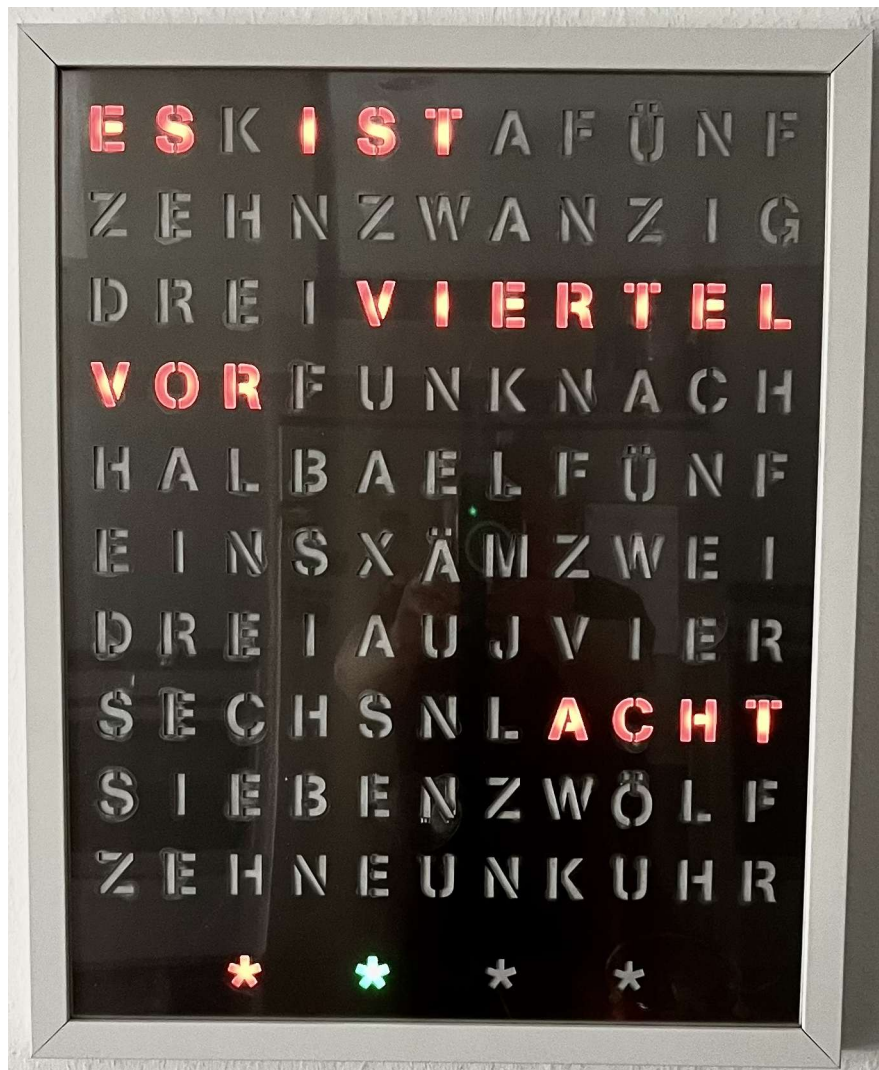


WortUhr

Bedienungsanleitung

IKEA-Bilderrahmen „Rödalm“ 40x50cm · NeoPixel-LEDs · ESP32-S3-Controller

Firmware 1.6.0 – Oliver Schlenker



Inhalt

1	Überblick	3
2	Zeitanzeige	3
2.1	Minutenraster	3
2.2	Stundenwechsel	3
3	Erstinbetriebnahme	3
3.1	Stromversorgung	3
3.2	WLAN einrichten (Setup-Portal)	4
3.3	WLAN-Signalstärke beim Start	4
4	Weboberfläche	5
4.1	Helligkeit	5
4.2	Ein-/Ausschaltzeiten	5
4.3	Farben der Wörter	6
4.4	Einstellungen speichern	6
4.5	Standardeinstellungen wiederherstellen	6
4.6	WLAN neu einrichten	6
5	Reset-Funktionen / Microcontroller ESP32-S3	7
5.1	Vollständiger Hardware-Reset (BOOT-Taste)	7
5.2	Nur WLAN-Daten löschen	8
6	Firmware-Update (OTA)	8
7	Zeitzone und Zeitserver	8
8	LED-Signale im Überblick	9
9	Technische Daten	9
10	Häufige Fragen und Fehlerbehebung	10
	Die WortUhr zeigt die falsche Uhrzeit	10
	Die WortUhr leuchtet nicht	10
	Das WLAN-Setup-Portal ist nicht erreichbar	10
	Die Weboberfläche ist nicht erreichbar	10
	Farben wurden nicht gespeichert	10
Anhang B	Buchstabenmatrix	12
Anhang C	Weboberfläche	13

