



Elektronik begreifen – neue Franzis-Lernpakete

Elektronik im Wortsinn begreifbar machen, das ist das Credo der bekannten Franzis-Lernpakete und anderer Projekte aus dem Franzis-Verlag. Wir haben wieder drei neue Lernpakete näher unter die Lupe genommen, die Interessantes versprechen, und zeigen dabei jedes Mal, wie man das Thema auch nach dem Durcharbeiten des Lernpaketes fortführen kann.

Experimente mit Tesla-Energie

Ja, das Thema gab es schon einmal, das neue Paket (Bild 1), in bewährter Weise von Burkhard Kainka über-



Bild 1: Interessantes Thema neu aufgelegt – das Lernpaket „Experimente mit Tesla-Energie“

arbeitet und erweitert, macht es dem an Teslas Experimenten Interessierten jedoch noch einfacher, in die Welt der drahtlosen Energieübertragung einzutauchen.

Was aber ist an den Tesla-Phänomenen so magisch anziehend für jeden, der sich irgendwie mit Strom beschäftigt?

Zeit seines Lebens hat sich der aus Kroatien stammende und später in die USA gezogene Nikola Tesla mit der drahtlosen Übertragung hochfrequenter Energie beschäftigt. Dass er quasi „nebenbei“ den Mehrphasen-Wechselstrom erfand und via Westinghouse das 60-Hz-Mehrphasen-Wechselstromnetz in den USA einführte, geht neben den vielen spektakulären Vorführungen, Vorträgen und Experimenten zur HF-Energieübertragung fast unter.

Sein wohl bekanntestes Patent betrifft den Tesla-Transformator, landläufig auch Tesla-Spule genannt. Mit diesem Transformator, der im Wesentlichen aus zwei lose gekoppelten Schwingkreisen besteht, die auf Resonanz abgestimmt sind (Bild 2), gelingt es, eine hochfrequente Wechselspannung mit hoher Spannungslage zu erzeugen. Dabei wird eine mit einem

Generator erzeugte hochfrequente Wechselspannung in einen Primärschwingkreis eingespeist, der die so erzeugte HF-Energie auf einen relativ eng und leicht magnetisch gekoppelten Sekundärschwingkreis überträgt, der die gleiche Resonanzfrequenz wie der Primärkreis hat. Durch die Resonanz beider Kreise entsteht eine Spannungsüberhöhung in der Sekundärspule. An deren oberem (heißen) Ende, das in einfachen Anordnungen als Drahtspitze, meist aber als Metallkugel oder Ringelektrode (Toroid) ausgeführt ist, wird eine hohe Spannung im Kilovolt-Bereich erzeugt, die sich bei genügend hoher Spannung als koronaförmige Gasentladung in der Luft gegen Erde entlädt. Wie viel elektrisches Potential sich dabei in der Umgebung der Spule befindet, kann man vor allem bei größeren Tesla-Transformatoren anschaulich demonstrieren, indem man Gasentladungslampen (ESL oder Leuchtstoffröhren) in das Feld bringt und diese dann hell aufleuchten – Energie wird drahtlos übertragen.

Eigentlich wollte Tesla mit der Energieübertragung zwischen den Spulen weniger die spektakulären Blitze sehen, als vielmehr tatsächlich die beschriebene drahtlose Energieübertragung über größere Strecken realisieren. Dies gelang jedoch nie in einem ökonomisch nutzbaren Maß, so bleibt uns bis heute das Staunen über die beeindruckenden Effekte einer Tesla-Spule und wir lernen etwas über HF-Erzeugung, die Abstimmung von Schwingkreisen und wie man (zumeist) ungefährliche Hochspannung für Schauzwecke erzeugen kann.

Und damit sind wir genau da, wo Burkhard Kainka den Wissbegierigen abholt. Mit wenig Aufwand, ungefährlichen und unaufwändigen Aufbauten (nicht einmal ein Lötkolben ist zunächst nötig) sowie dem hier spielerisch vermittelten Know-how gelingt es, die ersten eigenen Tesla-Transformatoren zu bauen. Als Indikator für die erzeugte Sekundärspannung dient hier, völlig ungefährlich, eine LED. Die aufgebaute Grundsaltung, basierend auf einem einfachen Quarzoszillator, der auf der ISM-Frequenz von 13,56 MHz arbeitet, wird unter immer weiterem Wissensgewinn über die Funktion der Anordnung mehrmals erweitert, bis man schließlich eine mit den vorhandenen Mitteln des Lernpakets recht leistungsfähige Schaltung (Bild 3) aufgebaut hat. Bis zu diesem Zeitpunkt hat man quasi nebenbei gelernt, wie man Schwingkreise effektiv in Resonanz bringt und somit das Maximum an Energie überträgt.

