



Alle Arduino-Produkte
im ELV-Web-Shop
#1296

Arduino-Saunatimer mit Temperatur-/Luftfeuchteanzeige und Audioausgabe

Vielen Dank!



Der hier vorgestellte Beitrag aus unserem Leserwettbewerb beschreibt ein interessantes und zudem sehr nützliches Projekt: ein komplettes Sauna-Timer- und Informationssystem, das, da es auf einem normalen Arduino-Board basiert, recht einfach nachgebaut werden kann. Das Projekt stammt von unserem Leser Jens-P. Stern aus Much, der sich auch sonst der Haustechnik, insbesondere auf HomeMatic-Basis, mit interessanten Projekten verschrieben hat [1].

Jens-P. Stern aus 53804 Much

hat für seinen Beitrag zum Leserwettbewerb einen 200-Euro-Warengutschein erhalten!

Der Arduino in der Sauna

Moderne Saunen verfügen häufig über umfangreiche Steuerungs- und Informationssysteme. Dieser Beitrag beschreibt ein Gerät zur Nachrüstung älterer bzw. traditionell ausgestatteter Saunakabinen, das den Saunagast über das Klima innerhalb der Sauna und optisch sowie akustisch über die Dauer des Saunagangs informiert.

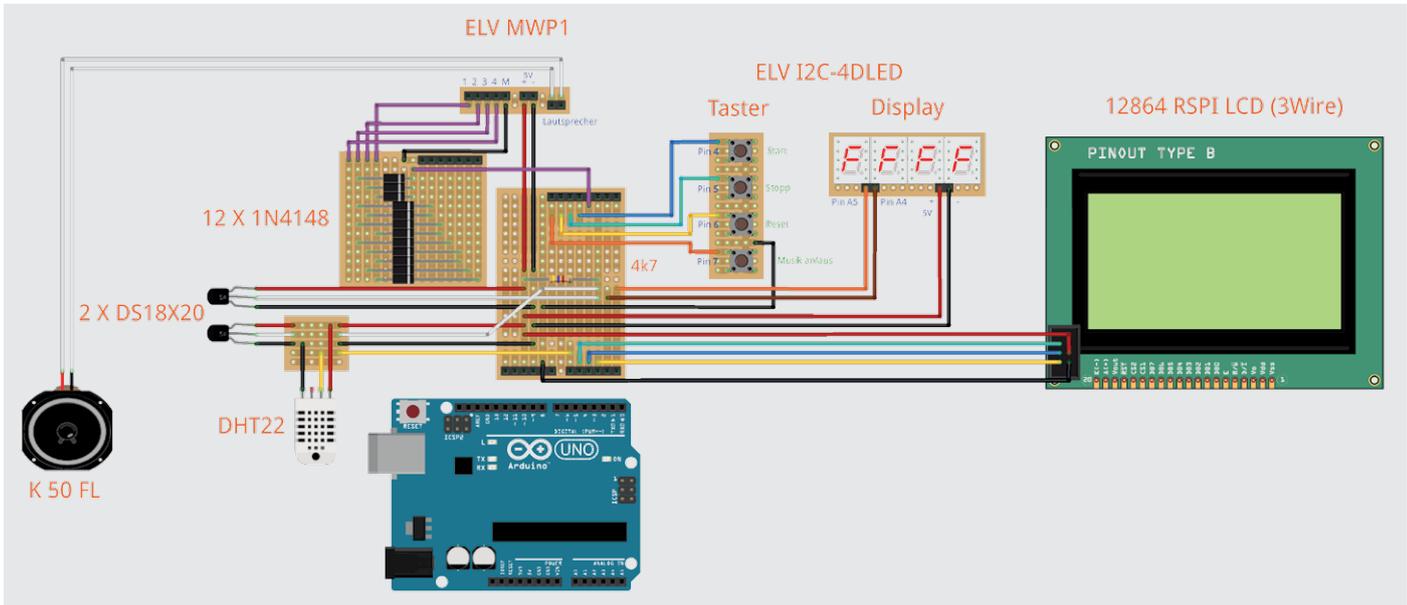
Dabei wurden folgende Funktionen realisiert:

- Anzeige der Temperatur im Vorraum
- Anzeige der Temperatur in der Sauna
- Anzeige der Luftfeuchtigkeit in der Sauna

Alle Infos zu den Produkten/Bauteilen finden Sie in unserem Web-Shop unter www.elv.de (einfach Bestellnummer ins Suchfeld eingeben). Alle aktuellen Preise finden Sie ebenfalls im Web-Shop.

