sonneneinstrahlung oder witterungsbedingten Zerfall. Auch für diesen Anwendungsbereich gibt es extra zugeschnittene Lufttemperatur- oder Raumpendeltemperaturfühler, die verlässliche Ergebnisse liefern. Mit entsprechenden Platinsensoren ist auch ein dauerhafter Einsatz in Gartenpools oder Teichen möglich.

Funktionsweise von Platinwiderständen

Bei **Platin-Messwiderständen**, wie den am häufigsten verwendeten PT100 oder PT1000, handelt es sich um typische Kaltleiter. Das bedeutet, dass der Widerstandswert mit steigender Temperatur zunimmt und mit fallender abnimmt. Die Zahl in der Kurzbezeichnung steht für den in DIN EN 60751 genormten Widerstandswert bei 0 °C. Die genauen Temperaturen sind dabei abhängig vom Temperaturkoeffizienten α , der wiederum abhängig von der Reinheit und Beschaffenheit des Materials ist. Der Koeffizient des hier gezeigten **PT100** (Bild 3) lässt sich aus den Widerstandswerten bei 0 °C und 100 °C berechnen:

$$\alpha = \frac{138,51 \Omega - 100 \Omega}{100 \Omega * 100^\circ\text{C}} = 0,003851 \frac{1}{K}$$

Somit handelt es sich um einen typischen Alpha-385-Sensor nach DIN EN 60751. Durch die in Bild 4 angesprochene Linearität lässt sich bereits mit diesem Wert eine relativ genaue Annäherung erstellen. Als Beispiel wird der Widerstandswert des Sensors bei 150 °C bestimmt:

$$R(150) = 100 \Omega * \left(1 + 0,003851 \frac{1}{K} * 150^\circ\text{C}\right) = 157,765 \Omega$$

Dies entspricht einer absoluten Abweichung von 0,455 Ω zum Datenblattwert. Deutlich genauer ist eine Annäherung zweiten Grades, die sich auch für Temperaturen über 100 °C sehr gut eignet und nach der zuvor genannten Norm folgendermaßen berechnet wird:

$$R(150) = 100 \Omega * (1 + 3,91 * 10^{-3} K^{-1} * 150^\circ\text{C} - 0,588 * 10^{-6} K^{-2} * 150^\circ\text{C}^2) = 157,327 \Omega$$

Dies entspricht nur noch einer Abweichung von 0,017 Ω . Bei Temperaturen unter 0 °C wird häufig ein weiterer Koeffizient hinzugefügt: $R(T) = R_0(1 + aT + bT^2 + c(T - 100)T^3)$

Bei a, b und c handelt es sich hier um materialspezifische Konstanten.

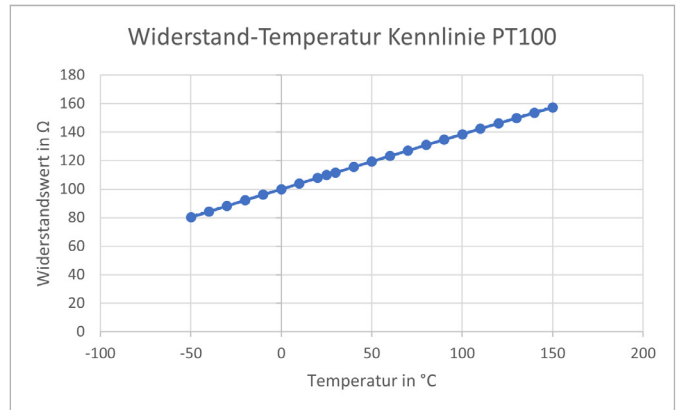
Diese Callendar-Van-Dusen-Gleichung beschreibt den negativen Temperaturverlauf sehr akkurat. Deutlich komplexer ist es, diese Gleichung nach der Temperatur aufzulösen, und diese anhand des gemessenen Widerstands zu ermitteln. Hierfür kommt ein 8-Bit-Coprozessor von STMicroelectronics zum Einsatz, der direkt mit auf das Applikationsmodul integriert wurde, doch dazu später mehr.

Leitungskompensation

Da die Temperatur wie beschrieben vom Widerstandswert abhängt, können Leitungswiderstände vom Sensor zum IC und zurück das Ergebnis verfälschen ($0,4 \Omega = 1^\circ\text{C}$). Um dem