1 Überblick

Die WortUhr zeigt die aktuelle Uhrzeit in geschriebener Sprache auf einer Buchstabenmatrix an – z. B. „ES IST VIERTEL NACH DREI“. Hinter dem Zifferblatt leuchten 253 adressierbare NeoPixel-LEDs, die von einem ESP32-S3-Mikrocontroller gesteuert werden.

Die WortUhr synchronisiert die Uhrzeit automatisch über das Internet (NTP) und ist vollständig über einen Webbrowser konfigurierbar – kein zusätzliches Programm notwendig.

2 Zeitanzeige

2.1 Minutenraster

Die WortUhr rundet auf 5-Minuten-Schritte. Die genaue Minute (1–4 Minuten Rest) wird durch bis zu vier einzelne LEDs (Sterne) am unteren Rand der Matrix angezeigt:

Signal / Bedeutung	Beschreibung
Keine Stern-LED	Minutenrest 0 – z. B. genau 10:00
1 rote LED (unten links)	Minutenrest 1 – z. B. 10:01
2 LEDs (rot + grün)	Minutenrest 2 – z. B. 10:02
3 LEDs (rot + grün + blau)	Minutenrest 3 – z. B. 10:03
4 LEDs (rot + grün + blau + weiß)	Minutenrest 4 – z. B. 10:04

2.2 Stundenwechsel

Die angezeigte Stunde wechselt bereits ab 20 Minuten nach der vollen Stunde – also bei Phrasen wie „ZEHN VOR HALB“, „VIERTEL VOR“, „ZEHN VOR“ und „FUENF VOR“ wird bereits die nächste Stunde gezeigt. Das entspricht der umgangssprachlichen deutschen Zeitanzeige.

Beispiele:

- 10:25 → „ES IST FUENF VOR HALB ELF“
- 10:47 → „ES IST VIERTEL VOR ELF“
- 10:03 → „ES IST ZEHN UHR“ + 3 Eck-LEDs

3 Erstinbetriebnahme

3.1 Stromversorgung

Schließen Sie die WortUhr an eine geeignete 5 V-Stromversorgung an. Es ist ein externes Netzteil notwendig. Ein Netzteil direkt über USB-C angeschlossen alleine reicht nicht aus, da dann die Pixel nicht aufleuchten, da der Spannungsregler auf dem Microcontroller nicht genug Strom liefert. Die WortUhr benötigt bei voller Helligkeit aller Neopixel bis zu 10 A. Da aber normalerweise nicht alle Pixel gleichzeitig leuchten und auch nur mit einer durchschnittlichen Helligkeit kommt man mit einem 5 V/3 A-Netzteil gut aus.

3.2 WLAN einrichten (Setup-Portal)

Beim ersten Start oder nach einem WLAN-Reset erscheinen folgende Signale:

Signal / Bedeutung	Beschreibung
3× blaues Blinken	WLAN-Setup-Portal ist aktiv

Verbinden Sie Ihr Smartphone oder Ihren Computer mit dem offenen WLAN:

WLAN-Name: WortUhr-Setup
Passwort: (keines – offenes Netz)
Browser: <http://192.168.4.1>

Geben Sie im Browser WLAN-Name und WLAN-Passwort Ihres Heimnetzwerks ein und klicken Sie auf „Speichern & verbinden“. Die Uhr testet die Verbindung:

- Gelbes Blinken während des Tests (über 15 Sekunden)
- Verbindung erfolgreich → grüne Bestätigung, anschließend automatischer Neustart
- Verbindung fehlgeschlagen → Fehlermeldung, Eingabe erneut möglich

Anmerkung: Das Heimnetz könnte natürlich auch ein Handy-Hotspot sein, über welchen die WortUhr die Uhrzeit beziehen kann.