Stückliste

Typ	Bezeichnung	Bestell-Nr.
Arduino	Arduino Uno R3	J3-10 29 70
LED-Display	ELV I ² C-4DLED	J3-10 56 97
Wave-Player	Mini Wave Player MWP1, Komplettausatz	J3-13 06 47
Speicherkarte	microSD-Karte	J3-09 43 50
Display	128 x 64 Grafik-LCD, seriell, 3-Wire RSPI	siehe [9]
Lautsprecher	Visaton K50 FL, 50 Ω, ø 5 cm, mit Kunststoffmembran	J3-10 71 77
Temperatur-/Luftfeuchtesensor	DHT22	-
Temperatursensor, 1-Wire	2x DS1820	-
Widerstand	1x 4,7 kΩ, 5 %	J3-00 63 87
Diode	12x 1N4148	J3-00 23 04
Kunststoffgehäuse Steuergerät	Universalgehäuse Midi, schwarz, 158 x 55 x 96 mm	J3-01 73 28
Kunststoffgehäuse LED-Anzeige	100 x 50 x 25 mm, transparent	-
Lautsprechergehäuse	Eigenbau	-
Platine	Streifenrasterplatine	J3-00 85 64
Netzteil für Arduino	Universal-Netzteil, Eco-friendly, 3-12 V/1 A	J3-08 75 64



Alle hier gezeigten Grafiken: Made with Fritzing.org

Bild 1: Die Schaltung des Saunatimers

Pin	Belegung
0 (Serial RX)	intern belegt
1 (Serial TX)	intern belegt
2 (External Interrupt)	1-Wire-Bus
3 (External Interrupt, PWM)	ELV Mini Wave Player MWP1 → Audiokanal 7 („Es sind 15 min vergangen“)
4	ELV I ² C-4-Digit-LED-Display I ² C-4DLED mit Temperaturfühler Taster 1 (Start)
5 (PWM)	ELV I ² C-4-Digit-LED-Display I ² C-4DLED mit Temperaturfühler Taster 2 (Stopp)
6 (PWM)	ELV I ² C-4-Digit-LED-Display I ² C-4DLED mit Temperaturfühler Taster 3 (Reset)
7	ELV I ² C-4-Digit-LED-Display I ² C-4DLED mit Temperaturfühler Taster 4 (Musik an/aus)
8	ELV Mini Wave Player MWP1 → Audiokanal 1 (Entspannungsmusik)
9 (PWM)	ELV Mini Wave Player MWP1 → Audiokanal 2 („Der Saunagang wurde gestartet, viel Spaß“)
10 (PWM)	ELV Mini Wave Player MWP1 → Audiokanal 3 („Der Saunatimer wurde zurückgesetzt“)
11 (PWM)	ELV Mini Wave Player MWP1 → Audiokanal 4 („Der Saunatimer wurde zurückgesetzt“)
12	ELV Mini Wave Player MWP1 → Audiokanal 5 („Es sind 5 min vergangen“)
13 (LED)	ELV Mini Wave Player MWP1 → Audiokanal 6 („Es sind 10 min vergangen“)
14 (A0)	Temperatur-/Luftfeuchtesensor DHT22 (Pin als Digitalpin definiert)
15 (A1)	12864-Grafik-LC-Display mit seriellem Anschluss (RSPI) clockPin → SCK(EN) (Pin als Digitalpin definiert)
16 (A2)	12864-Grafik-LC-Display mit seriellem Anschluss (RSPI) latchPin → CS(RS) (Pin als Digitalpin definiert)
17 (A3)	12864-Grafik-LC-Display mit seriellem Anschluss (RSPI) dataPin → SID(RW) (Pin als Digitalpin definiert)
18 (A4)	ELV I ² C-4-Digit-LED-Display I ² C-4DLED mit Temperaturfühler I ² C-Bus – SDA
19 (A5)	ELV I ² C-4-Digit-LED-Display I ² C-4DLED mit Temperaturfühler I ² C-Bus – SCL

Tabelle 1: Die Pinbelegung des Arduino für den Saunatimer

- Anzeige der Saunagangdauer mit zusätzlicher akustischer Erinnerung alle 5 min
- Optischer Laufindikator des Timers
- Abschaltbare Entspannungsmusik
- Statusinformationen
- Automatisches Zurücksetzen des Timers

Dem Projekt liegt die Idee zugrunde, einen Saunatimer mit den oben genannten Fähigkeiten zu realisieren, der sich ohne große mechanische Eingriffe in die bestehende Sauna-Infrastruktur integrieren lässt und auf teure temperaturresistente Komponenten verzichtet. Daher besteht das Projekt aus einem außen angebrachten Steuergerät, einer abgesetzt von außen an einer Glasscheibe befestigten Anzeige und (nur) einer Lautsprecher- und Sensoreinheit innerhalb der Kabine.