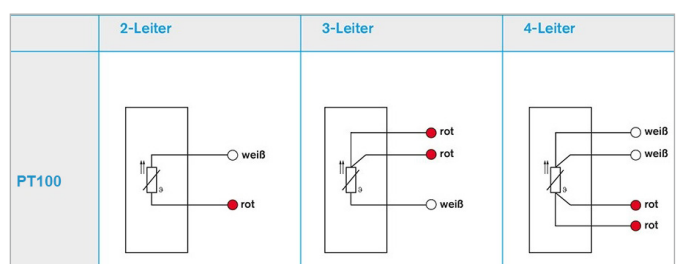


▲ Bild 3: PT100 nach DIN EN 60751



▲ Bild 4: Gemessene Widerstand-Temperatur-Kennlinie des Sensors PT100

entgegenzuwirken, wurden unterschiedliche Methoden zur Leitungskompensation entwickelt, die sich in der Anzahl der Adern widerspiegeln. Bei Sensoren mit zwei Adern kann keine Kompensation vorgenommen werden. Kommt eine dritte Ader hinzu, bietet sich bereits eine sehr genaue Kompensationsmöglichkeit. Über die dritte Leitung wird der Spannungsabfall zwischen der Sensorspitze und dem Kabelanfang gemessen. Aus diesem Wert lässt sich dann der Widerstand einer Leitung ableiten. Da sich sowohl Hin- als auch Rückleiter bei selben Bedingungen sehr ähnlich verhalten, wird der Wert auch auf die Rückleitung übertragen. Die beste Kompensationsmöglichkeit bieten jedoch Sensoren mit vier Adern. Über zwei der Leitungen fließt der Messstrom, während über die anderen der Spannungsfall bestimmt wird. Da der AD-Wandler wie alle Spannungsmessgeräte einen sehr hohen Innenwiderstand hat, fließt so gut wie kein Strom über die beiden Messleitungen. Daher entspricht die gemessene Spannungsdifferenz ausschließlich dem Spannungsabfall am Platinwiderstand. Bild 5 zeigt den prinzipiellen Aufbau von 2-, 3- und 4-Draht-PT-Sensoren.



▲ Bild 5: Aufbau eines PT-Sensors mit unterschiedlicher Aderanzahl. Quelle

Vielfältige Einsatzzwecke

Doch was unterscheidet PT-Sensoren von herkömmlichen Temperatursensoren? Neben der einfachen Auswertung und Datenverarbeitung bieten PT-Sensoren weitere vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Wie beschrieben, hängt die Genauigkeit stark mit dem verwendeten Typ und der Anzahl der Adern zusammen. Wenn eine geeignete Kompensation stattfindet oder der Leitungswiderstand nur gering ins Gewicht fällt, übertrifft die Genauigkeit andere Sensoren bei weitem. Die zulässige Abweichung berechnet sich nach DIN EN 60751 für Sensoren der Klasse A wie folgt:

$$\pm(0,15 + 0,002 \cdot |t|)^\circ\text{C}.$$

Bei 20 °C entspricht dies einer maximalen Abweichung von $\pm 0,19^\circ\text{C}$, die in der Regel jedoch deutlich geringer ausfällt. Durch die einheitliche Normierung lassen sich die Werte zweier Sensoren zudem hervorragend vergleichen. Zudem können PT-Sensoren auch bei extremeren Bedingungen verwendet werden. So lassen sich geeignete Ausführungen ohne Probleme bei Temperaturen von -200°C bis über 800°C einsetzen, was völlig neue Möglichkeiten eröffnet. Die von uns unterstützte Obergrenze liegt bei 600°C , wobei auch hier noch sehr genaue Messwerte gewährleistet werden können. Auch bei der Bauform ist man alles andere als eingeschränkt. Im Laufe der Zeit haben sich unterschiedlichste Ausführungen etabliert, darunter Rohranlege-, Flansch-, Magnet- oder Lufttemperatur-Fühler, die eine einfache Montage für vielfältige Einsatzzwecke ermöglichen (Bild 6).



Bild 6:
Verschiedene PT-Sensoren für unterschiedliche Einsatzzwecke

Schaltungsbeschreibung

Das Herzstück der Schaltung (Bild 7) ist der Spezial-IC **MAX31865** von Analog Devices. Dieser ist darauf ausgelegt, den feinen, temperaturabhängigen Widerstandswert eines Platin-Sensors in einen digitalen Wert umzusetzen. Hierfür benötigt der IC aber einen Referenzwert, der mittels Präzisionswiderstand ermittelt wird. Damit der gesamte Messbereich von -200°C bis $+600^\circ\text{C}$ abgebildet werden kann, sollte der Referenzwiderstand ungefähr dem 4-fachen des Sensors bei 0°C entsprechen. Folglich muss der Wert zwischen $400\ \Omega$ und $4\ \text{k}\Omega$ variieren können, damit sowohl PT100- als auch PT1000-Sensoren unterstützt werden.

Bei R7 und R8 handelt es sich um die beschriebenen Präzisionswiderstände mit einer Abweichung von maximal 0,1 %, die hier als Referenz dienen. Wird nun ein PT1000 angeschlossen, sperrt MOSFET Q1, wodurch der Messstrom nur über den $4,02\text{-k}\Omega$ -Widerstand R7 fließt. Schaltet hingegen das MOSFET durch, entsteht eine Parallelschaltung:

$$R7 || R8 = \frac{4,02\text{k}\Omega \cdot 442\Omega}{4,02\text{k}\Omega + 442\Omega} = 398,216\ \Omega$$