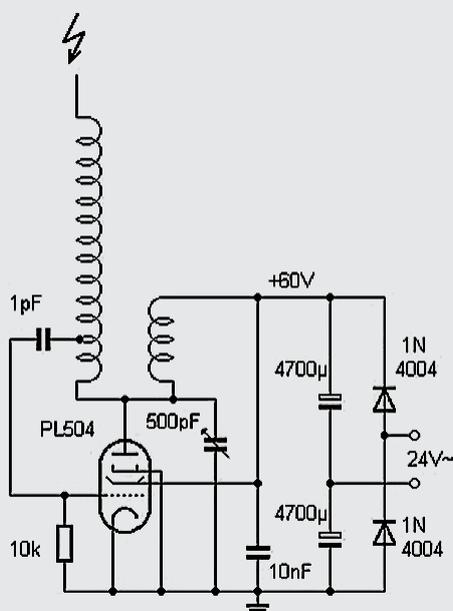


Bild 4: Einfacher, mit einer Elektronenröhre aufgebauter Tesla-Generator. Quelle: B. Kainka

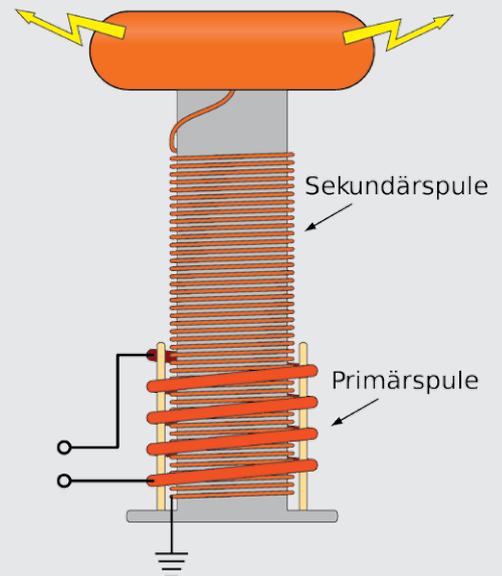


Bild 2: Der prinzipielle Aufbau einer Tesla-Spule. Quelle: Wikipedia

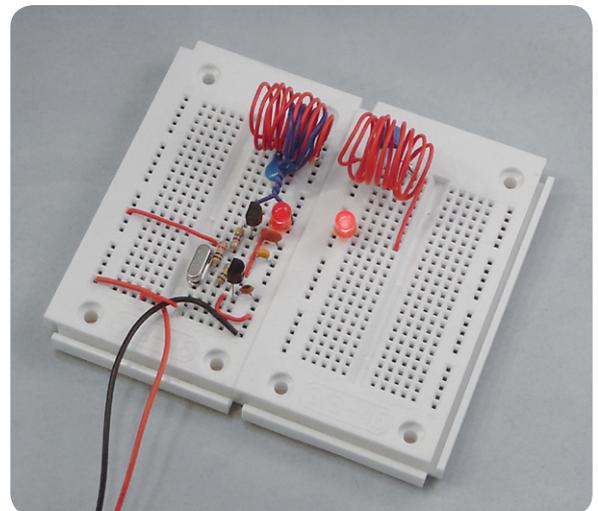


Bild 3: Im Lernpaket ist alles enthalten – hier ein Experiment zur magnetischen Kopplung von Schwingkreisen, die LED zeigt die übertragene Energie an.

Zum Schluss werden in einem Praxis-Kapitel Schaltungen zur elektrischen Kopplung mehrerer Schwingkreise (Dipmeter) gezeigt – hier öffnet sich das Tor zur Praxis der Funksende- und -empfangstechnik. Ganz unauffällig hat man nämlich etwas über die Schwingungserzeugung von Hochfrequenz, deren Verstärkung, das Verhalten von Induktivitäten, deren Wechselwirkung untereinander bei magnetischer und elektrischer Kopplung, resonante Schwingkreise und etliches mehr gelernt, alles Grundlagen der HF-Technik.

Schließlich wird am Ende des Kurses als Praxisbeispiel eine einfache Sender-Empfänger-Anordnung in Form einer Feldsonde gebaut und einige Experimente zur Eindraht-Energieübertragung ausgeführt.

So viel zum Exkurs durch die im Begleitbuch umfassend behandelten Experimente.