Bild 1 zeigt die mit Fritzing [2] erstellte Schaltung des Projekts. Entsprechend erfolgt auch später der Aufbau auf Streifenleiterplatten in Form zweier Shields für den verwendeten Arduino Uno R3.

Der Prototyp wurde mit einer Steckplatine realisiert und der Arduino Uno zu Testzwecken mit einem Sensor-Shield versehen (Bild 2). Dieser Prototyp bot

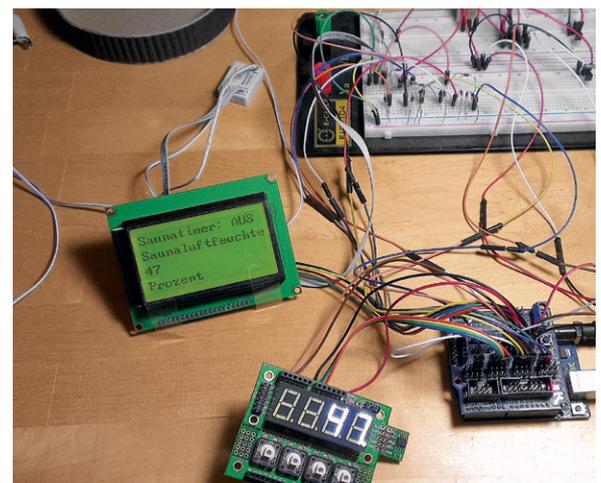


Bild 2: Der Prototypen-Aufbau des Saunatimers



Bild 3: Lautsprecher und der DHT22 sind an einer vergleichsweise kühlen Stelle unter einer Liege untergebracht.

bereits die nahezu volle Funktionalität, die Lautstärke des nicht in ein Gehäuse eingebauten Lautsprechers war jedoch noch viel zu gering für die praktische Anwendung [3].

Der Arduino

Für die Umsetzung der oben genannten Funktionen werden alle 20 Pins des Arduino Uno benötigt. Für weitere Funktionen kann auf einen Arduino mit mehr verfügbaren Pins ausgewichen werden (z. B. Arduino Mega). Dabei ist jedoch zu beachten, dass das verwendete Programm möglicherweise nicht unmittelbar auf anderen Arduino-Plattformen läuft und angepasst werden muss. Tabelle 1 zeigt die von mir verwendete Pinbelegung des Arduino.

Die Sensoren

Für Arduinos stehen mehrere Sensortypen zur Verfügung. Neben den unter [4] verglichenen Typen beinhaltet auch der ELV-I²C-4DLED-Bausatz einen Sensor zur Temperaturmessung. Da dessen Messbereich jedoch nur bis 85 °C reicht, was für die meisten Saunafreunde etwas zu kühl sein dürfte, wurde er am LED-Modul belassen und nicht weiterverwendet. Bei Bedarf können diese Daten für eine Überwachung der Temperatur im Anzeigemodul herangezogen werden.

Der Temperaturmessbereich des Temperatur-/Luftfeuchtesensors DHT22 endet ebenfalls bei nur 80 °C. Dieser wird daher einzig für die Messung der Luftfeuchtigkeit an der Lautsprecher- und Sensoreinheit in der Saunakabine verwendet, die an einer vergleichsweise kühlen Stelle nicht sichtbar unterhalb einer Liege montiert ist (Bild 3).



Bild 4: Der in einem LED-Halterung untergebrachte Temperatursensor



Bild 5: Der zweite Temperatursensor ist etwas unterhalb der Decke platziert

Zur Temperaturmessung in der Saunakabine und im Vorraum dient jeweils ein günstiger 1-Wire-Sensor vom Typ DS18x20, dessen Messbereich bis 125 °C für eine Sauna ausreicht. Die Möglichkeit, diese Sensoren an einem einfachen 1-Draht-Bus zu betreiben, ist für den vorliegenden Anwendungsfall ideal.

Einer der beiden DS18x20 (Saunavorraum) ist an der Seite des Steuermodulgehäuses in einer LED-Halterung aus Gummi verbaut (Bild 4).