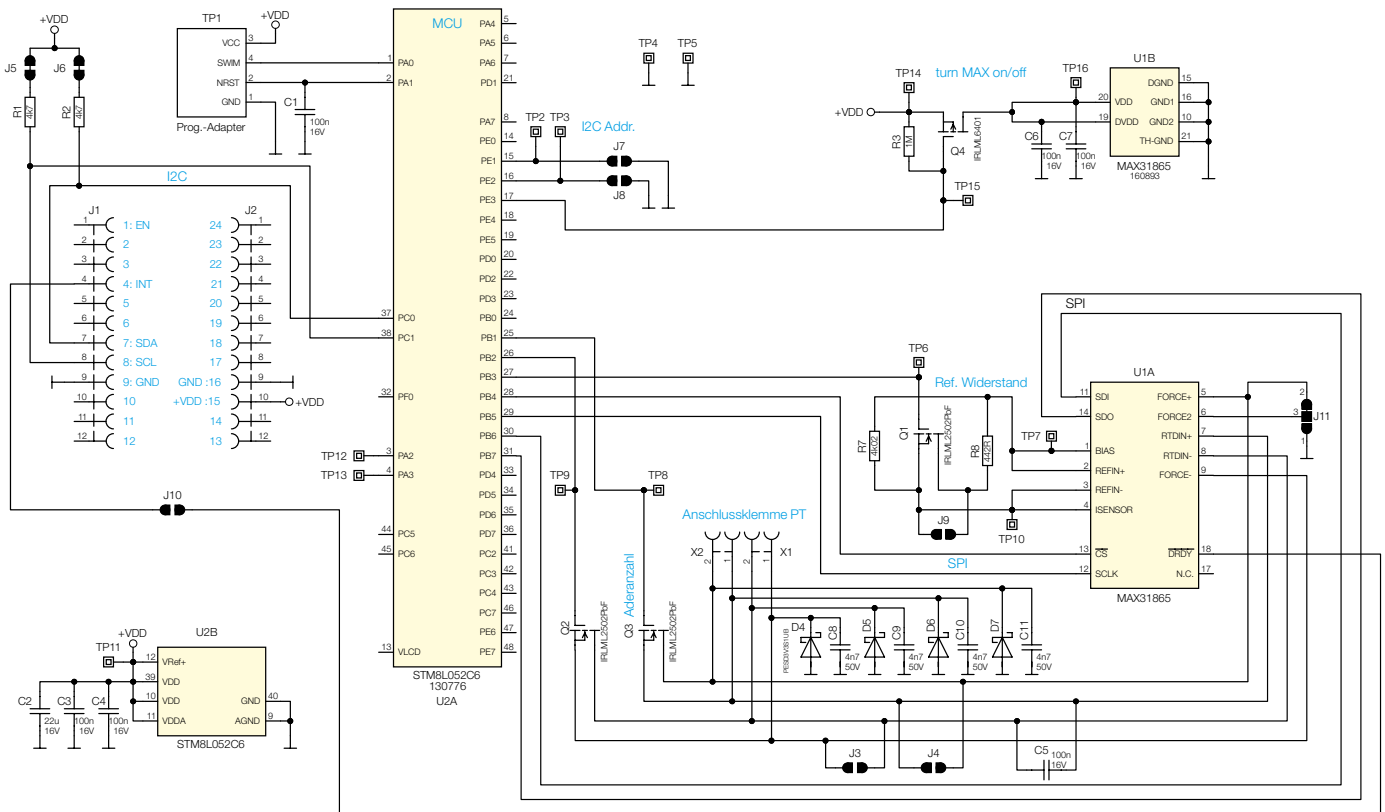
Der zum Sensor-Widerstand proportionale 15-Bit-AD-Wert wird dann über SPI an den STM8-Coprozessor übertragen. Da die exakten Referenzwiderstandswerte im Microcontroller hinterlegt sind, kann dieser daraus die genaue Temperatur berechnen. Die Umschaltung der Aderanzahl funktioniert ähnlich. Die PT-Anschlussklemme besteht aus den beiden 2-poligen Schraubklemmen X1 und X2, die je nach Aderanzahl unterschiedlich belegt sind. Bei 2-adrigen Sensoren werden die beiden inneren Anschlusspunkte verwendet und durch die MOSFETs Q2 und Q3 mit den äußeren kurzgeschlossen, wodurch die Mess- und Stromleitung des Hin- sowie Rückleiters direkt verbunden sind. Dadurch wird der Spannungsabfall, inkl. Leitungswiderstand, noch vor der Anschlussklemme gemessen. Bei 4-adrigen Sensoren geschieht dies – durch die extra Leiter – erst direkt vor der Sensorspitze, in dem Fall sperren die MOSFETs Q2 und Q3. Eine Besonderheit stellt der 3-adrige PT-Sensor dar. Über die eine zusätzliche Messleitung wird der Spannungsabfall des dort anliegenden Leitungspaares bestimmt, für den dritten Leiter übernommen und mit der Hauptmessung verrechnet. Da sich 2- und 4-adrige Sensoren von der Messweise her nicht unterscheiden, teilt der STM8 dem Mess-IC nur mit, wenn ein 3-adriger PT verwendet wird.

Der STM8-Coprozessor übernimmt die Kommunikation zu einem ELV Basis-Modul über I²C, steuert die MOSFETs zur Umschaltung der Messkonfiguration und berechnet die Temperatur aus den vom MAX31865 gelieferten Messwerten. Vorteil dieser Vorgehensweise ist eine minimale Nutzung der Pins vom Basis-Modul, was eine Kompatibilität zu allen anderen Applikationsmodulen gewährleistet. Die Kommunikation erfolgt allein über die I²C-Schnittstelle, die sich mit anderen Modulen teilen lässt.