Typisch für die Franzis-Lernpakete: Es sind alle benötigten Teile im Paket, einschließlich zweier Steck-



Bild 5: Der kleine Generator erzeugt genug Energie, um eine Leuchtstofflampe daneben aufleuchten zu lassen. Quelle: B. Kainka

felder für den lötkolbenlosen Aufbau der Schaltungen. Lediglich eine 9-V-Batterie wird noch benötigt. Die Batterieversorgung ist ein Vorteil, etwa, um an einem verregneten Ferientag den im Urlaubsgepäck mitgeführten Experimentierkasten hervorzuholen und mit den Kindern die interessanten Experimente aufzubauen. Allen Projekten ist eigen, dass sie tatsächlich so durchdacht sind, dass sie stets auf Anhieb funktionieren und so ein sicheres Erfolgserlebnis bieten.

Wer nach dem „Durcharbeiten“ des Kurses Lust auf mehr bekommen hat, der sei auf Burkhard Kainkas Webseite [1] verwiesen. Dort findet sich ein recht schnell aufzubauendes Projekt eines „richtigen“ Tesla-Transformators (Bild 4), basierend auf einer mit ungefährlichen 24 V betriebenen Elektronenröhre, aber immerhin schon so leistungsfähig, dass man Gasentladungslampen in der Nähe zum Leuchten bringt (Bild 5). Und wie weit man die Beschäftigung mit den Tesla-Transformatoren treiben kann, wird u. a. auf [2] und [3] anschaulich beschrieben. Von dort bis zum Aufbau einer meterhohen Tesla-Spule, wie sie z. B. auf manchen Hobbyisten-Treffen in Aktion zu sehen ist (Bild 6), ist es noch eine gewisse Wegstrecke, aber wie man dem Bild entnehmen kann, lohnt es sich allein wegen der technischen Leistung, die man hier vollbringt, und natürlich wegen des Spektakels.

Arduino™ im RC-Modellbau

Mikroprozessoren sind heute in der Elektronik allgegenwärtig, kann man doch mit ein wenig Software und einem Chip viele Probleme lösen, die früher ein ganzes „IC-Grab“ bedingten. So liegt es natürlich auch nahe, Mikroprozessoren im Modellbau einzusetzen. Eine solche Lösung hatten wir ja gerade im vorangegangenen ELVjournal 5/2013 im Rahmen des Leserwettbewerbs mit einer komplexen Lichteffektsteuerung vorgestellt.

Die Arduino-Plattform für diese Zwecke einzusetzen, liegt ebenso nahe, denn hier hat man nicht nur eine funktionierende Hardware-Plattform griffbereit, auch die Programmierung ist einfach und erfordert nahezu keine Programmierkenntnisse im Vorfeld.

Hier setzt das Lernpaket „Arduino im RC-Modellbau“ (Bild 7) an. Der Autor Wilfried Klaas [4] beginnt hier ganz von vorn und führt zunächst den, der sich noch nie mit Programmierung und Mikroprozessoren beschäftigt hat, Schritt für Schritt an die Hard- und Softwareumgebung des Arduino-Konzepts heran.

Wie immer findet sich alles, was man benötigt, in der neuerdings besonders praktischen Klappbox: ein Arduino Uno in SMD-Ausführung, ein aufsteckbares Shield für die Experimente (Bild 8) sowie die für die ersten Experimente erforderlichen Bauteile. Man benötigt nur noch ein USB-Kabel für die Verbindung zum PC. Das Shield enthält einen 14-kanaligen Leistungstreiber (Bild 9), der die Ansteuerung auch leistungsfähiger LEDs oder z. B. von Relais erlaubt, ohne dass man Gefahr läuft, den kleinen AVR des Arduino-Boards eventuell zu überlasten.

So kann man sofort die Einführung in die Arduino-Sprachreferenz praktisch begleiten. Hier lässt sich der Autor auch nicht lange bitten, er geht fließend zu praktischen Anwendungen im Modellbau über, nämlich die Anbindung an die RC-Anlage. Dazu hat er eigene Libraries geschrieben, die auf der Webseite zur Verfügung stehen. Ein eigenes Kapitel widmet sich der Gestaltung und Schaltungstechnik von Schaltstufen, angefangen von der LED-Vorwiderstandsberechnung bis hin zum Hochleistungs-FET-Schalter.