Der zweite Sensor (Kabine) wurde, ausgehend von der Lautsprecher- und Sensoreinheit, kaum sichtbar in einer Ecke der Saunakabi-

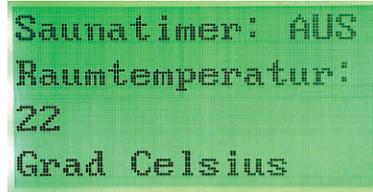


Bild 6: Das verwendete Display erlaubt auch eine gut ablesbare Textdarstellung.

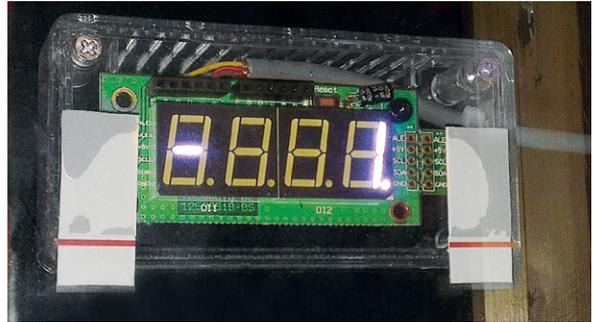


Bild 7: Die Datenanzeige durch die Glasscheibe hindurch übernimmt die LED-Anzeige des ELV I²C-4DLED.

ne, etwas unterhalb der Decke angebracht (Bild 5). Diese Sensoren lassen sich grundsätzlich auch rein parasitär speisen, nur Masse und der Bus werden angeschlossen, der Bus aber über einen 4,7-k Ω -Pull-up-Widerstand mit +5 V verbunden. Da zwischen Steuergerät und Kabinensensor mehrere Meter Distanz und 4 Schraubverbindungen liegen, wurde die Versorgungsspannung für die Sensoren zur Sicherheit dennoch mitgeführt und mit deren Anschluss VDD verbunden.

Optische Anzeigen

Für Statusmeldungen am Steuergerät wird ein Grafik-LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung und einer Auflösung von 128 x 64 Pixeln verwendet, das in 4 Zeilen hinreichend große Zeichen darstellt, um diese möglichst auch ohne Lesebrille noch einigermaßen erkennen zu können (Bild 6). Um Pins zu sparen, wird das Display im seriellen „3-Wire-Mode“ (Methode 2) betrieben. Details hierzu können im zugehörigen Wiki [5] nachgelesen werden.

Zur Anzeige der Saunagangdauer, der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit in der Kabine wird die LED-Anzeige des ELV I²C-4DLED (Bild 7) genutzt, die groß und hell genug ist, um sie durch das Gehäuse und eine getönte Scheibe hindurch einwandfrei erkennen zu können.

Verwendete Kanäle für die Ausgabe der Audiodateien		
Pin	Kanal	Audioausgabe
8	1	Entspannungsmusik
9	2	„Der Saunagang wurde gestartet, viel Spaß!“
10	3	„Der Saunagang wurde gestoppt“
11	4	„Der Saunatimer wurde zurückgesetzt“
12	5	„Es sind 5 min vergangen“
13	6	„Es sind 10 min vergangen“
3	7	„Es sind 15 min vergangen“

Tabelle 2



Audioausgabe

Die Ausgabe der Audioansagen wurde mit einem ELV Mini Wave Player MWP1, einem einfachen und kostengünstigen Audio-Player, realisiert, der WAV-Dateien von einer microSD-Speicherkarte abspielt. Der Player besitzt hierzu 4 Auswahleingänge für jeweils einen Kanal. Die jeweilige WAV-Datei wird abgespielt, wenn der zugeordnete Eingang mit Masse verbunden wird. Da die Eingänge binär kodiert sind, können bis zu 15 Logikzustände abgefragt und somit über eine Diodenmatrix max. 15 verschiedene Audioausgaben realisiert werden.

Aufgrund des Limits der zur Verfügung stehenden Arduino-Pins werden im Saunatimer lediglich 7 Kanäle verwendet, deren Zuordnung in [Tabelle 2](#) zu sehen ist.

Die WAV-Dateien können z. B. aufgesprochen oder auch über einen der bekannten Text-to-Speech-Dienste [6] erstellt werden.

Die Entspannungsmusik sollte ca. 4:55 min lang sein und am Ende ausgeblendet werden, da nach jeweils 5:00 min eine Zeitansage erfolgt. Nach der Zeitansage wird die Musik erneut gestartet, sofern die Musikausgabe eingeschaltet ist.