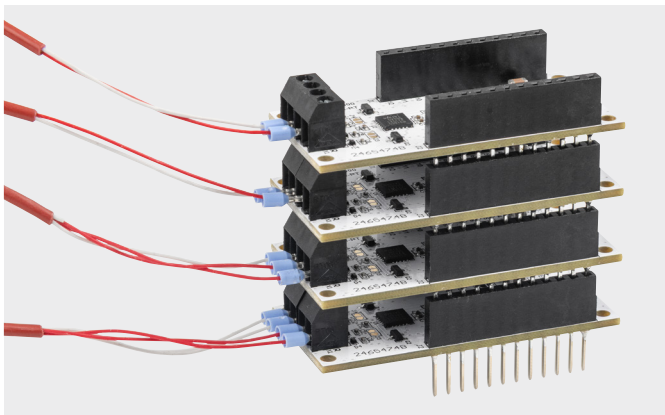
Bis zu 4-mal stapelbar

Das ELV-AM-PT ist nicht nur mit allen anderen Applikationsmodulen des ELV-Modulsystems kompatibel, sondern auch mit seinesgleichen. So lassen sich bis zu vier ELV-AM-PT (Bild 8) an einem beliebigem Basis-Modul verwenden. Einzige Voraussetzung hierfür sind unterschiedliche I²C-Adressen, die mittels Lötjumper J7 und J8 auf der Unterseite verändert werden können.

Die aufgedruckte Tabelle in Bild 9 zeigt, welche Konstellation welcher Messwertnummer entspricht, wodurch die Zuordnung der Messwerte direkt ersichtlich ist. Die Firm-

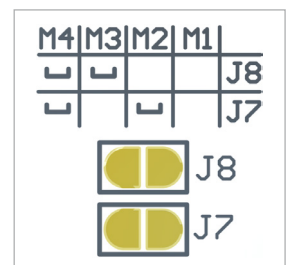


▲ Bild 7: Schaltplan des Applikationsmoduls Platin-Temperatursensor ELV-AM-PT

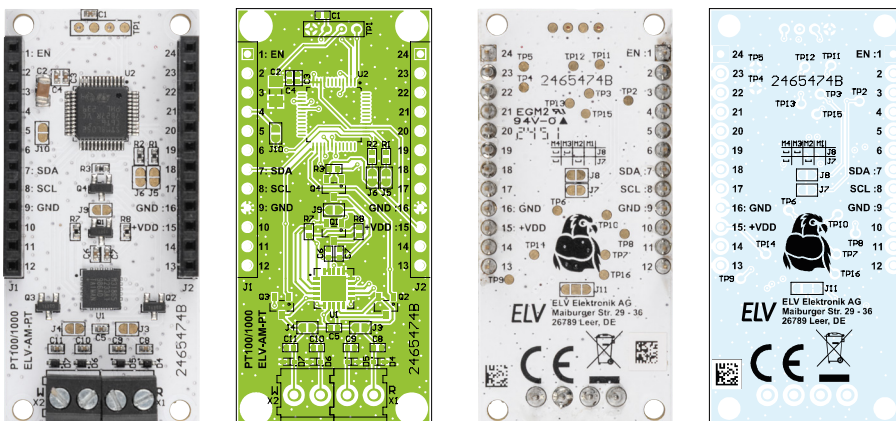


▲ Bild 8: Stapel aus vier Applikationsmodulen ELV-AM-PT

ware erkennt dann automatisch bei jedem Start die angeschlossenen Module und verhindert so unnötige Abfragen für eine maximale Batterielaufzeit.



► Bild 9: Tabellen-aufdruck auf der Platinenunterseite



▲ Bild 10: Platinenfotos und Bestückungsdrucke

Nachbau

In Bild 10 sind die Platinenfotos und die zugehörigen Bestückungsdrucke des ELV-AM-PT zu sehen. Alle Komponenten sind auf der Platine bereits fertig bestückt und somit sind keine Lötarbeiten notwendig.

Sensoren konfigurieren

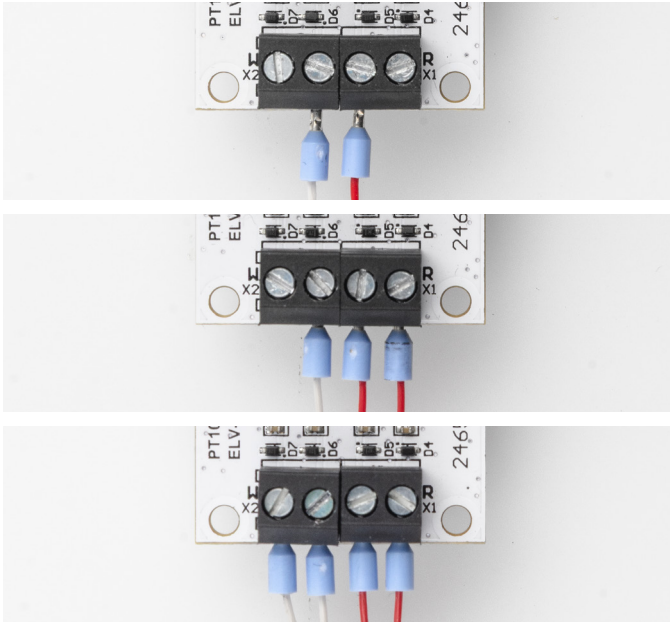
Das ELV-AM-PT kann generell mit unterschiedlichen Basismodulen verwendet werden. So kann eine Einrichtung über die SH-Base z. B. an der CCU3 erfolgen, ebenso ist eine Verwendung in Kombination mit der beliebten LoRaWAN®- oder Arduino-Base möglich. Wir beschreiben im Folgenden beide Herangehensweisen.