Dem folgen einfache Einführungsexperimente wie eine Blinklicht- und eine Ampelsteuerung oder Messaufgaben (Bild 10). Modellbauspezifischer wird es

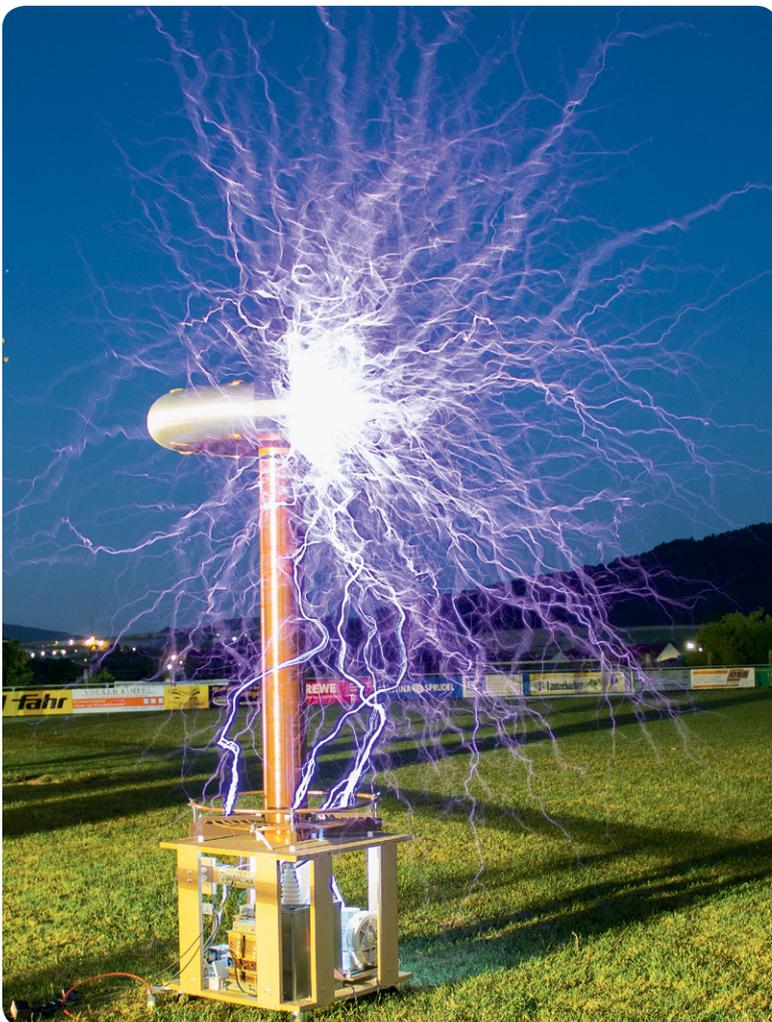


Bild 6: Krönung des Selbstbaus von Tesla-Spulen – mehr als 2 m hoch, meterlange Entladungen, Spannungen im Megavoltbereich. Quelle: Matthias Böck



Bild 7: Interessantes Lernpaket mit zahlreichen Projekten und Experimenten – Arduino im RC-Modellbau

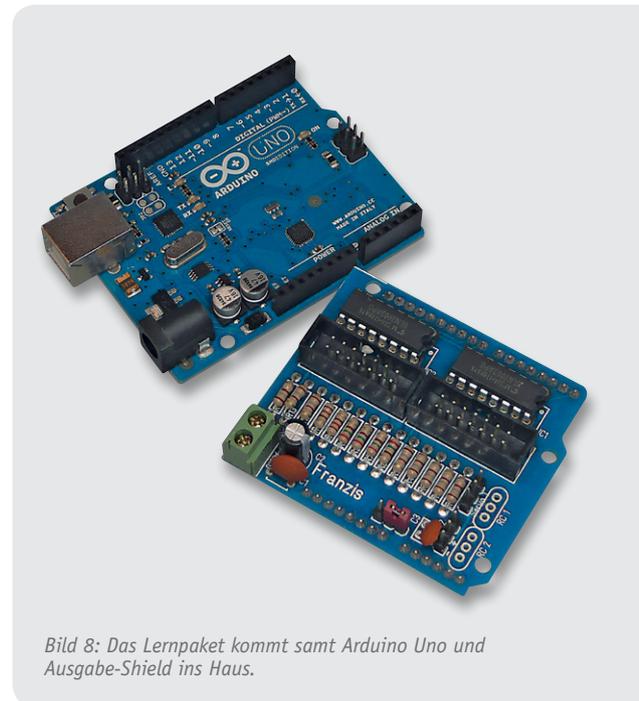


Bild 8: Das Lernpaket kommt samt Arduino Uno und Ausgabe-Shield ins Haus.

dann mit Lösungen wie dem Akku-Tiefentladeschutz, einer Fail-Safe-Schaltung und Anleitungen zur Realisierung eines V- und Kreuzmischers sowie eines 5-/6-Kanal-Proportionalschalters.