Der Player ist über die Datei 000.txt so zu konfigurieren, dass er bereits bei einem kurzen Tastendruck getriggert wird und eine „Retriggerung“ möglich ist (Mode 3):

- 1 3 # Trigger mode (0..3)
- 2 # 0:Level triggered
- 3 # 1:Level triggered (sustained)
- 4 # 2:Edge triggered
- 5 # 3:Edge triggered (retriggerable)

Details zur Konfiguration und der „Tasten“-Erweiterung können der dem MWP1-Bausatz beiliegenden Bauanleitung entnommen werden.

Entgegen meiner ursprünglichen Befürchtung ist die Lautstärke des MWP1 mit dem 5-cm-/50-Ω-Lautsprecher in der Zigarrenbox so hoch, dass ich überlege, noch einen Lautstärkeregler nachzurüsten.

Als Lautsprecher wurde eine Variante mit Kunststoffmembran gewählt, da diese den klimatischen Bedingungen in der Sauna besser standhalten dürfte als eine Papiermembran.

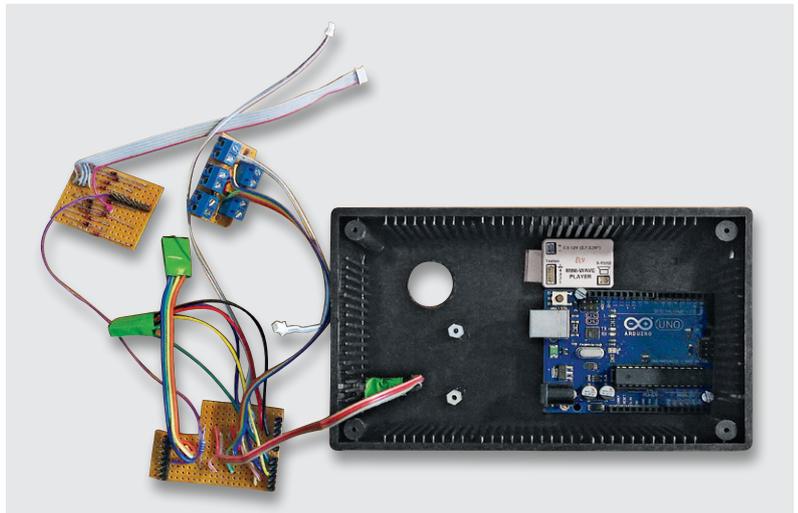


Bild 8: Das Steuergerät und die darin unterzubringenden Komponenten

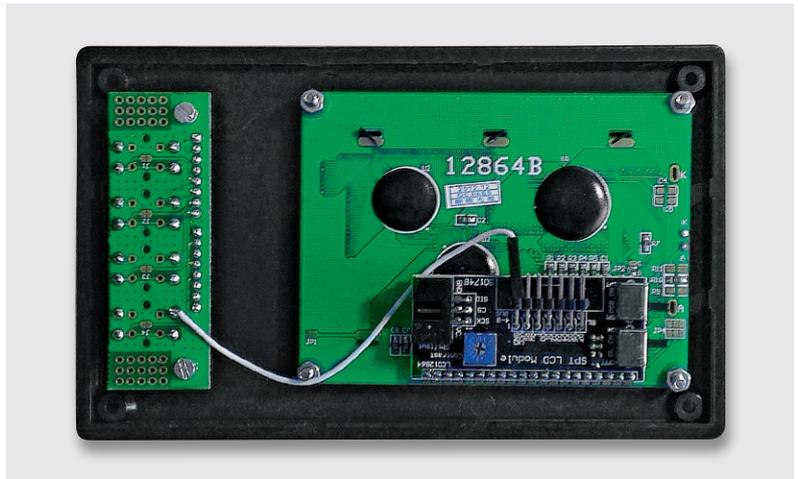


Bild 9: Im Deckel des Steuergeräts sind das LC-Display und der Platinenteil des ELV I²C-4DLED mit den Tasten untergebracht.

Die Baugruppen des Saunatimers

Betrachten wir nun den Aufbau und die Bedienung der einzelnen Baugruppen.

Das Steuergerät

Im Steuergerät sind der MWP1, der Arduino Uno, ein selbst gebauter Arduino-Shield mit den Pin-Anschlüssen und dem Pull-up-Widerstand (4,7 kΩ, 5 %) für den 1-Wire-Bus sowie eine weitere Shield-Platine mit



Bild 10: Das betriebsfertig aufgebaute Steuergerät. Hier sieht man die als Shield gesteckten Streifenleiterplatten.



der Diodenmatrix verbaut. Aufgrund der Lochrastermaße des Arduino Uno müssen bei Realisierung mit einer einfachen Lochrasterplatine 2 getrennte Shields verwendet werden. Außerdem sollte die masseführende USB-Buchse des Arduino Uno mit einem Stück Isolierband versehen werden, damit sie nicht mit einer der darüber liegenden Dioden in Kontakt kommt. Mit einem kleinen Anschlusspanel und dem Vorraum-Temperatursensor DS18x20 an der Seite ist das Steuergerätegehäuse komplett (Bild 8).