Hinweis: Das Setup-Portal schließt sich automatisch nach 5 Minuten, falls kein gültiges WLAN gespeichert wurde. Die Uhr startet danach neu und öffnet das Portal wieder.

3.3 WLAN-Signalstärke beim Start

Nach erfolgreichem WLAN-Verbindungsaufbau zeigt die WortUhr kurz die Signalstärke an:

Signal / Bedeutung	Beschreibung
1 rote LED	Schlechtes Signal (< -90 dBm)
2 orangene LEDs	Akzeptables Signal (-90 bis -82 dBm)
3 gelbe LEDs	Gutes Signal (-81 bis -71 dBm)
4 grüne LEDs	Exzellentes Signal (-70 dBm und besser)

4 Weboberfläche

Alle Einstellungen erfolgen über einen normalen Webbrowser im selben WLAN. Die IP-Adresse der WortUhr wird beim Start auf der seriellen Konsole der Arduino-Software ausgegeben. Dazu muss die WortUhr allerdings über ein USB-Kabel an einen Computer angeschlossen, die Arduino-IDE mit den korrekten Microcontroller-Einstellungen geladen und eine Verbindung zum Microcontroller aufgebaut sein. Einfacher ist es über Ihren Router die IP-Adresse und den Hostnamen der WortUhr direkt auszulesen. Alternativ ist die WortUhr auch direkt unter ihrem Hostnamen in Ihrem WLAN erreichbar. Der Standard-Hostname ist im Quellcode fest mit „ESP32-WortUhr“ bzw. „ESP32_WortUhr_OTA“ hinterlegt und damit sollte die WortUhr auch über einen Webbrowser zu erreichen sein. Über den Hostnamen kann auch direkt in einem DOS-Fenster, über den „Ping-Befehl“, die IP-Adresse der WortUhr ausgelesen werden.

Browser: `http://<IP-Adresse>`
z. B. `http://192.168.1.42`
(diese IP-Adresse wird per DHCP von Ihrem Router vergeben).

Hostname: <http://ESP32-WortUhr> bzw. http://ESP32_WortUhr_OTA
(Dieser Standard-Hostname ist im Quellcode der WortUhr fest hinterlegt).

4.1 Helligkeit

Der Schieberegler „Helligkeit“ stellt die Gesamthelligkeit aller LEDs ein – von 3 % (Minimalwert 10/255) bis 100 % (255/255). Der aktuelle Prozentwert wird oberhalb des Reglers angezeigt.

Die Standardhelligkeit beträgt 50 % (Wert 128).

4.2 Ein-/Ausschaltzeiten

24 Checkboxes (Stunden 00–23) steuern, ob die WortUhr zu einer bestimmten Stunde leuchtet oder dunkel bleibt. Aktive Stunden erscheinen rot markiert.

Standardwerte: 06:00–22:59 aktiv, 23:00–05:59 aus.

Beispiel-Konfiguration für Wohnzimmer:

- 07:00–22:00 aktiv → Stunden 07–21 aktiviert
- Alle anderen Stunden deaktiviert

4.3 Farben der Wörter

Jedes Wort bzw. jede Gruppe auf der Buchstabenmatrix hat eine eigene Farbauswahl über einen Farbwähler (Color-Picker). Folgende Elemente sind einzeln einstellbar:

Signal / Bedeutung	Beschreibung
ES IST	Immer angezeigte Einleitungsphrase
FUENF NACH – FUENF VOR	Alle 12 Minutenphrasen (HALB, VIERTEL NACH, usw.)
MINUTE 1 – MINUTE 4	Farben der vier LEDs, am unteren Rand, für einzelne Minuten
ZWOELF – ELF	Alle 12 Stundenbeschriftungen
UHR	Das Wort UHR (bei vollen Stunden)
HINTERGRUND	Hintergrundleuchten aller nicht aktiven LEDs

Tipp: Stellen Sie HINTERGRUND auf Schwarz (Standard), damit inaktive LEDs nicht sichtbar sind. Ein leichtes Glühen (z. B. sehr dunkles Blau) erzeugt einen eleganten Halo-Effekt.

4.4 Einstellungen speichern

Klicken Sie auf „Einstellungen speichern“, um alle Änderungen (Helligkeit, Zeiten, Farben) dauerhaft im Flash-Speicher (NVS) der WortUhr zu speichern. Die WortUhr aktualisiert die Anzeige sofort – ein Neustart ist nicht erforderlich.