Damit das ELV-AM-PT ordnungsgemäß funktionieren kann, stellen Sie zuerst sicher, dass die verwendete Base mit der passenden Firmware geflashed wurde (MCU-Base ausgenommen). Eine ausführliche Anleitung hierzu finden Sie im ELVjournal 1/2024 (Seite 78) bzw. direkt im [Fachbeitrag](#).

Montieren Sie anschließend den PT-Sensor an die Anschlussklemmen. Verwenden Sie grundsätzlich erst die beiden inneren Anschlusspunkte (je nach Anzahl der Adern) und dann die äußeren. In [Bild 11](#) sind die jeweiligen Anschlussarten je nach Aderanzahl dargestellt.

Ist die mechanische Konfiguration abgeschlossen, binden Sie das verwendete Basismodul ein erstes Mal in die Systemumgebung ein – mehr dazu im jeweiligen Fachbeitrag. Damit die Temperaturwerte korrekt berechnet werden, müssen Sie die verwendeten Sensoren noch innerhalb der Systemumgebung konfigurieren. Dabei kann sowohl der Sensortyp (standardmäßig PT1000), als auch die Aderanzahl

(standardmäßig vier) eingestellt werden. Zudem sind bei allen Modulen Fehlermeldungen implementiert, die häufig durch falsche Konfigurationen der Sensoren hervorgerufen werden. Das weitere Vorgehen ist davon abhängig, welches Basis-Modul zum Einsatz kommt.



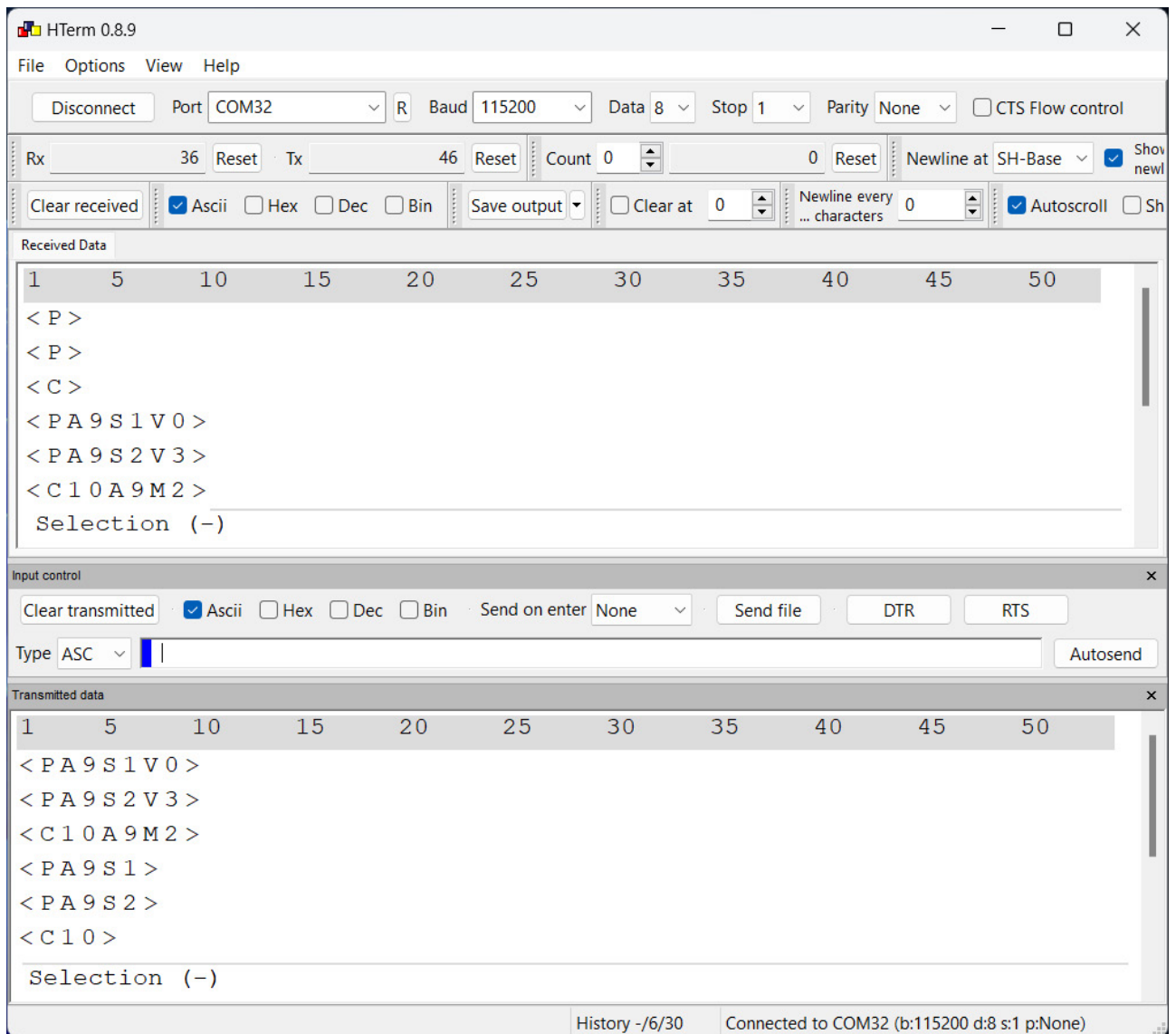
▲ Bild 11: Anschluss je nach Aderanzahl

Stückliste			
Widerstände:		Halbleiter:	
442 Ω/SMD/0402	R8	MAX31865/SMD	U1
4,02 kΩ/SMD/0402	R7	STM8L052C6T6/SMD	U2
4,7 kΩ/SMD/0402	R1, R2	IRLML2502PbF/SMD	Q1-Q3
1 MΩ/SMD/0402	R3	IRLML6401/SMD	Q4
Kondensatoren:		PESD3V3S1UB/SMD	D4-D7
4,7 nF/50 V/SMD/0402	C8-C11	Sonstiges:	
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C3-C7	Buchsenleisten, 1x 12-polig,	
22 µF/16 V/SMD/1206	C2	10 mm Pinlänge, gerade	J1, J2
		Schraubklemmen, 2-polig,	
		Drahteinführung 90°, RM = 3,5 mm, THT, black	X1, X2

Homematic IP SH-Base konfigurieren

Die SH-Base wird per USB über die kostenlose Software HTerm ([Bild 12](#)) eingerichtet. Folgen Sie den Schritten aus diesem [Fachbeitrag](#). Die ersten beiden einstellbaren Parameter sind für das Applikationsmodul mit der Nummer M1 vorgesehen (J7, J8 offen). Standardmäßig ist ein PT1000 mit vier Adern hinterlegt. Um den Sensortyp zu ändern, legen Sie den ersten Parameter S1 auf V0 für PT100 oder V1 für PT1000 fest. Die übergeordnete Applikationsmodul-Nummer des ELV-AM-PT ist dabei A9. Der Befehl für PT100 lautet also `<PA9S1V0>`. Der zweite Parameter S2 zeigt die Aderanzahl (zwei bis vier Adern). Verwenden Sie drei Adern, würde die Zeile wie folgt aussehen: `<PA9S2V3>`.

Wenn Sie mehrere Applikationsmodule mit PT-Sensoren einsetzen, können Sie das Modul (Nummer M2) mit den Parametern S3 (Art) und S4 (Aderanzahl) konfigurieren. Gleiches gilt für das dritte und vierte Applikationsmodul. Insgesamt lassen sich acht Parameter verändern ([Tabelle 1](#)). Um die Temperaturen auch innerhalb der CCU3 anzuzeigen, muss die Messung M1-4 einem der Messwertkanäle 9-16 zugewiesen werden. Um die Temperatur des ELV-AM-PT mit der Nummer M2 auf Kanal C10 wiederzugeben, wird der Befehl `<C10A9M2>` übermittelt ([Tabelle 2](#)). Eine detaillierte Erklärung finden Sie im erwähnten Fachbeitrag.



▲ Bild 12: Ausschnitt HTerm mit Befehlserklärungen

Konfigurationsparameter des ELV-AM-PT in Verbindung mit der ELV Smart Home Sensor-Base							
Parameter-Befehl	Applikationsmodul		Parameter-auswahl	Parameterwert		Beschreibung	Default
P	A	9	S	1	0-1	Sensorart (0 = PT100; 1 = PT1000)	1
					2-4	Aderanzahl des PT-Sensors	4
				2	0-1	Sensorart (0 = PT100; 1 = PT1000)	1
					2-4	Aderanzahl des PT-Sensors	4
				3	0-1	Sensorart (0 = PT100; 1 = PT1000)	1
					2-4	Aderanzahl des PT-Sensors	4
				4	0-1	Sensorart (0 = PT100; 1 = PT1000)	1
					2-4	Aderanzahl des PT-Sensors	4

▲ Tabelle 1

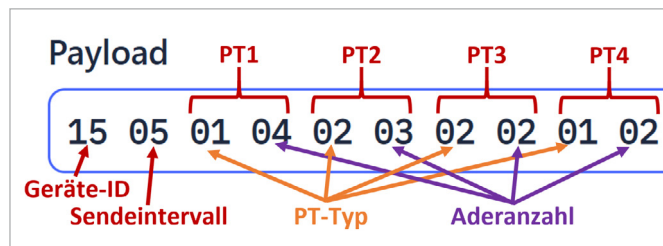
Messwertkanäle des ELV-AM-Hall in Verbindung mit der ELV Smart Home Sensor-Base						
Kanal-befehl	Kanal-nummer	Applikations-modul		Messwert digitales Event		Beschreibung
C	Messwertkanäle 9-16	A	9	ELV-AM-PT	M	1 Temperatur PT1
					M	2 Temperatur PT2
					M	3 Temperatur PT3
					M	4 Temperatur PT4