Im Deckel des Steuergeräts befinden sich die Platinenhälfte des ELV I²C-4DLED mit den Tasten und das LC-Display. Alternativ zu der Darstellung im Schaltplan wurde die Masse für die Tasterplatine nicht mit dem Shield, sondern dem LC-Display verbunden (Bild 9). In Bild 10 ist noch einmal das betriebsfähig aufgebaute Gerät zu sehen.

Die Bedienung des Geräts ist sehr einfach gehalten. Nach der Spannungszufuhr bootet der Arduino und testet die Anzeige. Danach wird das Gerät zurückgesetzt, was auch angesagt wird, und es erscheint in der LCD-Anzeige „Das System ist betriebsbereit“.

Die obere Taste startet den Saunagang. Nach dem Start läuft die Stoppuhr, und per Voreinstellung wird Entspannungsmusik abgespielt.

Mit der unteren Taste kann die Entspannungsmusik ein- und ausgeschaltet werden („toggle“). Die Einstellung bleibt auch für den Start des nächsten Saunagangs erhalten.

Beim Abschalten der Musik wird zur Bestätigung der Kanal 4 „Der Saunatimer wurde zurückgesetzt“ abgespielt. Aufgrund der begrenzten Pin-Verfügbarkeit am Arduino Uno wurde hier auf eine spezielle Ansage verzichtet. Beim Einschalten wird unmittelbar der Kanal 1 „Entspannungsmusik“ getriggert.

Mit der zweiten Taste von oben wird der Saunagang angehalten. Er wird bei erneutem Drücken der oberen Taste dann mit dem gleichen Zählerstand fortgesetzt. Die dritte Taste von oben setzt den Timer zurück. Nach Ablauf von 20 min wird er automatisch zurückgesetzt.

Das Anzeigemodul

Im transparenten Anzeigemodul ist die zweite Platinenhälfte (LED-Anzeige) des ELV I²C-4DLED eingebaut (Bild 11).

Die Lautsprecher- und Sensoreinheit

Diese Einheit enthält ein Anschlusspanel, den Lautsprecher für die Audioausgabe, den Temperatur-/Luftfeuchtesensor DHT22 und etwas abgesetzt einen 1-Wire-Temperatursensor DS18x20 zur Messung der Temperatur in der Kabine (Bild 12).

Spannungsversorgung

Die Spannung für den Betrieb des ELV I²C-4DLED, des ELV MWP1 und der Sensoren wird am +5-V-Pin des Arduino abgegriffen. Daher erfolgt die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung über das an den Arduino angeschlossene Steckernetzteil, das nicht zu leistungsschwach gewählt werden sollte. Die maximale Leistungsaufnahme meiner Schaltung liegt bei 3,7 W. Mit einem 12-V-/1000-mA-Netzteil hat man noch gute Reserven.

Software

Bei der Programmierung des Saunatimers wurde auf einige verbreitete Bibliotheken und Programmschnipsel zurückgegriffen, so wurde z. B. die Stoppuhr-Funktionalität aus der Demo-Software des ELV I²C-4DLED [7] entnommen. In Tabelle 3 sind die verwendeten Libraries aufgeführt, zum Einsatz kam die Arduino-IDE der Version 1.0.5.

Der Arduino-Sketch für den Saunatimer wird hier aus Platzgründen nicht abgebildet, er steht im Online-Bereich des ELVjournals und unter [1] zum Download bereit.

Bugs und Entwicklungspotenzial

Bei Einschalten des Geräts kommt zunächst die Ansage von Kanal 6 „Es sind 10 min vergangen“, da dieser an Pin 13 angeschlossen ist, mit dem

auch die interne LED verbunden ist. Anscheinend wird der Pin 13 ganz am Anfang des Initialisierungsvorgangs auf „low“ gesetzt und triggert damit den angeschlossenen Kanal des MWP1.