4.5 Standardeinstellungen wiederherstellen

Die Schaltfläche „Standardeinstellungen wiederherstellen“ setzt alle Farben, die Helligkeit und die Ein-/Ausschaltzeiten auf die Werkswerte zurück. Nach einer Bestätigungsabfrage wird die Änderung sofort übernommen.

4.6 WLAN neu einrichten

Mit „WLAN neu einrichten“ werden die gespeicherten WLAN-Zugangsdaten gelöscht und die WortUhr startet neu in den Setup-Modus (blaues Blinken, siehe Abschnitt 3.2).

5 Reset-Funktionen / Microcontroller ESP32-S3

5.1 Vollständiger Hardware-Reset (BOOT-Taste)

Mit der BOOT-Taste (GPIO 0, auf der ESP32-S3-Platine beschriftet) können alle gespeicherten Daten (WLAN, Farben, Zeiten) auf einmal gelöscht werden.



Infos zum ESP32-S3-N16R8 Microcontroller:

Ich habe mich hier für einen recht großen Controller entschieden, um für zukünftige Erweiterungen gut gerüstet zu sein.

Bei Reichweitenproblemen ist es auch möglich eine externe Antenne an den Controller anzuschließen.

Hier der Reset-Button

Hier der Boot-Button

Pin 14 ist der Datenpin, der die Neopixel-LEDs-Strips ansteuert.

Die Pins GND und 5Vin werden für die Stromversorgung, über ein Netzteil mit mind. 5 V/3 A, genutzt.

Die USB-C-Anschlüsse werden genutzt um die Firmware initial auf den Controller auszuspielen. Sie können auch genutzt werden um, über die Arduino-IDE per RS232, Monitoring-Daten abzurufen.

Vorgang:

1. WortUhr einschalten (oder RESET-Taste drücken)
2. Sofort die BOOT-Taste gedrückt halten
3. Oranges Blinken: Taste wird erkannt (2 Sekunden halten!)
4. 5× rotes Blinken: NVS wird gelöscht
5. Kurzes grünes Leuchten: Abgeschlossen
6. Automatischer Neustart → Setup-Portal startet

Wichtig: Die BOOT-Taste muss mindestens 2 Sekunden gehalten werden. Ein kurzes Antippen wird ignoriert, damit versehentliche Löschungen verhindert werden.

5.2 Nur WLAN-Daten löschen

Nur die WLAN-Zugangsdaten können auch über die Weboberfläche gelöscht werden (Abschnitt 4.6). Farben und Zeiten bleiben dabei erhalten.

6 Firmware-Update (OTA)

Die Firmware kann drahtlos über die Arduino-IDE oder kompatible Tools aktualisiert werden („Over-The-Air“). Die WortUhr muss sich dabei im selben WLAN wie der Entwicklungsrechner befinden. Somit ist die WortUhr für zukünftige Updates bestens ausgerüstet. (Bei Bedarf können Sie auch eine aktuelle Firmware zum selbst flashen oder einen fertig programmierten Microcontroller von mir erhalten).

OTA-Hostname: ESP32_WortUhr_OTA
(Dieser OTA-Hostname ist im Quellcode der WortUhr fest hinterlegt).
OTA-Passwort: IKEA4050#
(Dieses OTA-Passwort ist im Quellcode der WortUhr fest hinterlegt).

In der Arduino-IDE erscheint die WortUhr nach kurzer Zeit unter Werkzeuge > Port als Netzwerkgerät. Wählen Sie es aus und starten Sie den Upload wie gewohnt.

Sicherheitshinweis: Das OTA-Passwort sollte bei produktivem Einsatz im Quellcode geändert werden, um unautorisierten Firmware-Uploads vorzubeugen.

7 Zeitzone und Zeitserver

Die WortUhr synchronisiert die Zeit automatisch beim Start und bei jeder Minutenaktualisierung über das NTP-Protokoll.

Signal / Bedeutung	Beschreibung
Zeitserver	de.pool.ntp.org
Zeitzone	CET-1CEST,M3.5.0/02,M10.5.0/03 (Mitteleuropa, inkl. Sommerzeit)
Synchronisation	Bei jedem Minutenwechsel wird die Zeit erneut vom Server abgerufen

Änderungen an Zeitserver und Zeitzone sind nur durch Anpassung des Quellcodes möglich.

8 LED-Signale im Überblick

Signal / Bedeutung	Beschreibung
3× blaues Blinken	WLAN-Setup-Portal gestartet
Gelbes Blinken	WLAN-Verbindungstest läuft (bis 15 s)
Blaues Wandern (4 LEDs)	Verbindungsaufbau zum WLAN läuft
Rote/Orange/Gelbe/Grüne LEDs	WLAN-Signalstärke nach dem Start
Oranges Blinken	BOOT-Taste erkannt, bitte 2 s halten
5× rotes Blinken	NVS wird gelöscht (Hardware-Reset)
Kurzes grünes Leuchten	NVS-Löschung erfolgreich abgeschlossen
Normaler Betrieb	Uhrzeit in Worten angezeigt

9 Technische Daten

Signal / Bedeutung	Beschreibung
Mikrocontroller	ESP32-S3-N16R8
LED-Typ	NeoPixel WS2812B / SK6812 (GRB, 800 kHz)
LED-Anzahl	253 Pixel
Daten-Pin	GPIO 14
Standardhelligkeit	128 / 255 (ca. 50 %)
Spannungsversorgung	5 V DC (empfohlen: 3 A oder mehr)
WLAN	2,4 GHz WPA2
Webserver-Port	80 (HTTP)
Zeitserver	de.pool.ntp.org (NTP)
Speicher	NVS (non-volatile storage) im Flash
OTA-Passwort	IKEA4050#
Firmware-Version	1.6.0 (04.05.2026)

10 Häufige Fragen und Fehlerbehebung

Die WortUhr zeigt die falsche Uhrzeit

- WLAN-Verbindung prüfen: Die Uhr benötigt Internetzugang für NTP.
- Nach einem WLAN-Ausfall verbindet sich die Uhr automatisch wieder.
- Die Synchronisation erfolgt bei jedem Minutenwechsel – nach dem WLAN-Reconnect dauert es max. 1 Minute bis zur Korrektur.

Die WortUhr leuchtet nicht

- Prüfen Sie die Stromversorgung (5 V, mind. 1 A), nicht über USB-C des Microcontrollers.
- Ist die aktuelle Stunde im Einstellungs Menü aktiviert?
- Hat die HINTERGRUNDFARBE den Wert Schwarz und alle Wörter den gleichen Wert? → Anzeige ist unsichtbar, Farben ändern.

Das WLAN-Setup-Portal ist nicht erreichbar

- Stellen Sie sicher, dass Ihr Gerät mit dem WLAN „WortUhr-Setup“ verbunden ist (kein Passwort).
- Geben Sie die Adresse <http://192.168.4.1> manuell im Browser ein.
- Das Portal schließt sich nach 5 Minuten automatisch – bei Timeout WortUhr neu starten.

Die Weboberfläche ist nicht erreichbar

- IP-Adresse über die serielle Konsole (115200 Baud) über die Arduino-IDE ablesen.
- Stellen Sie sicher, dass Computer und WortUhr im selben WLAN sind.
- Bei Problemen: WLAN-Reset über die Weboberfläche oder Hardware-Reset (Abschnitt 5).

Farben wurden nicht gespeichert

- Nach Änderungen immer „Einstellungen speichern“ klicken.
- Ein Neustart der WortUhr ohne Speichern verwirft alle Änderungen.

Anhang A Verdrahtungsplan

Der Verdrahtungsplan zeigt den elektrischen Aufbau der WortUhr: ESP32-S3-Mikrocontroller, 5 V-Stromversorgung, Glättungskondensator C1 (1000 µF) und den 470-Ω-Vorwiderstand R1 im Datenpfad zu den 253 NeoPixel-LEDs (60 Pixel/m).