Weitere Kapitel widmen sich speziellen Lösungen im Schiffs-, Auto- und Flugmodellbau. Hier warten neben vielen Lichtsteuerungen ausgefeilte Projekte auf ihre Realisierung wie etwa eine Gyrosteuerung für das automatische Trimmen eines Segelboot-Modells, eine dynamische Servowegbegrenzung oder eine Servoverlangsamung für die Flap- und Fahrwerkssteuerung bei Flugmodellen. Im Mittelpunkt stehen in allen Teilgebieten Lichtsteuerungen bis hin zur kompletten Lichtausrüstung eines Automodells (Bild 11).

Man muss nun aber keinen kompletten Arduino samt Shield in sein Modell einbauen, dieser kann als Plattform für immer neue Experimente und Softwarelösungen erhalten bleiben. Beim konkreten Einbau in ein Modell muss man ohnehin zum Lötkolben greifen, und da liegt es nahe, aufbauend auf dem im Kurs Gelernten eine kompakte und spezifische Hardware selbst zu bauen. Denn es erfordert im Endeffekt nur einen AVR-Chip mit aufgespieltem Bootloader und minimaler Peripherie, der mit dem fertig erstellten und getesteten Programm programmiert wird, um mit entsprechenden Leistungsstufen ins Modell eingebaut zu werden.

Hier führen mehrere Weg zum Ziel. Es gibt extrem kompakte Arduino-kompatible AVR-Plattformen wie die Arduino-Micro-Lösung [5] oder noch kompakter unter [6], [7] vorgestellt. Diese sind meist direkt per USB programmierbar und sehr einfach einsetzbar, kann man sie doch direkt in eine eigene Platine oder eine Lochrasterplatine einsetzen.

Der andere Weg ist die Programmierung eines normalen AVR-Chips. Dazu benötigt man nicht einmal einen extra Programmer, es genügen etwa ein preiswertes USB-Interface wie der ELV-USB-UART-Umsetzer UM2102 und die Arduino-IDE, wie es einer unserer Leser erst unlängst in [8] vorgestellt hat (Bild 12).

Somit schließt sich auch hier der Kreis: Mit dem Franzis-Lernpaket „Arduino im RC-Modellbau“ ist die ideale Voraussetzung vorhanden, um in die Thematik einzusteigen und die hier vorgestellten praktischen Lösungen zu nutzen. Und auf diese Weise gut gerüstet, kann es dann selbstständig weitergehen zu eigenen Projekten.

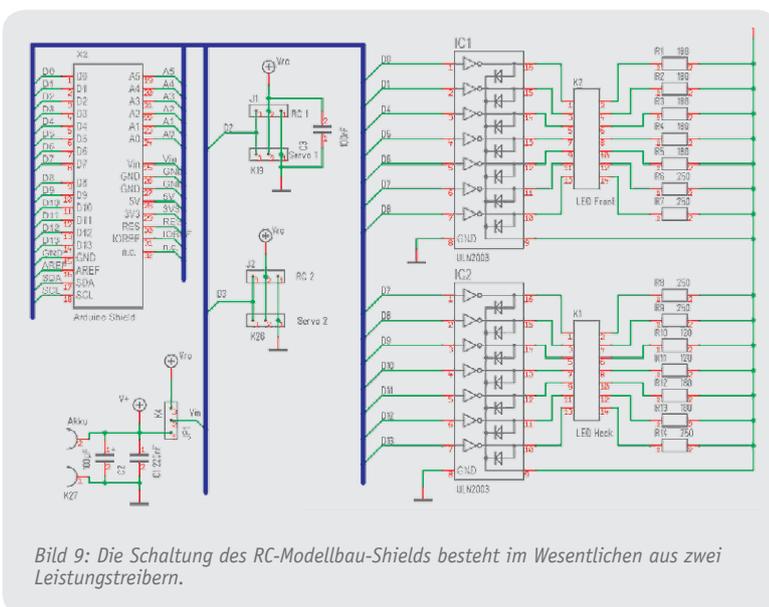


Bild 9: Die Schaltung des RC-Modellbau-Shields besteht im Wesentlichen aus zwei Leistungstreibern.

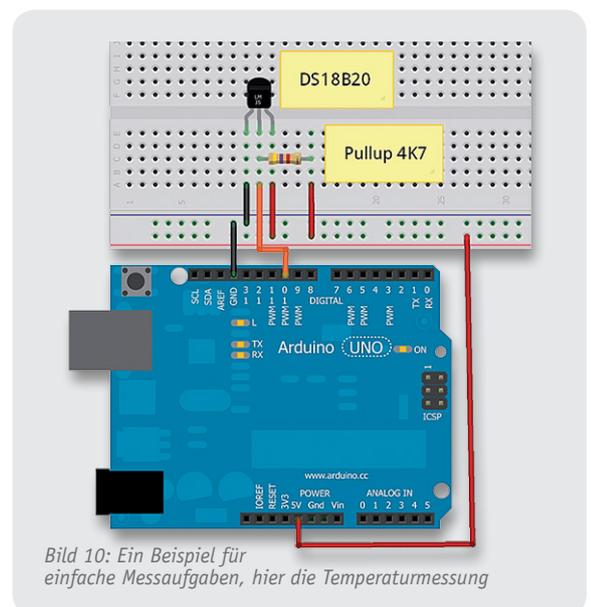


Bild 10: Ein Beispiel für einfache Messaufgaben, hier die Temperaturmessung

Elektronik mit Linux

Der Titel des Lernpakets von Thorsten Stärk ist verlockend, aber vielleicht etwas irreführend, denn Linux dient hier lediglich als umgebendes Betriebssystem. Die eigentliche Arbeit erfolgt in Python. Klingt kompliziert, aber ist einfacher, als man zunächst als Einsteiger in die Thematik denkt – sprich: „keine Angst vor dem Programmieren unter Linux“. Wer mit Arduino oder BASCOM klarkommt, kann auch auf Antrieb Python. Nicht umsonst ist diese Programmiersprache auch in Schule und Lehre so beliebt. Und Python ist schon drin in jeder Linux-Distribution, man muss lediglich einige Zusatzpakete installieren.

Doch von vorn: Das Lernpaket (Bild 13) ist eine äußerst pfiffige Zusammenführung von einfach programmierbarer Software und direkt via USB anzusteuender Elektronik. Wie immer befindet sich in der Faltschachtel mit praktischem Magnetdeckel alles, was man für die insgesamt 29 Experimente benötigt. Einen Prozessor sucht man allerdings auf dem mit einem USB-Controller und zwei IC-Fassungen bestückten USB-Board (Bild 14) vergeblich – er wird gar nicht benötigt! Denn das gesamte Konzept des Lernpakets beruht auf der direkten Hardwaresteuerung durch eine serielle Schnittstelle, den Rest erledigt die Software – ein genial einfaches Konzept, das gleichzeitig in die Python-Programmierung einführt und zeigt, mit welchen einfachen Mitteln man vielfältige Problemlösungen erarbeiten kann: Ein- und Ausgaben, analoge Messungen, zahlreiche Anwendungen aus der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik. Schaut man die Liste der insgesamt 29 Experimente an, vergisst man schnell jede Scheu vor Linux & Co., die Neugier siegt. Und schon steckt man mitten drin im umfangreichen Handbuch, denn selbst programmieren muss man zunächst nicht, alle zugehörigen Programme, außer Linux selbst, befinden sich auf der mitgelieferten DVD. Das Buch basiert auf der Distribution SUSE Linux 12.2, aber man kann natürlich auch andere Distributionen wie Ubuntu, Fedora, Knoppix nutzen, hier ist nur von Fall zu Fall eine Übersetzung einzelner Befehle nötig, das Buch zeigt auch den Weg dahin. Man muss nun keinesfalls seinem PC das Linux als Hauptbetriebssystem aufspielen, man kann es entweder über einen Bootmanager als wahlweise zweites System oder in einer virtuellen Maschine laufen lassen. Im letzteren Fall kann man das Ganze, wie z. B. auch die Arduino-IDE, auch auf einem Apple-PC betreiben. Prinzipiell ist auch ein direkter Betrieb auf einer entsprechend konfigurierten Linux-Maschine wie z. B. dem Raspberry Pi möglich.



Bild 11: Mit den Mitteln des Lernpakets lässt sich u. a. eine komplett funktionsfähige Modellbau-Fahrzeugbeleuchtung realisieren, hier für die Fahrzeugfront.