Die Temperaturanzeige zeigt manchmal ganz kurz einen negativen Temperaturwert (-12 °C) an. Dies kommt vor, wenn der Arduino vom jeweiligen 1-Wire-Sensor – warum auch immer – keine Daten empfangen kann – ein nicht ganz unbekanntes Phänomen. Bei Betätigen der Reset-Taste, während die Stoppuhr noch läuft, geht der Timer zuweilen in den Stopp-Modus. Zum Reset ist die Reset-Taste länger gedrückt zu halten oder 2-mal zu drücken.

Anzeige der Uhrzeit

Aus mehreren Gründen wurde dies hier nicht realisiert. Der Timer wird zusammen mit der Saunabeleuchtung ein- und ausgeschaltet und ist daher meist vom Netz getrennt. Hier müsste entweder die Uhrzeit immer manuell eingestellt, gepuffert oder über entsprechend aufwendige technische Lösungen (DCF77-Modul, Netzwerk-Shield etc.) in das System eingebracht werden. Darüber hinaus widerspricht eine Uhr innerhalb der Saunakabine auch ein wenig dem Entspannungsgedanken und ist für mich durchaus entbehrlich.

Ansage, wenn eine bestimmte Sauna-Innentemperatur erreicht ist

Dies ließe sich bei Bedarf recht einfach realisieren. Mit dem Arduino Uno müsste dann allerdings auf eine andere Ansage verzichtet werden.

Integration in HomeMatic

Mithilfe des Projekts „Interface für 1wire, Analog- und Digitalsignale mit Arduino“ [8] sollte es über die USB-Schnittstelle und den CUXD problemlos möglich sein, die Daten des Timers in die HomeMatic-Zentrale zu bekommen und dort weiterzuverwenden. Leider ist bei mir der Weg von der Sauna zur CCU2 etwas zu weit. 

Tabelle 3

In der Arduino-Software bereits enthaltene Libraries [9], [10], [11]:

Wire.h
stdlib.h

Arduino-Libraries für das ELV I²C-4-Digit-LED-Display I²C-4DLED mit Temperaturfühler

I2C_4DLED.h
MCP9801.h

Arduino-Libraries für das 12864-Grafik-LC-Display mit seriellem Anschluss (3-Wire RSPI)

LCD12864RSPI.h
DFRobot_bmp.h
DFRobot_char.h

Arduino-Library für den DHT22-Temperatur- und Luftfeuchtesensor

DHT.h

Arduino-Libraries für den DS18x20-1-Wire-Temperatursensor

OneWire.h
DallasTemperature.h



Weitere Infos:

- [1] <http://hausautomation.stern-av.de/>
- [2] <http://fritzing.org>
- [3] Download Flash-Video Saunatimer:
www.elv.de/l/?l=ay
- [4] Vergleich Temperatur- und Feuchtigkeitsfühler :
www.elv.de/l/?l=az
- [5] Zum Wiki: www.dfrobot.com/wiki
Suchwort „3-wire Serial LCD Module“
- [6] Programm zur Sprachausgabe „Vocalizer“:
www.elv.de/l/?l=b0
- [7] Demo-Software: Webcode #1297 unter www.elv.de
- [8] HomeMatic-Forum „Interface für 1wire, Analog- und Digitalsignale mit Arduino“
www.elv.de/l/?l=av
- [9] www.dfrobot.com,
Suchwort „3-wire Serial LCD Module“
- [10] <https://github.com>, Suchwort „DHT-sensor-library“
- [11] www.hacktronics.com/
Navigationspunkt: Tutorial „Arduino 1-Wire Tutorial“

Short Links

NEU

Kennen Sie schon unsere neuen „Short Links“? Wenn Domains zu lang zum Abtippen sind, sind diese eine komfortable Lösung:

www.elv.de/l/?l=

Dieser Teil der Domain bleibt immer gleich.

[/az](http://www.elv.de/l/?l=az)

Dieser Teil ändert sich mit jeder Domain – und führt Sie zum Ziel!