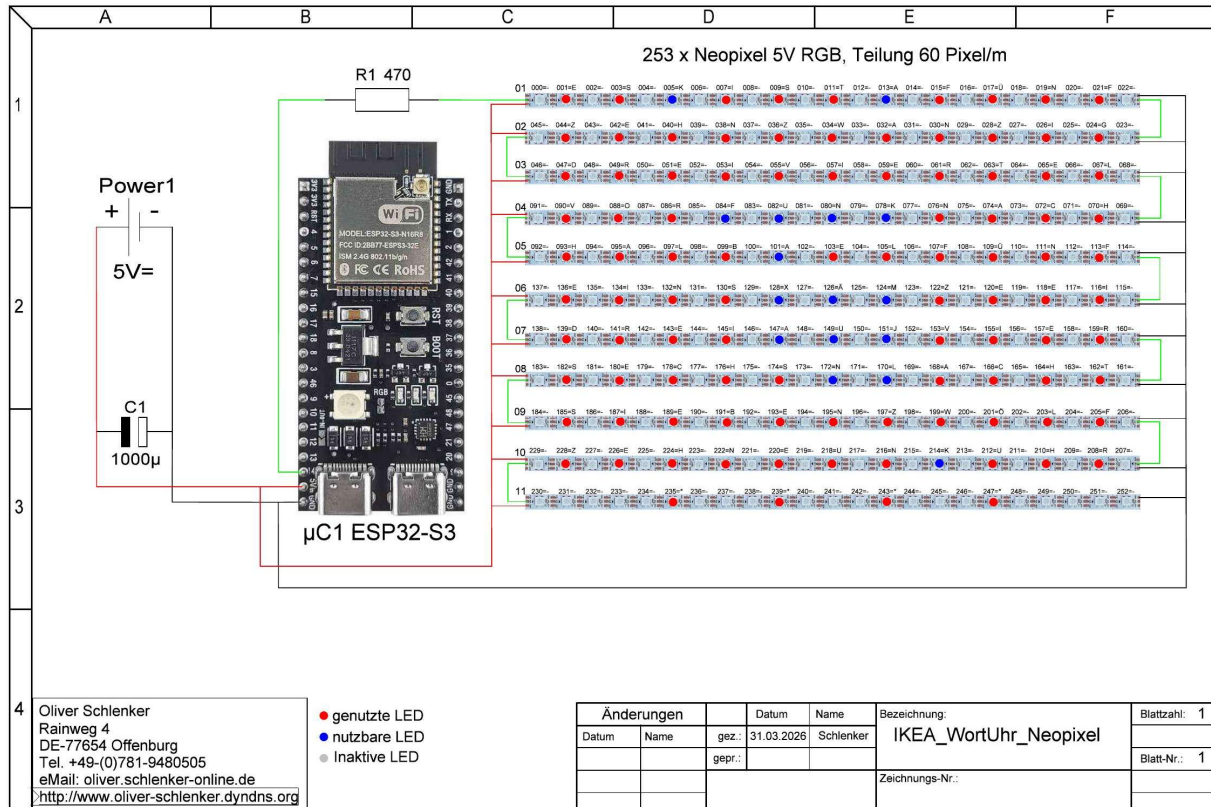


Abb. A-1: Verdrahtungsplan IKEA WortUhr Neopixel – Oliver Schlenker, 31.03.2026

Wichtige Hinweise zum Aufbau:

- Vorwiderstand R1 (470 Ω) immer in den Datenpfad zwischen ESP32 GPIO 14 (Steuerungspin des Microcontrollers) und dem DI-Pin (Data-In-Pin) des ersten NeoPixels einbauen.
- Kondensator C1 (1000 µF, 6,3 V oder höher) an den +5 V / GND-Anschlüssen des Microcontrollers bzw. des LED-Strips platzieren.
- Masse (GND) von Netzteil, Kondensator und ESP32 an einem gemeinsamen Punkt verbinden.
- Versorgungsspannung: 5 V DC, empfohlener Strom: ≥3 A.

Anhang B Buchstabenmatrix

Die Tabelle zeigt die Zuordnung jedes Buchstabens auf der Frontscheibe zu seiner LED-Pixelnummer (0–252). Der LED-Strip verläuft in Schlangenlinie zeilenweise durch die Matrix; die Laufrichtung wechselt mit jeder Zeile (rechts–links bzw. links–rechts, wie in der Spalte „Pixel-Richtung“ angegeben). Inaktive Positionen (bezeichnet als „tot“) sind Pixels ohne Buchstaben/Funktion, die einfach nicht belegt sind bzw. nicht genutzt werden.

Zeile/Spalte	tot	1	tot	2	tot	3	tot	4	tot	5	tot	6	tot	7	tot	8	tot	9	tot	10	tot	11	tot	Pixel-Richtung (spiegelbildlich)
1	0	E	1	S	2	K	3	I	4	S	5	T	6	A	7	F	8	Ü	9	N	10	F	11	rechts -> links
2	45	Z	44	E	43	H	42	N	41	Z	40	W	39	A	38	N	37	Z	36	I	35	G	34	links -> rechts
3	46	D	47	R	48	E	49	I	50	V	51	I	52	E	53	R	54	T	55	E	56	L	57	rechts -> links
4	91	V	90	O	89	R	88	F	87	U	86	N	85	K	84	N	83	A	82	C	81	H	80	links -> rechts
5	92	H	93	A	94	L	95	B	96	A	97	E	98	L	99	F	100	Ü	101	N	102	F	103	rechts -> links
6	137	E	136	I	135	N	134	S	133	X	132	Ä	131	M	130	Z	129	W	128	E	127	I	126	links -> rechts
7	138	D	139	R	140	E	141	I	142	A	143	U	144	J	145	V	146	I	147	E	148	R	149	rechts -> links
8	183	S	182	E	181	C	180	H	179	S	178	N	177	L	176	A	175	C	174	H	173	T	172	links -> rechts
9	184	S	185	I	186	E	187	B	188	E	189	N	190	Z	191	W	192	Ö	193	L	194	F	195	rechts -> links
10	229	Z	228	E	227	H	226	N	225	E	224	U	223	N	222	K	221	U	220	H	219	R	218	links -> rechts
11	230	tot	231	tot	232	tot	O	233	tot	O	234	tot	O	235	tot	O	236	tot	O	237	tot	tot	252	rechts -> links

Abb. B-1: Buchstabenmatrix mit LED-Pixelnummern (0–252)

Hinweise zur Pixelnummerierung:

- Zeile 1 (ES IST... FÜNF): Pixel 0–22, Richtung rechts→links (ungerade Nummern = genutzt).
- Zeilen 10 und 11 enthalten ZEHN, NEUN, UHR sowie die vier Minuten-LEDs (235, 239, 243, 247) für die Einzelminuten.
- Pixel 230–252 (Zeile 11): 7 inaktive Positionen, dann 4 Minutenpunkte und weitere mögliche Reserve-Pixel.
- Die genauen Pixeladressen für jedes Wortes sind im Quellcode (Funktionen ES_IST(), FUENF_NACH(), usw.) hinterlegt.

Anhang C Weboberfläche

Über die Weboberfläche lassen sich, per Handy/Tablet/PC, die verschiedene Parameter der WortUhr entsprechend einstellen.

- Helligkeit (Standardeinstellung=50 %):

Lässt sich über den Schieberegler von 3 %-100 % einstellen.

- Ein-/Ausschaltzeiten (Standardeinstellung=06:00 – 22:00 ein; 23:00 – 05:00 aus):

Hier lassen sich die Stunden von 00:00 - 23:00 aktivieren/deaktivieren. Bei inaktiven Stunden läuft die WortUhr intern weiter. Es wird aber auf der Matrix nichts angezeigt.

- Phrasen (Standardeinstellung=rot für Phrasen, Minute 1=rot, Minute 2=grün, Minute 3=blau, Minute 4=weiss, Hintergrund=schwarz):

Hier können die Farben pro Phrase über ein Farbauswahlfeld ausgewählt werden.

- Button „Einstellungen speichern“:

Nach Veränderung einer Einstellung muss diese Änderung mit diesem Button bestätigt werden. Die neuen Werte werden dadurch in das NVS des Microcontrollers gespeichert und bleiben auch bei einem Neustart oder Stromverlust der WortUhr erhalten.

- Button „Standardeinstellungen wiederherstellen“:

Mit diesem Button lassen sich die Standardeinstellungen wie o. g., mit einem Knopfdruck, wiederherstellen.

(Vor der Wiederherstellung erfolgt eine Sicherheitsabfrage).

- Button „WLAN neu einrichten“:

Falls Sie die WortUhr für ein neues WLAN neu einrichten müssen (z. B. für einen neuen WLAN-Namen/neuen Router) kann hier die WortUhr komplett zurückgesetzt werden. Sie müssen dann anschließend die Setup-Routine (siehe Punkt 3.2) durchführen.

Abb.C-1: Weboberfläche mit Einstellparametern