Behutsam und leicht nachvollziehbar, führt der Autor uns durch die notwendigen Schritte, um eine Linux-Distribution so zu konfigurieren, dass sie samt virtueller serieller Schnittstelle für die Experimente bereit ist. Sogar als absoluter Linux-Anfänger kommt man über diese ersten Hürden, die dank des Buches eigentlich keine sind. Damit hat man das Schlimmste überstanden, und ehe man das erste Bier zum Feiern dieses Erfolgs aufmachen kann, steckt man schon drin in den ersten Experimenten. Die Leitungen der seriellen Schnittstelle, die der USB-Umsetzer auf der Experimentierplatine zur Verfügung stellt, werden zunächst als Ein-/Ausgabeports genutzt. Das kann man gleich einmal mit einem auf der DVD abgelegten Steuerungsprogramm, das sogar eine grafische Bedienoberfläche bildet, ausprobieren. Detailliert werden anschließend die Themen Ports, Kanäle und die Steuerung der seriellen Schnittstelle behandelt, immer mit dem sofortigen praktischen Ausprobieren der Python-Befehle verbunden.

Nach den ersten Experimenten mit LED-Ausgaben geht es an das Ausgeben von Tönen über den mitgelieferten Piezo-Wandler. Immer wieder ist man verblüfft, wie schnell man dabei mit Python zum Ergebnis kommt.

Dem folgen die ersten Prüf- und Messschaltungen sowie der Einstieg in praktische Elektronikschaltungen wie der eines LED-Dimmers und eines Software-Zeitgebers.

Nach einem kurzen Zwischenspur, bei dem der Autor einen Einblick hinter die Linux-Oberfläche gibt – hier geht es um die Kernelsteuerung per syscall –, geht es schon wieder an die nächsten praktischen Experimente zur Ein- und Ausgabe: ein Berührungssensor, eine Lichtschranke, Ereigniszähler, Stoppuhr, Morsetastatur, Reaktionstester schulen im Umgang

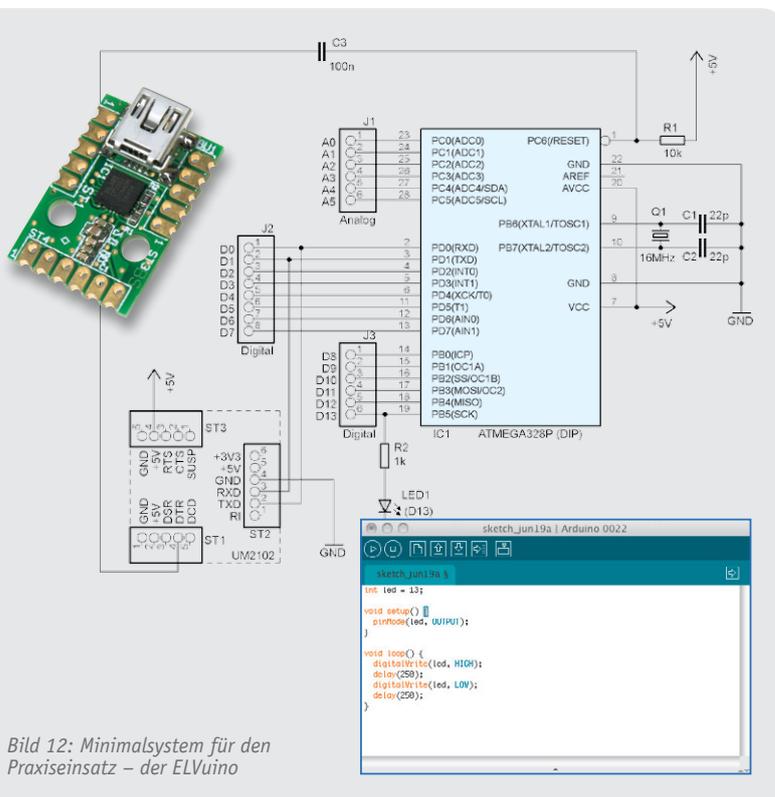


Bild 12: Minimalsystem für den Praxiseinsatz – der ELVduino

mit E/A-Befehlen. Weiter geht es mit analogen Messungen. Hier gibt es u. a. einen Helligkeitsplotter, der den Verlauf der Umgebungshelligkeit – erfasst über einen Fototransistor – grafisch darstellt. Hier lernt man fast im Vorbeigehen, wie ein Datenplotter unter Python funktioniert. Auch der vorgestellte Lügendetektor arbeitet mit dieser Ausgabeform.

Ebenso spielerisch lernt man, wie Messdaten innerhalb einer einfach erstellbaren grafischen Bedien- und Anzeigoberfläche erfasst und angezeigt werden können. Immer wieder fällt auf, wie eng man an Code und praktischer Umsetzung entlanggeführt wird, keine Abschweifungen, keine unnötigen Erklärungen, immer punktgenau zum Ziel des Versuchs.

Weitere Kapitel des Begleitbuches befassen sich in der Folge mit der seriellen Datenübertragung und zeitkritischen Anwendungen wie Generatoren, PWM-Ausgabe, Servosteuerung, Frequenz- und Zeitmessung.