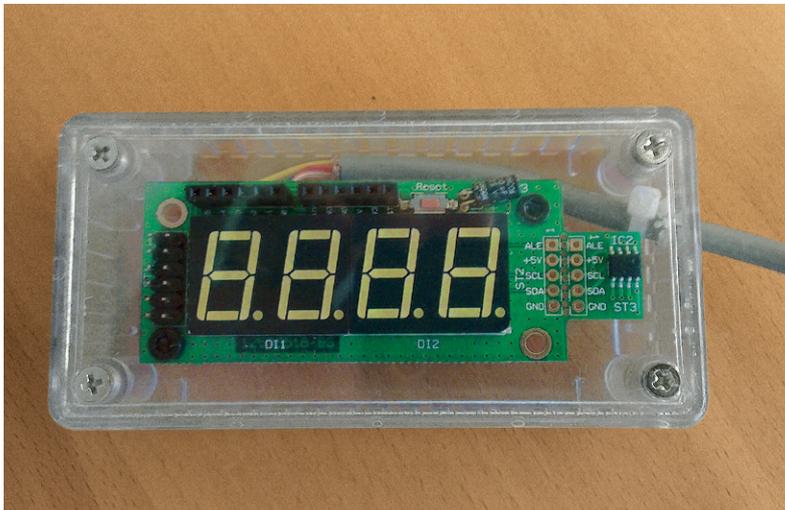


Bild 11: Das in einem transparenten Gehäuse untergebrachte Anzeigemodul

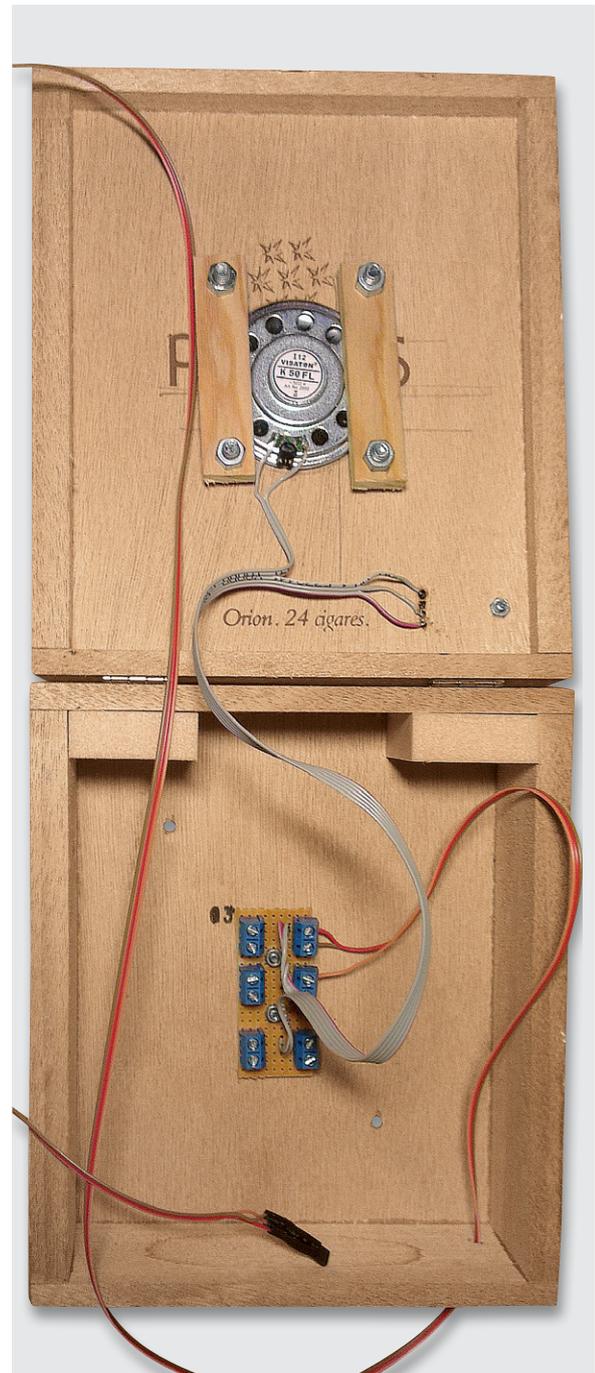


Bild 12: Die in einer Zigarrenkiste untergebrachte Lautsprecher- und Sensoreinheit

Machen Sie mit!

Jede veröffentlichte Anwendung wird mit einem Warengutschein in Höhe von 200 Euro belohnt.



Wir wollen es wissen – Ihre Anwendungen und Applikationen!

Welche eigenen kreativen Anwendungen und Applikationen haben Sie mit den ELV-Haustechnik-Systemen, aber auch mit anderen Produkten und Bausätzen realisiert – ob mit Standard-Bausteinen oder eingebunden in eigene Applikationen? Alles, was nicht gegen Gesetze oder z. B. VDE-Vorschriften verstößt, ist interessant. Denn viele Applikationen verhelfen sicher anderen zum Aha-Erlebnis und zur eigenen Lösung.

Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELVjournal mit Nennung des Namens vorgestellt.



Per E-Mail
leserwettbewerb@elv.de



Per Post
ELV Elektronik AG, Leserwettbewerb, 26787 Leer

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV-Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.** Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen. Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden.