

Neues Leben für alte Batterien

- Autor
- Zielgruppe
- Neues Leben für Batterien
- Testkriterien
- Batterietypen
- Idee einer Prüfanlage
- Prüfanlage Funktionen
- Mechanik
- Schiefe Ebene
- Revolver
- Messvorrichtung
- Lichtschranke
- Sortiereinrichtung
- Revolver/Schrittmotor
- Elektronische Bauteile
- Aktoren
- Schaltung
- Arduino-Pinbelegung
- Analoge Messwerte
- SD-Karte
- Schutzschaltung
- Eingangsspannung
- Stromversorgung
- Stromstärken
- Funktionen
- Inbetriebnahme
- Revolver justieren
- Anwender-Interface
- Prüfanlage Funktionen
- Libraries

Einführung

SchülerInnen	Projekt im Fach Technik.
Kerncurriculum	Handlungsbereich 2: Energie und Technik.
Unterricht	<ul style="list-style-type: none">• Lernen durch Handeln.• Methode Versuch und Irrtum.• Handwerkliche Fähigkeiten.• Mechanik, Elektronik, Programmierung.• ...
Material	<ul style="list-style-type: none">• Halbzeuge der UMT-Technik. Arduino, Steckbrett, diskrete Bauelemente.• Sensoren und Aktoren.• ...
Pilotanlage	Die vorgestellte Lösung ist eine von vielen!
Projekt-Dateien	https://github.com/EKlatt/AAA-Tester
UMT-Technik	https://technik-lpe.de/technik/
AATiS	Praxisheft 33 (2023)

Neues Leben für Batterien

Schulprojekt
Taschenlampe

μTaLa
LED-Taschenlampe mit
AAA-Batterie.

AATiS Bausatz

AS332

Geschichte

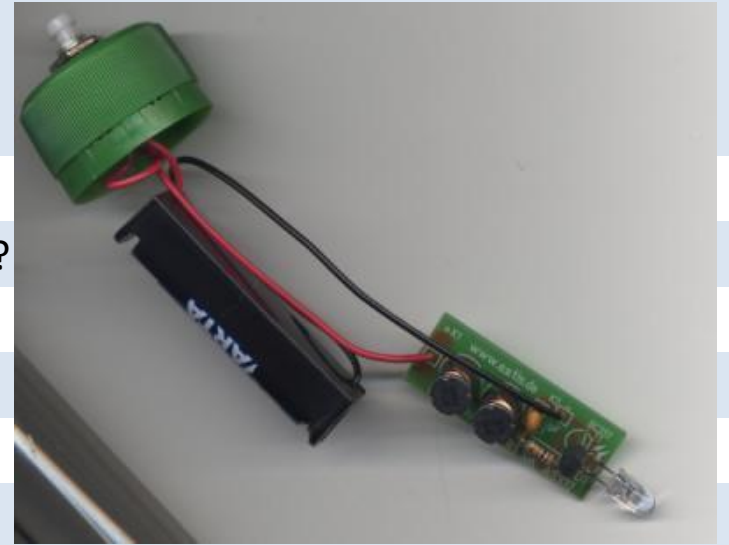
- Gebrauchte Batterien nutzen?
- Ausreichende Kapazität?
- AA-Batterien (AAA-Batterien)
- Funktionstest mit Voltmeter
- Mindestens 1,0 V
- Schülerversuche

Projektidee:

Wolfgang Lipps

Automatisierung

Prüfanlage für einen automatischen Betrieb.



Testkriterien

Stromaufnahme μTaLa : $I \approx 10 \text{ mA}$

Auslegung Lastkreis:

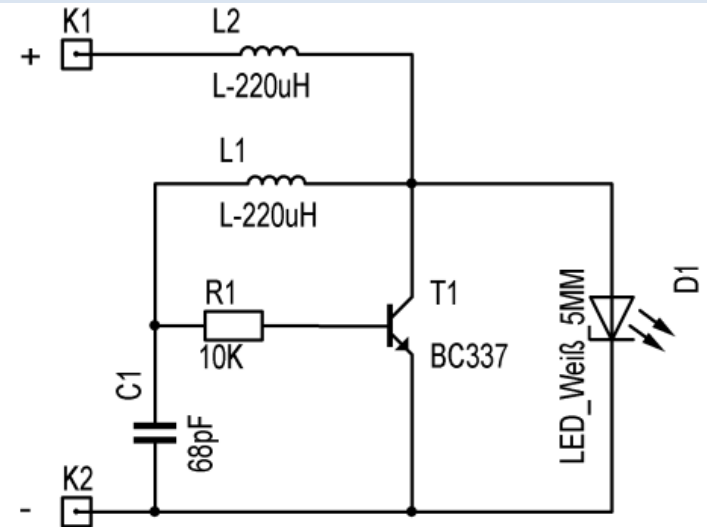
Mindest-Spannung $U = 1 \text{ V}$

Last-Widerstand $R = U / I$
 $R = 100 \Omega$

Angenommene
Messdauer 30 s

Entscheidung Test-Spannung $> 1,0 \text{ V}$,
dann weitere Verwendung.

Quelle [Microsoft Word - \$\mu\text{TaLa}\$ -Aufbau \(aatis.de\)](https://aatis.de)



Batterietypen

AA-Batterie	Alkali-Mangan, Zink-Kohle
Durchmesser	13,5 mm bis 14,5 mm
Länge	Länge von 49,2 mm bis 50,5 mm
Nennspannung	1,5 V



AAA-Batterie	Alkali-Mangan, Zink-Kohle
Durchmesser	9,5 mm bis 10,5 mm
Länge	Länge von 43,3 mm bis 44,5 mm
Nennspannung	1,5 V



Form
der
Fläche

Link	https://de.wikipedia.org/wiki/Mignon_(Batterie) https://de.wikipedia.org/wiki/Micro_(Batterie)
------	--

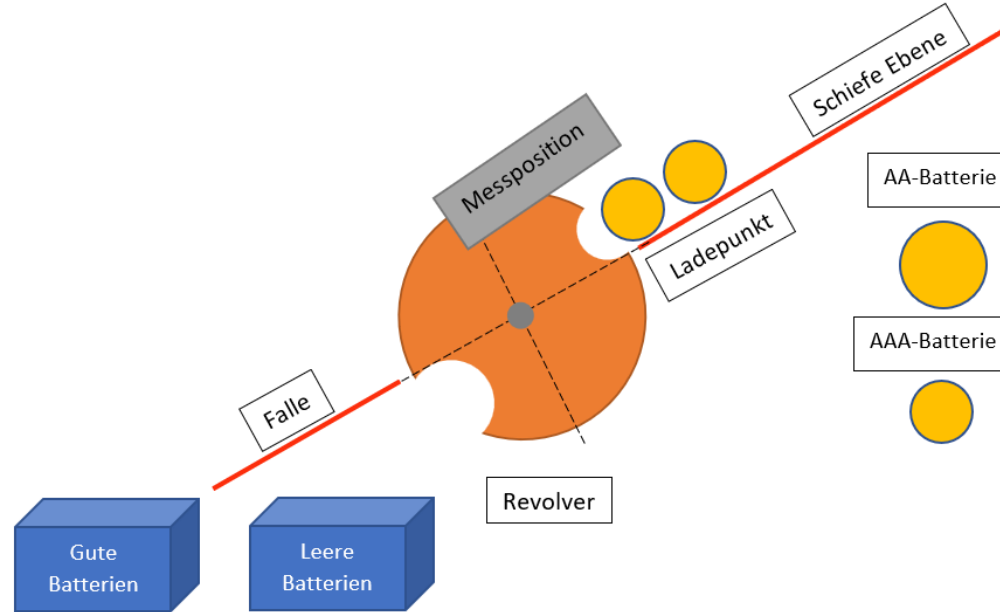
Idee einer Prüfanlage

Batteriezufuhr

„Schiefe Ebene“

Prüfanlage:

- Schiefe Ebene
- Revolver
- Messvorrichtung
- Falle
- Sortierbehälter
- Arduino
- Steckbrett



Länge der schiefen Ebene ca. 600 mm (60 AAA-Batterien mit ≈ 10 mm \varnothing)

Prüfanlage Funktionen

Einrichten	0. Prüfvorrichtung vorbereiten.
Zuführen	1. Batterie automatisch zuführen. 2. Ist eine Batterie vorhanden? 3. Batterie zur Messposition bewegen.
Messen	4. Spannung prüfen. 5. Haben wir eine gute oder leere Batterie? 6. Batterie zur Sortierung bewegen.
Sortieren	7. Gute Batterie in Behälter „Gute Batterie“. 8. Leere Batterie in Behälter „Leere Batterie“.
	9. Weiter mit Schritt 1.

Mechanik

Mechanische Aufgaben?

- Bau einer „schiefen Ebene“ mit einer glatten Oberfläche.
- Optimieren der Neigung.
- Bau eines Batteriewechsers (Revolver).
- Entwickeln einer Messvorrichtung für die Batteriespannung.
- Erkennen einer fehlenden Batterie (Endschalter/Lichtschranke).
- Bau einer Sortiereinrichtung (Falle).



Schiefe Ebene



Anforderungen

- Sicherer Transport der Batterien.
- Seitliche Führungen für AAA- und AA-Batterien.
- Einfache Bestückung.

Material

PVC-Hartschaumplatte 3 mm dick.

Neigung optimieren

- Sicheres Nachrutschen der Batterien.
- Der Revolver darf nur eine Batterie mitnehmen.
- Den Schrittmotor nicht überlasten.

Empfehlung

Die Neigung der schiefen Ebene minimieren.
Neigung: ca. 20° zur Horizontalen.

Revolver

Anforderungen Batteriewechsler

- Sicherer Transport der Batterien.
- Anzahl der Bauteile und Antriebe minimieren.
- Einfacher Aufbau.
- Sichere Mitnahme einer Batterie.
- Einhalten der Messposition.
- Sicherer Transport zur Sortierung.

Randbedingungen

- Maße der AAA- und AA-Batterien.
- Lage der schiefen Ebene.
- Aufbau der Messeinrichtung.
- Lage der Falle.

Material

3D-Druck oder Hartholz-Zylinder.

Konstruktion

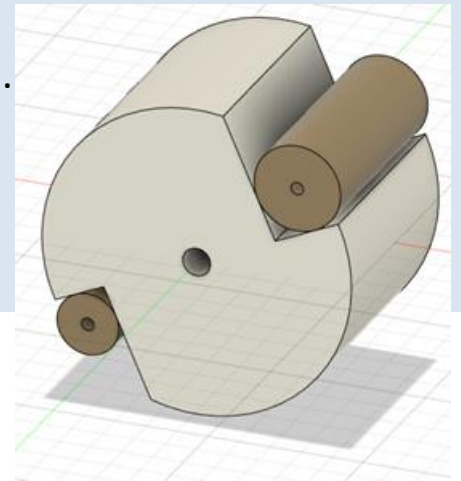
Nutformen für AAA- und AA-Batterien.

Empfehlung

3D-Druck

Link

<https://github.com/EKlatt/AAA-Tester>
siehe Ordner „3D“.



Messvorrichtung

Anforderungen

- Messen der elektrischen Spannung im Leerlauf und unter Last.
- Soll sich der Bauform der AAA- und AA-Batterie anpassen.
- Einen guten Kontakt an den Polen gewährleisten.

Material

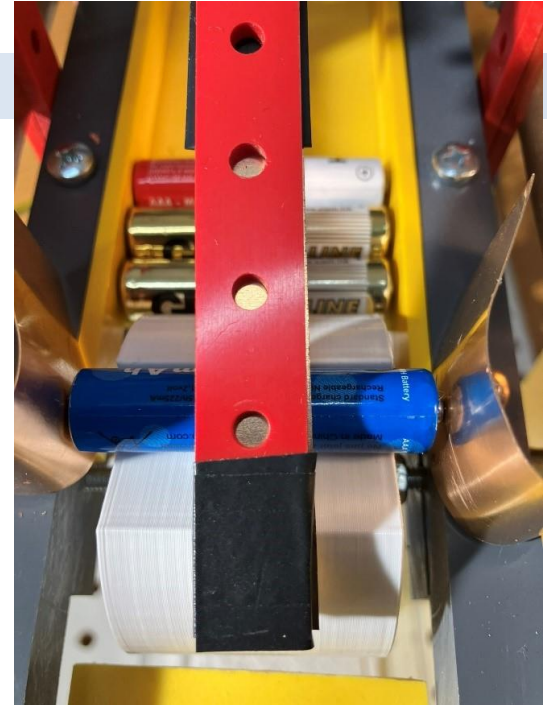
Idee: Blechstreifen aus Federbronze.

Herstellung

Blechstreifen von Hand geformt.

Probleme

- Formgebung von Hand.
- Blechstreifen dürfen das Zuführen der Batterie nicht behindern.
- Automatische Anpassung an die beiden Bauformen.
- Kontaktschwierigkeiten in Folge unterschiedlicher Bauformen, insbesondere des Minus-Pols.



Lichtschranke

Anforderungen

- Die Prüfanlage soll automatisch betrieben werden.
- Solange eine Batterie vorhanden ist soll geprüft werden.
- Ist keine Batterie vorhanden, soll der automatische Betrieb anhalten.

Randbedingungen

- Durchmesser der AAA- oder AA-Batterien.
- Lage des Revolvers.

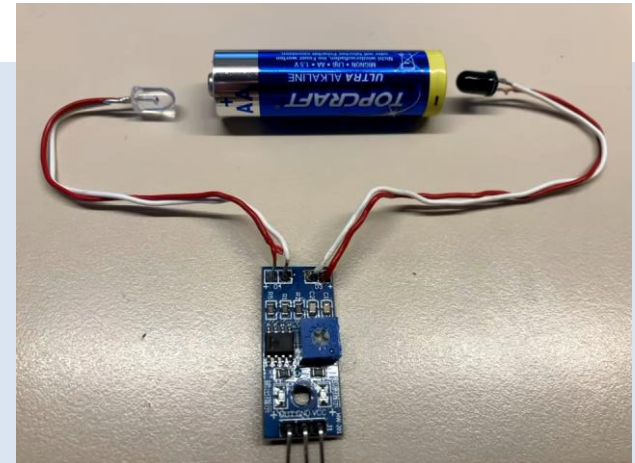
Bauteil

Abstandssensor Modul einstellbar
Digitaler Ausgang (0/1): „1“ entspricht Batterien bereit.

vorher

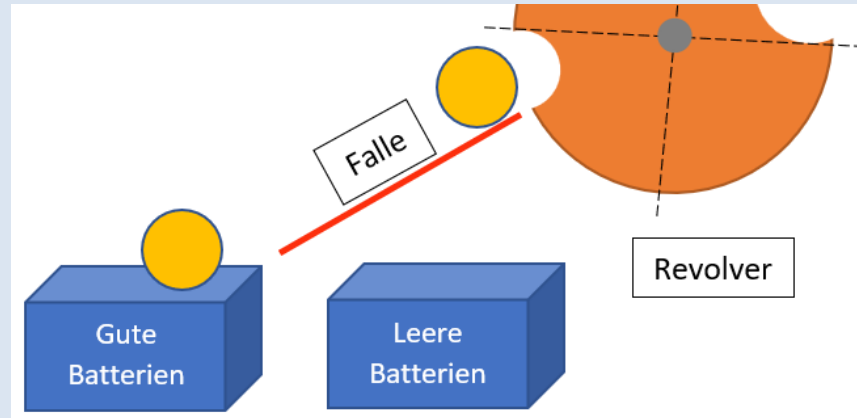


Nach Umbau



Sortiereinrichtung

Anforderungen	Einsortierung in einen Behälter für gute oder leere Batterien.
Randbedingungen	<ul style="list-style-type: none">• Einfacher Mechanismus.• Sichere Sortierung.• Einfacher Antrieb.
Material	<ul style="list-style-type: none">• PVC-Hartschaumplatte 3mm dick.• UMT-Vierkantstab (12 mm x 12 mm).• Servo.
Probleme	Lage (Neigung) zum Revolver.

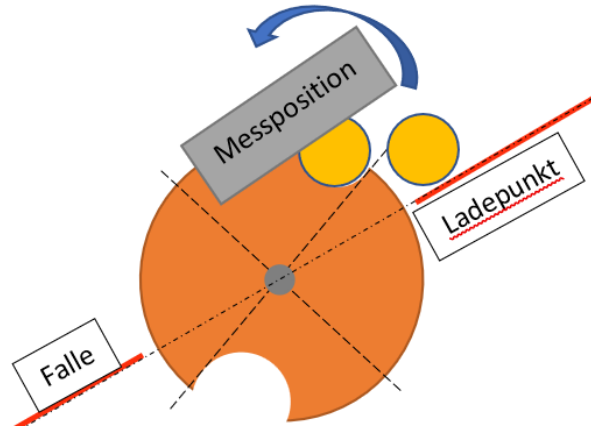


Revolver/Schrittmotor

Ladepunkt -> Messposition

Messposition -> Falle

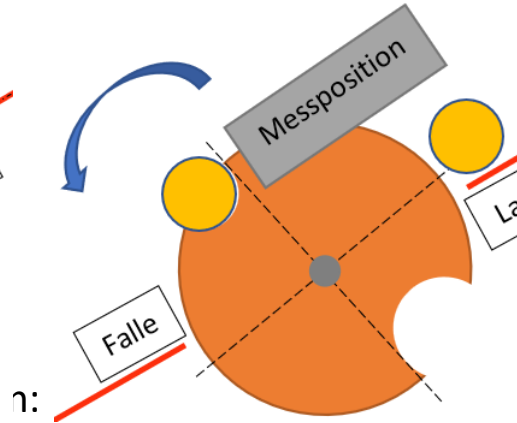
Falle -> Ladepunkt



390 Schritte

Terminal: „s:390“

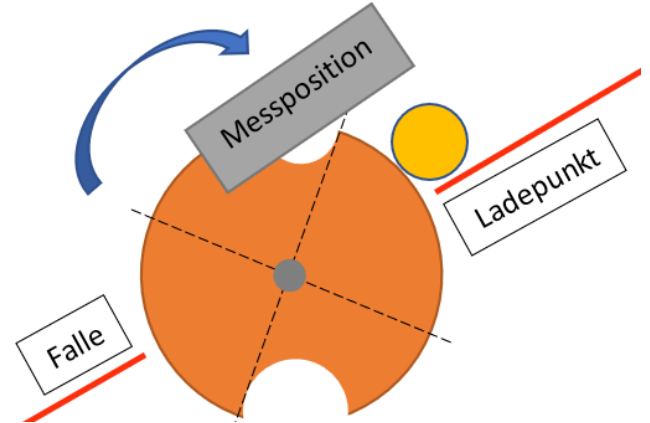
Sketch: stepsLoadTest



350 Schritte

Terminal: „s:350“

Sketch: stepsTestTrap



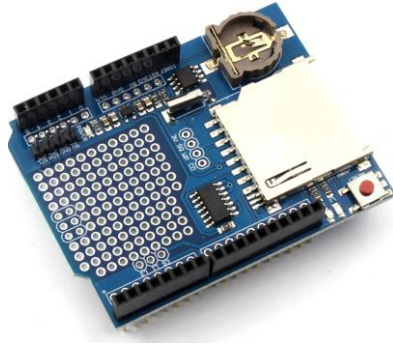
- (390 + 350) Schritte

Terminal: „s:-740“

Siehe auch Parameter in der „config.ini“ auf der SD-Karte.

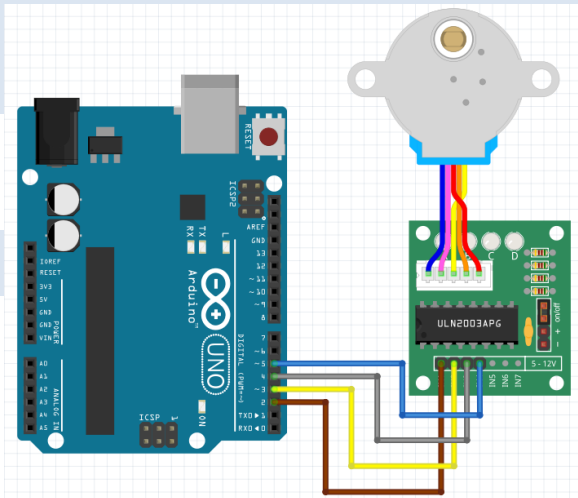

Elektronische Bauteile

Mikrokontroller	Arduino-UNO mit AVR® 8-bit Mikrokontroller.
Datenlogger	Data Logger Shield mit RTC. Das Shield wird auf den Arduino aufgesteckt.

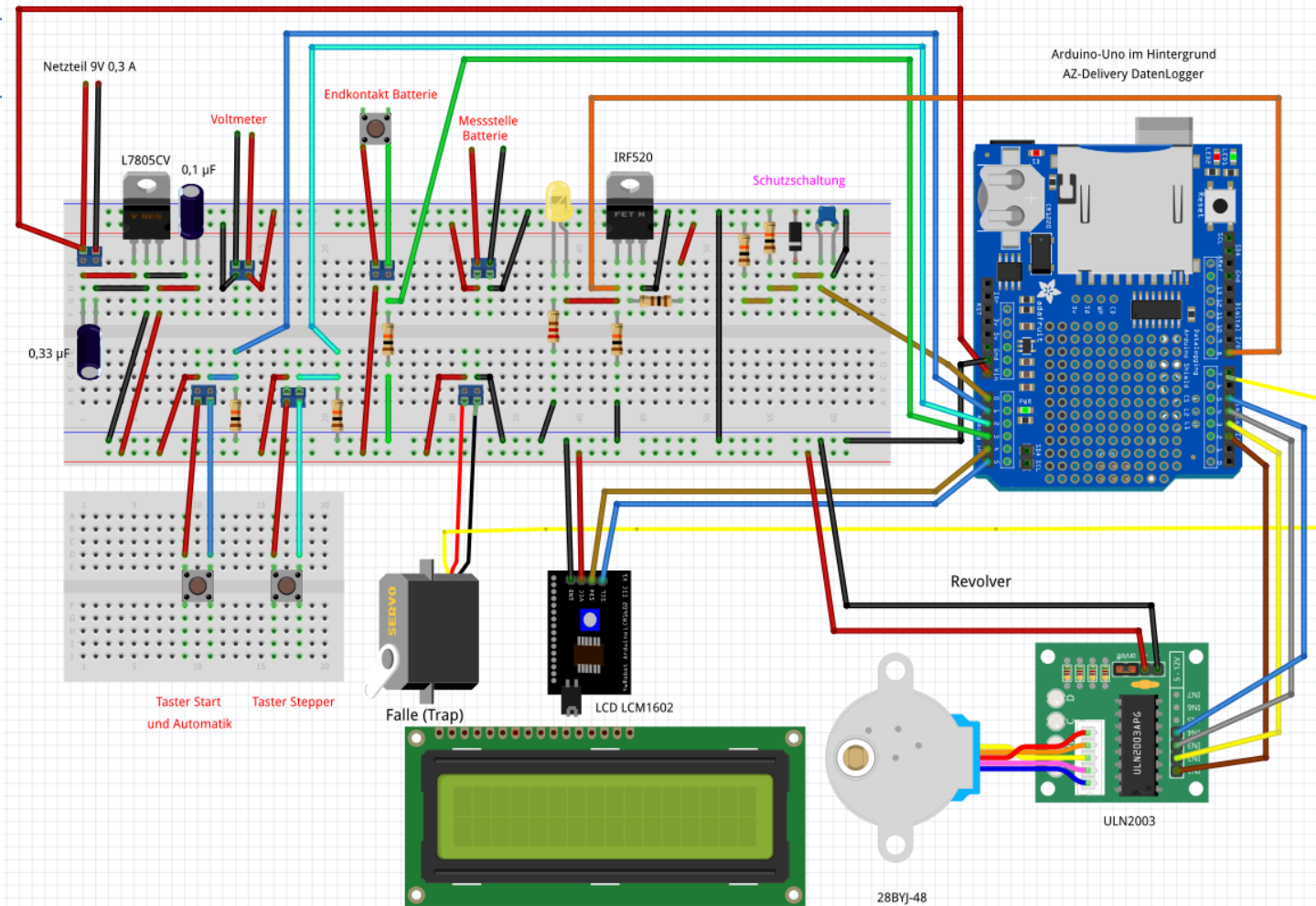


	SD-Karte
LCD	LCD 16 x 2 mit LCM1602
MOSFET	FET N-channel IRF520
Diskrete Bauelemente	LED, Taster, Widerstände, Diode, Kondensator

Aktoren

Schrittmotor	28BYJ-48 Stepper Motor	
Schritte 1. Umdrehung	2048 ca. 220 mA	
Pinbelegung	<pre>Stepper stepper(..., Arduino Pin motor_pin_1, (2) motor_pin_2, (4) motor_pin_3, (3) motor_pin_4) (5)</pre>	
Servo	SG90	
Max. Moment	18 Ncm (1.8 kgf·cm)	
Pinbelegung	<pre>#define servoPin (7)</pre>	

Schaltung



Arduino-Pinbelegung

Arduino Pin		Bauteil	Sketch
13	SCK	DatenLogger	
12	MISO	DatenLogger	
11	MOSI	DatenLogger	
10	SS	DatenLogger	
9		frei	
8		Lastkreis Ein/Aus MOSFET	stressPin
7		Servomotor	servoPin
6		frei	
5, 4, 3, 2		Schrittmotor	motor_pin_4, motor_pin_2, motor_pin_3, motor_pin_1
GND		Allgemein GND	
VIN		Externe Spannung	
A0		Spannungsmessung	voltagePin
A1		Taster Start	operationPin
A2		Taster Schrittmotor	stepPin
A3		Endschalter Batterie	stopAutoPin
A4	SDA	LCD 2x16, DatenLogger I ² C	LCD SDA, DatenLogger SDA
A5	SCL	LCD 2x16, DatenLogger I ² C	LCD SCL, DatenLogger SCL

Analoge Messwerte

Anforderungen	Erfassen der Spannungen im Bereich < 2 V.
Randbedingungen	<ul style="list-style-type: none">Spannung einer neuen Batterie $\leq 1,6$ V.Testspannung von 1,0 V. Sketch: <code>compareVoltage = 1.0;</code>Arduino Referenzspannung 1,1 V. Sketch: <code>analogReference (INTERNAL)</code>
Spannungsteiler	Wegen der Referenzspannung von 1,1 V ist eine Spannungsteilerschaltung erforderlich.
AREF-Pin	Am AREF-Pin kann die tatsächliche Referenzspannung gemessen werden. Sketch: <code>AREF_Voltage = 1.07</code>
Analog-Digitalwandler	Umwandlung der Spannung (hier 0 bis 1,1 V) in die digitalen Werte von 0 bis 1023.
Berechnung im Sketch	<code>readAnalog = AREF_Voltage/1023 * (readAnalog) * 2;</code>

Schutzschaltung

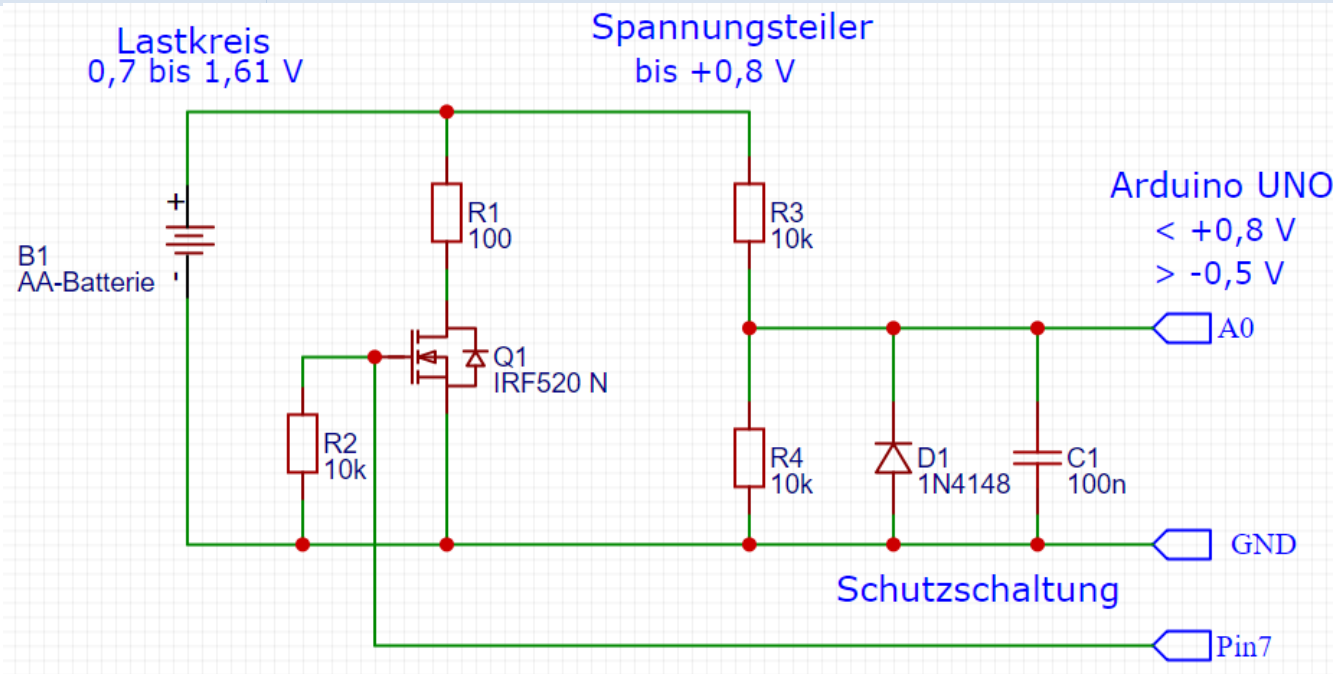
Problem

Batterie an der Messstelle verpolt!

Arduino-Datenblatt

An den analogen Eingängen dürfen Spannungen nicht $< -0,5\text{ V}$ sein.

Schutzschaltung



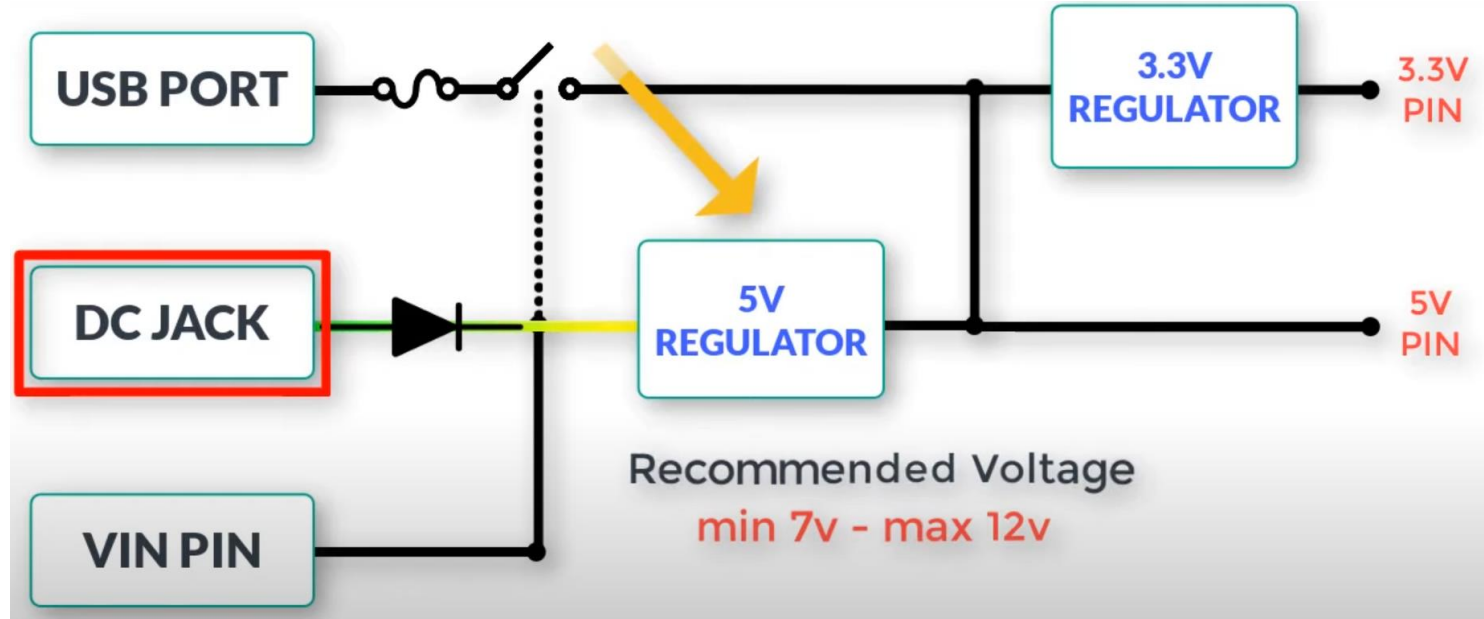
SD-Karte

Konfigurationsdatei	Auf der SD-Karte eine Datei mit dem Namen „config.ini“ anlegen.				
Automatik-Betrieb	Die Parameter in “config.ini” überschreiben im Automatik-Betrieb die voreingestellten Parameter vom Sketch.				
Achtung:	Die Parameter werden nicht auf Plausibilität geprüft.				
Parameter	Nur die Werte in „config.ini“ untereinander eingeben!				
Testspannung in V	1.0		(compareVoltage)		
Belastungsdauer in s	10		(referenceStressTime)		
AREF (gemessen) in V	1.07		(AREF_Voltage)		
Ladepunkt-Messposition	390		(stepsLoadTest)		
Messposition-Falle	350		(stepsTestTrap)		
Protokolldatei	Die Datei „Excel.csv“ auf der SD-Karte anlegen.				
	Der Sketch erzeugt folgendes Datenformat:				
Datensatz	Datum	Uhrzeit	Leerlauf-Spannung	Last-Spannung	gut / leer
Beispiel	28.09.2022;	12:21:35;	1,5;	1,44;	1 oder 0
Hinweis	Im Sketch werden C++-Werte (1.22) in Excel-Werte konvertiert (1,22).				

Eingangsspannung

Welchen Anschluss?

USB Port / DC Jack / VIN



Link

<https://www.youtube.com/watch?v=3rbn0pNoGa8>
<https://www.programmingelectronics.com/power-arduino/>

Stromversorgung

Arduino Stromversorgung

DC-Jack (DC-Buchse)	7 V bis 12 V (mit Verpolungsschutz) empfohlen.
USB	5 V (meist kleiner).
VIN	7 V bis 12 V (ohne Verpolungsschutz).
5 V Pin	Keinesfalls machen!

Steckbrett Stromversorgung

5 V Pin	5 V (reguliert über den Spannungsregler)
VIN	7 V bis 12 V (in Abhängigkeit von der DC-Buchse). Nicht empfohlen, da Sensoren und Aktoren meist 5 V benötigen.
Link	https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3
	How do I power my Arduino? The Pi Hut

Stromstärken

Arduino Stromversorgung

USB	500 mA (resettable polyfuse)
DC-Jack (DC-Buchse)	500 mA bis 1 A
VIN	500 mA bis 1 A
5V Pin	Keinesfalls machen!

Pins

pro Pin	20 mA (absolute maximale Stromstärke 40 mA)
Σ digitale & analoge Pins	200 mA (d. h. maximal 10 LEDs mit 20 mA)

Verwendung als Spannungsquelle

5V Pin	500 mA (800 mA, abhängig vom Spannungsregler)
VIN	1 A in Abhängigkeit von der DC-Buchse. Nicht empfohlen!

Funktionen I

Tab	Aufgabe
AAA_Tester_Automatik	Deklarieren der Variablen... Deklarieren der Pin-Belegung. Deklarieren der Parameter, die über „config.ini“ vom Anwender verändert werden können. Erzeugen der Objekte: rtc, myServo, stepper, lcd
1_Setup	Initialisierung der Pins. Initialisieren der Objekte: lcd, stepper, rtc
2_Loop	Fragt in einer Endlosschleife die Taster „Start“ und „Stepper“ ab. Das erstmalige Drücken der „Start-Taste“ führt allgemeinem Start und zum manuellem Terminal-Betrieb. Das nochmalige Drücken der „Start-Taste“ führt zum Automatik-Betrieb (ohne PC). Das Drücken der „Stepper-Taste“ lässt den Stepper jeweils 10 Schritte drehen, um die Positionierung des Revolvers zu ermöglichen.
3_Help	Ausgabe der „Terminal-Befehle“ im Terminal/Monitor.
4_Terminal	Auswerten der „Terminal-Befehle“ und veranlassen von Aktionen.
5_Automatic	Steuerung des Automatik-Betriebes. Anwender-Hinweise auf dem LCD und dem Terminal/Monitor).
6_Servo_Stepper	Steuerung von Servo- und Schrittmotor. Die Motoren werden stets (nach der Funktion) elektrisch entkoppelt.
7_Stress	Prüfen ob Batterie vorhanden. Prüfen der Batterie-Spannung. Ein- und Ausschalten des Lastkreises.

Funktionen II

Tab	Aufgabe
8_Time	Ermitteln von RTC-Datum und RTC-Uhrzeit. Zusammensetzen von Datum und Zeit für das SD-Karten Protokoll.
9_SD_Card	Lesen der „config.ini“. Schreiben der „Excel.csv“.
Echo	Anzeigen der Konfigurations-Parameter (nur Terminal/Monitor). Anzeigen der Fallen-Parameter (nur Terminal/Monitor). Anzeigen der gemessenen Spannung.
Serial	Definieren eines Ereignisses (event) zur Entgegennahme von seriellen Eingaben vom Terminal/Monitor. Verarbeitung der Eingaben zu Steuervariablen: controlLetter, stringCommand, controlValue

Inbetriebnahme

Checkliste	
	<ul style="list-style-type: none">• Die Prüfanlage ist zusammengebaut.• Der Arduino & Steckbrett sind mit den externen Komponenten verbunden.
	<ul style="list-style-type: none">• Die Software ist auf den Mikrocontroller übertragen worden.• Die SD-Karte mit der „config.ini“ und der „Excel.csv“ ist vorbereitet und eingesteckt.
	<ul style="list-style-type: none">• Die Stromversorgung von Steckbrett & Arduino ist angeschaltet.• Der Arduino ist per USB-Kabel mit einem PC verbunden.
	<ul style="list-style-type: none">• Die Arduino-IDE und der Arduino-Monitor sind geöffnet.

Revolver justieren

Achtung	Die jeweilige Revolver-Nut und die schiefe Ebene müssen fluchten.
Mechanische Anpassung	
Länge Batterie	Die Breite der schiefen Ebene durch entfernen/einlegen von ungelochten UMT-Vierkantstäben (12 mm x 3 mm) anpassen.
Revolver Nut	Der Revolver hat zwei Nuten. Eine Nute für AAA- und AA-Batterie.
Justierung	Vor Beginn eines Prüflaufs muss die entsprechende Nut mit dem Ladepunkt gegenüber der schiefen Ebene ausgerichtet werden.
Rechter Taster	Einmalige Betätigung lässt Revolver/Schrittmotor um 10 Schritte gegen den Uhrzeigersinn drehen.
Terminal s-Befehl	Sinnvolle Werte: von (+1) bis (+2048) und (-1) bis (-2048). Befehl: „s:Schritte“ Gegen den Uhrzeigersinn: „s:10“. Im Uhrzeigersinn: „s:-10“

Anwender-Interface

Anleitung	„AAA-Tester Anleitung.pdf“ auf GitHub.
Automatik-Betrieb	Betrieb mit Taster & LCD
Test-Betrieb	Prüfanlage testen mit Monitor/Terminal.

Monitor/Terminal-Befehle

Befehl		Bedeutung
Automatik	'a' or 'auto'	Einschalten des Automatik-Betriebes.
Zeit?	'time'	Anzeigen von Datum und Uhrzeit.
Lese config.ini	'r'	Einlesen der „config.ini“ von der SD-Karte.
Zeige config.ini	'i'	Anzeigen der aktuellen Parameter.
Falle initialisieren	'ti'	Falle auf Position gute Batterie drehen.
Batterie vorhanden?	'b'	Befindet sich eine Batterie an der Messposition.
Anliegende Spannung	'v'	Messen und Ausgeben der Batteriespannung.
Last-Kreis an/aus	'l' or 'load'	Lastkreis ein- und ausschalten.
Syntax für Falle	't:90' or 'trap'	Drehen der Falle um Werte zwischen 0 bis 90 Grad.
Syntax für Stepper	's:90' or 'stepper'	Drehen des Schrittmotors um sinnvolle Werte, ½ Drehung mit Wert 1024.
Hilfe-Text	'h'	Liste der Monitor/Terminal-Befehle

Prüfanlage Funktionen

	1. Prüfvorrichtung anpassen
Ablauf einer Messung	2. Batterie laden (schiefe Ebene). 3. Ladepunkt -> Messposition
Messen	4. Batterie vorhanden? 5. Falls keine Batterie vorhanden Automatik anhalten. 6. Leerlauf-Spannung messen. 7. Lastkreis schließen. 8. Last-Spannung messen. 9. Lastkreis öffnen. 10. Gute oder leere Batterie?
Sortieren	11. Messposition → Falle 12. Gute Batterie in Behälter „Gute Batterie“. 13. Leere Batterie in Behälter „Leere Batterie“.
	14. Falle → Ladepunkt

Libraries

Installationsordner	„C:\Users\Public\Arduino“
Libraries-Ordner	“C:\Users\Public\Programme\arduino-1.8.19\libraries”
Download & Entpacken	U.g. Libraries herunterladen und entpacken.

Arduino-LiquidCrystal-I2C-library:

<https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library/archive/refs/heads/master.zip>

RTCLib

<https://github.com/adafruit/RTCLib/archive/refs/heads/master.zip>

Innerhalb der Arduino-IDE, Werkzeuge, Bibliotheken verwalten
nach „Adafruit BusIO“ suchen und diese installieren (I2C).