▲ Tabelle 2

LoRaWAN®-Base konfigurieren

Nach Einbinden der Base in das TTN-Netzwerk oder in das eines anderen Anbieters, kann die Konfiguration einfach per Downlink erfolgen. Hierfür werden entsprechende hexadezimale Bytefolgen an die Base gesendet. Zu Beginn steht immer die modulspezifische Geräte-ID, im Falle des ELV-AM-PT: 0x15. Es folgt das Sendeintervall in Minuten. Ab dem dritten Wert beginnen die eigentlichen Einstellungsparameter der Module nacheinander. Dabei stehen die ersten beiden Parameter für das erste Modul (J7, J8 offen), die nächsten beiden für das zweite usw. (siehe Tabelle 4 und Bild 13). Der jeweils erste Parameter stellt den Sensortyp mit 0x01 für PT100 und 0x02 für PT1000 ein. Mit dem zweiten wird die Aderanzahl auf zwei bis vier Adern eingestellt, wobei Sie die Anzahl direkt übernehmen können (0x02 2-Adern, 0x03 3-Adern, 0x04 4-Adern). Wollen Sie z. B. nur das dritte Modul neu konfigurieren, tragen Sie für die ersten vier Parameter 0x00 ein, um die alten Werte beizubehalten. Zudem können alle nachfolgenden Parameter einfach weggelassen werden. Sie müssen also bei der ausschließlichen Verwendung des ersten Moduls (J7, J8 offen) nicht extra die anderen Parameter einstellen. Bild 13 zeigt einen vollständigen Payload bei der Verwendung von vier Modulen.

Wichtig: Damit die Einstellungen korrekt übernommen werden, ändern Sie vor dem Abschieken den FPort auf 10, wie bei den anderen Applikationsmodulen auch.



▲ Bild 13: Vollständiger Payload bei der Verwendung von vier Modulen

Arduino-Base konfigurieren

Auch das ELV-BM-MCU und andere Arduino-kompatible Alternativen können einfach mit dem ELV-AM-PT verwendet werden. Hierfür wurde extra eine Bibliothek angelegt, die das Auslesen des Moduls zu einem Kinderspiel macht. Wenn Sie die MCU-Base verwenden, installieren Sie die benötigten Treiber und Bibliotheken.

Wichtig: Wählen Sie das richtige Board über die „Tool“-Registerkarte aus. Folgen Sie bei der Einrichtung den Anweisungen in diesem [Fachbeitrag](#).

Die Bibliothek kann als ZIP-Datei auf der Produktwebsite heruntergeladen und direkt in die Arduino-IDE integriert werden. Navigieren Sie in den Reiter

Sketch/Include Library/Add .ZIP Library...

und wählen die heruntergeladene Datei aus. Nach erfolgreicher Installation starten Sie die Anwendung neu.

Daten des ELV-AM-PT im Uplink								
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 0	Datentyp-ID-Temperatur: 0x02							
Byte 1	Gemessene Temperatur (T1) vom ELV-AM-PT M1 (J7, J8 offen)							
Byte 2								
Byte 3	Datentyp-ID-Temperatur: 0x02							
Byte 4	Gemessene Temperatur (T2) vom ELV-AM-PT M2 (J7 geschlossen, J8 offen)							
Byte 5								
Byte 6	Datentyp-ID-Temperatur: 0x02							
Byte 7	Gemessene Temperatur (T3) vom ELV-AM-PT M3 (J7 offen, J8 geschlossen)							
Byte 8								
Byte 9	Datentyp-ID-Temperatur: 0x02							
Byte 10	Gemessene Temperatur (T4) vom ELV-AM-PT M4 (J7, J8 geschlossen)							
Byte 11								

◀ Tabelle 3

Konfigurationsoptionen des ELV-AM-PT (Downlink)									
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Default
Byte 0	0x15								Geräte ID
Byte 1	1-255, 0 = kein zyklisches Sendeintervall								Sendeintervall in Minuten
Byte 2	PT1	1 = PT100, 2 = PT1000, 0 = keine Änderung							Sensortyp PT1
Byte 3		2, 3, 4, 0 = keine Änderungen							Aderanzahl PT1
Byte 4	PT2	1 = PT100, 2 = PT1000, 0 = keine Änderung							Sensortyp PT2
Byte 5		2, 3, 4, 0 = keine Änderungen							Aderanzahl PT2
Byte 6	PT3	1 = PT100, 2 = PT1000, 0 = keine Änderung							Sensortyp PT3
Byte 7		2, 3, 4, 0 = keine Änderungen							Aderanzahl PT3
Byte 8	PT4	1 = PT100, 2 = PT1000, 0 = keine Änderung							Sensortyp PT4
Byte 9		2, 3, 4, 0 = keine Änderungen							Aderanzahl PT4

◀ Tabelle 4

► Bild 14: Ausgabe der Temperaturen in der Arduino-IDE

```

Output  Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'Generic STM32L0 seri... New Line 115200 baud
M1 M2 M3 M4 detected
Temperature PT_1: 24.22°C
Temperature PT_2: 24.46°C
Temperature PT_3: 24.67°C
Temperature PT_4: 25.61°C

Temperature PT_1: 24.22°C
Temperature PT_2: 24.46°C
Temperature PT_3: 24.64°C
Temperature PT_4: 25.61°C

Temperature PT_1: 24.22°C
Temperature PT_2: 24.46°C
Temperature PT_3: 24.67°C
- -- . -- --
Ln 63, Col 74 Generic STM32L0 series on COM34 2
  
```

Unter *File/Examples/ELV-AM-PT/ELV-AM-PT_BM-MCU* finden Sie die vorgefertigte Beispieldatei mit vielen nützlichen Erklärungen.

Die Konfiguration der PT-Sensoren erfolgt über die **begin**-Funktion. Rufen Sie diese im setup-Block auf. Mit der Funktion `get_temperature()` werden automatisch alle erkannten Module ausgelesen und in ein Array gespeichert. Eine genauere Erklärung ergibt sich über die Beschreibungen im Code.