Zum Schluss geht es ans Eingemachte: Der EEPROM des USB-Chips wird modifiziert, um die serielle Schnittstelle noch vielseitiger und logischer nutzen zu können.

Natürlich macht das Lust auf mehr. Mit dem hier erlernten Wissen im Rücken fällt die Anschaffung eines Raspberry Pi oder einer ähnlichen Linux-Minicomputer-Plattform direkt als Nächstes an, und im Nu hat man mit ganz wenig Zusatzhardware eine Grundlage z. B. für eine kleine Haussteuerung:

Temperaturen erfassen haben wir im Kurs genauso erlernt wie die Nutzung eines Helligkeitssensors, eines Tasters, einer LED-Anzeige, das Zählen und Rechnen. Wir wissen, wie man das Ganze in einer grafischen Oberfläche mit schicken Buttons verpackt und wie man einen Datenlogger baut.

Wie lange braucht es jetzt für die Lösung, den Stromzähler optisch per Fototransistor abzulesen und die Impulse unter Python so zu verarbeiten, dass der Stromverbrauch mitgezählt und grafisch als Verlauf über den Tag ausgegeben wird?

Der eigenen Fantasie sind da keine Grenzen gesetzt – auch ein Effekt, wenn man auf derart einfache Weise auf ein bisher unbekanntes Gebiet geführt wird. Genau das macht die Franzis-Lernpakete so wertvoll: Es werden die Grundlagen gelegt und am Schluss ist man in der Lage, eigene Lösungen selbst zu erstellen. Was will man mehr?

ELV



Bild 13: Macht Lust auf mehr – das Lernpaket „Elektronik mit Linux“ führt Schritt für Schritt in das Programmieren unter Python ein.

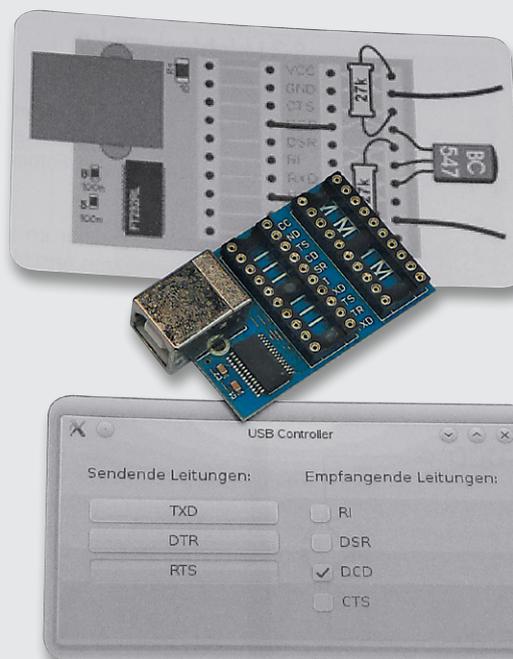


Bild 14: Auf dem Board zum Linux-Lernpaket findet sich ein USB-Umsetzer, alle Ein- und Ausgaben erfolgen über die Ports der damit gebildeten seriellen Schnittstelle.



Weitere Infos:

- [1] Projektseite B. Kainka Tesla-Generator: www.b-kainka.de/bastel102.htm
- [2] Webseite zum Selbstbau von Tesla-Spulen: <http://forum.mosfetkiller.de/viewtopic.php?f=32&t=6095>
- [3] Bauanleitung zum Selbstbau einer Tesla-Spule: www.bis0uhr.de
- [4] Webseite zum Lernpaket „Arduino im Modellbau“: www.rcarduino.tk
- [5] Produktseite Arduino Micro: www.elv.de/output/controller.aspx?cid=74&detail=10&detail2=41540
- [6] Vorstellung TinyDuino: www.elv.de/Arduino-im-Mini-Format/x.aspx/cid_727/detail_1243
- [7] Vorstellung Microduino: www.elv.de/Arduino-im-Zollformat/x.aspx/cid_727/detail_1232
- [8] Low-Cost-Arduino-System im Eigenbau:
www.elv.de/„ELVuino“---ein-einfach-aufzubauendes-µC-System/x.aspx/cid_726/detail_43342

Franzis-Lernpakete: „Experimente mit Tesla-Energie“	Best.-Nr. JZ-11 30 03	€ 19,95
„Arduino® im RC-Modellbau“	Best.-Nr. JZ-11 29 49	€ 79,95
„Elektronik mit Linux“	Best.-Nr. JZ-10 98 76	€ 99,-