Nach korrekter Einrichtung und Konfiguration der verwendeten Sensoren, flashen Sie die Beispiel-Firmware auf den Arduino. Die Ausgabe auf dem seriellen Monitor sollte ähnlich wie in Bild 14 aussehen.

Fazit

Das ELV Applikationsmodul Platin-Temperatursensor ELV-AM-PT ist eine leistungsstarke und flexible Erweiterung für das gesamte ELV-Modulsystem und schließt die Lücke zwischen einfachen Heimanwendungen und professioneller Messtechnik. Es ermöglicht durch die Unterstützung von PT100/PT1000-Sensoren große Temperaturbandbreiten. Hinzu kommen die Stapelbarkeit von bis zu vier Modulen und die Kompatibilität zu verschiedenen Basismodulen. Dies ermöglicht eine bislang unerreichte Präzision und Skalierbarkeit für ganz individuelle Mess- und Automatisierungsanwendungen! **ELV**

PT-Sensoren sind nicht im Lieferumfang enthalten. Diese können Sie separat im [ELVshop](#) erwerben.

Das ELV-SH-BM-S kann derzeit ausschließlich in Verbindung mit einer Zentrale CCU3 verwendet werden.

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	ELV-AM-PT
Spannungsversorgung:	3,0–3,3 V
Stromaufnahme (mit ELV-SH-BM-S) @ 3,3 V:	
Ruhemodus (keine Messung)	9,29 µA (average)
während Messung (Δ 1,7 s)	3,8 mA (average)
min. Messintervall CCU (Δ 2 min)	63,94 µA (average)
Messbereich Temperatur:	-200 bis +600 °C
	(abhängig vom verwendeten Sensor)
Getesteter Messbereich:	-40 bis +140 °C
Genauigkeit Temperatur:	
PT-Sensor:	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$ °C (Klasse A)
	(abhängig von Leitungslänge und Aderanzahl)
Auslese IC:	$\pm 0,3$ °C
Max. Leitungslänge an der Klemmen X1/ X2:	3 m
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Abmessung (B x H x T):	55 x 26 x 19 mm
Gewicht:	11 g



Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz:

Das Produkt enthält elektrostatisch gefährdete Bauelemente, die durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können. Sie müssen beim Umgang mit den Komponenten elektrostatisch entladen sein!



Schutz vor elektrostatischen Entladungen (ESD):

Für einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau in ein geeignetes Gehäuse erforderlich, damit die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder mit Gegenständen gefährdet werden kann.

Für Geräte aus dem ELV-Modulsystem empfehlen wir das passende modulare Gehäuse MH0101.



Wichtiger Hinweis:

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung gemäß EN62368-1 handeln (PS1), die nicht mehr als 15 W, gemessen nach 3 s, liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von handelsüblichen Steckernetzteilen mit entsprechender Leistung erfüllt.

Hinweis zu den vorbestückten Bausatz-Leiterplatten

Sehr geehrter Kunde,

das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) verbietet (abgesehen von wenigen Ausnahmen) seit dem 1. Juli 2006 u. a. die Verwendung von Blei und bleihaltigen Stoffen mit mehr als 0,1 Gewichtsprozent Blei in der Elektro- und Elektronikproduktion.

Die ELV Produktion wurde daher auf bleifreie Lötzinn-Legierungen umgestellt, und sämtliche vorbestückte Leiterplatten sind bleifrei verlötet.

Bleihaltige Lote dürfen im Privatbereich zwar weiterhin verwendet werden, jedoch kann das Mischen von bleifreien und bleihaltigen Loten auf einer Leiterplatte zu Problemen führen, wenn diese im direkten Kontakt zueinander stehen. Der Schmelzpunkt an der Übergangsstelle kann sich verringern, wenn niedrig schmelzende Metalle wie Blei oder Wismut mit bleifreiem Lot vermischt werden. Das unterschiedliche Erstarren kann zum Abheben von Leiterbahnen (Lift-off-Effekt) führen. Des Weiteren kann der Schmelzpunkt dann an der Übergangsstelle unterhalb des Schmelzpunkts von verbleitem Lötzinn liegen. Insbesondere beim Verlöten von Leistungsbauelementen mit hoher Temperatur ist dies zu beachten.

Wir empfehlen daher beim Aufbau von Bausätzen den Einsatz von bleifreien Loten.

ELV



Entsorgungshinweis

Dieses Zeichen bedeutet, dass das Gerät nicht mit dem Hausmüll, der Restmülltonne oder der gelben Tonne bzw. dem gelben Sack entsorgt werden darf.

Sie sind verpflichtet, zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt das Produkt und alle im Lieferumfang enthaltenen Elektronikteile zur ordnungsgemäßen Entsorgung bei einer kommunalen Sammelstelle für Elektro- und Elektronik-Altgeräte abzugeben. Auch Vertreiber von Elektro- und Elektronikgeräten sind zur unentgeltlichen Rücknahme von Altgeräten verpflichtet.

Durch die getrennte Erfassung leisten Sie einen wertvollen Beitrag zur Wiederverwendung, zum Recycling und zu anderen Formen der Verwertung von Altgeräten.

Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass Sie als Endnutzer eigenverantwortlich für die Löschung personenbezogener Daten auf dem zu entsorgenden Elektro- und Elektronik-Altgerät sind.

Bevollmächtigter des Herstellers:

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29-36 · 26789 Leer · Germany