

---

# Inhalt

<b>Einführung</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Das Buch für den motivierten Modelleisenbahner</b> .....	<b>3</b>
Wie ist das Buch aufgebaut? .....	3
Ziele der Entwicklung .....	4
Big Picture .....	6
Die Modellbahnanlage .....	9
Die funktionale Leistungsbeschreibung .....	10
<b>2 Jetzt bauen wir endlich</b> .....	<b>13</b>
Der ESP32 .....	13
ESP32-Module .....	15
ESP-WROOM-32 .....	15
Der Olimex ESP32-EVB .....	16
M5Stack ESP32-CAM .....	18
Das Laden der Programme .....	19
Tag 1: ... und es werde grün .....	24
Was ist das Ziel? .....	24
Was wird benötigt? .....	24
Der Aufbau der Grundplatte .....	24
Installation von Win-DigiPet .....	27
Tag 2: Jetzt kommt Bewegung ins Spiel .....	27
Was ist das Ziel? .....	27
Was wird benötigt? .....	27
Der Gleisaufbau .....	28
Die CANguru-Bridge .....	30
Inbetriebnahme der Anlage .....	31
Zusammenfassung .....	33

---

Tag 3: Wo sind meine Züge? .....	33
Was ist das Ziel? .....	33
Was wird benötigt? .....	33
Aufbau der Hardware .....	35
Das Basismodul .....	35
Der Gleisbesetzmelder .....	38
Die Melder .....	40
Win-DigiPet .....	45
Aufbau der Gleisanlage .....	46
Zusammenfassung .....	48
Tag 4: Jetzt kann man schalten und walten .....	48
Ziel des 4. Tages .....	50
Was wird heute benötigt? .....	50
Um- und Einbau der Weiche .....	51
Steuern mit Mini-Servo .....	51
Einbau der Weiche .....	55
Umbau mit Linear-Servo .....	56
Der Decoder .....	58
Die Landschaft wird modelliert .....	60
Zusammenfassung .....	67
Tag 5: Signale regeln den Betrieb .....	67
Was wollen wir am Tag 5 erreichen? .....	67
Was wird für die Signale und die Landschaft benötigt? .....	67
Die Formsignale .....	68
Was brauchen wir für die Formsignale? .....	68
Umbau der Signale .....	69
Die LED-Signale .....	71
Der ESP32 auf dem Breadboard .....	72
Die Welt ist bunt und unsere Anlage auch .....	74
Zusammenfassung .....	78
Tag 6: ... und es wurde Licht .....	78
Ziel dieses Tages .....	78
Was wird für den Lichtdecoder benötigt? .....	78
Der Lichtdecoder .....	78
Anschluss der LEDs am Beispiel eines Wohnhauses .....	81
Zusammenfassung .....	82

---

Tag 7: Eine ganz neue Sichtweise .....	82
Materialliste .....	82
Installation und Inbetriebnahme des Kamerawagens .....	83
Zusammenfassung .....	86
<b>3 So funktionieren die CANgurus .....</b>	<b>89</b>
Die Software-Entwicklungsumgebung .....	90
Installation der IDE .....	91
Unser erstes Programm .....	95
Programmieren in einer Arduino-Umgebung .....	97
setup() .....	98
Konzept EEPROM .....	99
Konzept TIMER/Ticker .....	101
loop() .....	105
Vom Programm zum Board .....	105
Der CAN-Bus .....	110
Der Blick aufs Ganze .....	113
Der Basisdecoder .....	117
ESP-NOW als Alternative zum WLAN .....	117
Der Decoder startet eine Wifi-Session im AP-Mode mit der eigenen MAC-Adresse und dem Präfix »CNgrSLV« .....	118
Der Decoder initialisiert sein ESP-NOW-System .....	118
Den Master hinzufügen .....	119
Nach Erhalt einer Quittung sind die Decoder empfangsbereit .....	119
PING .....	122
SWITCH_ACC .....	122
BlinkAlive .....	122
Die Decoder senden ihre PING-Antwort .....	123
Die Decoder senden Konfigurationsdaten .....	123
CONFIG_STATUS .....	123
SYS_CMD/SYS_STAT .....	125
Zusammenfassung .....	127
Der Weichendecoder .....	128
Festlegen der Weichenadressen .....	128
Die Empfangsroutine .....	129
Das Stellen der Servos .....	130
Die Ausladung .....	132
Zusammenfassung .....	132

Der Formsignaldecoder .....	132
Der LED-Signaldecoder .....	134
Der Lichtdecoder .....	135
Der Gleisbesetzmelder .....	137
Die CANguru-Bridge .....	141
Die CANguru-Bridge registriert Wifi-Sender mit dem Präfix »CNgrSLV« als eigene Clients .....	142
Eine Quittung an die Clients geben .....	142
Vom CANguru-Server den Frame 0x88 empfangen und mit 0x89 antworten .....	142
Die Kommunikation der CANguru-Bridge .....	143
Die CANguru-Bridge meldet sich über Telnet im Ausgabefenster des CANguru-Servers .....	146
Die CANguru-Bridge empfängt die Datei »lokomotive.cs2« vom CANguru-Server .....	148
Die CANguru-Bridge startet die Gleisbox .....	148
Die CANguru-Bridge sendet einen PING an die Decoder .....	148
Der CANguru-Server verfolgt die Übertragung der Konfigurationsdaten .....	149
Wenn alle Decoder sich gemeldet haben, kommt die Meldung »Start WDP« .....	149
Zusammenfassung .....	149
Der CANguru-Server .....	149
Der CANguru-Server sendet einen CAN-Frame mit Cmd 0x88 .....	150
Der CANguru-Server trägt die IP-Adresse der CANguru-Bridge in das Feld oben links ein .....	150
Der CANguru-Server empfängt die PING-Antworten der Decoder ...	150
Der CANguru-Server baut eine Liste der Decoder auf .....	150
Der CANguru-Server ruft nacheinander alle Decoder aus der Liste auf und fordert ihre Konfigurationsdaten an .....	151
Die Konfigurationsdaten ändern .....	151
mfx-Lokomotiven erkennen .....	151
<b>4 Wenn die Bahn fertig aufgebaut ist .....</b>	<b>153</b>
PC-Komponenten .....	153
Steuersoftware .....	153
Der CANguru-Server .....	156
Start der CANguru-Bridge .....	157
Start von Win-DigiPet .....	159

---

Konfiguration der Decoder .....	160
Verwaltung des Lokbestands .....	160
Modellbahnkomponenten .....	164
Die CANGuru-Bridge .....	164
Gleisbox .....	164
Der Weichendecoder .....	165
Der Signaldecoder .....	171
Die Formsignale .....	172
Die LED-Signale .....	174
Der Gleisbesetzmelder .....	174
Der Lichtdecoder .....	177
Der Kamerawagen .....	180
Inbetriebnahme der Anlage .....	181
Der Weg zum Automatikbetrieb .....	181
Fahrstraßen .....	181
Zugfahrten .....	183
Die Automatik .....	185
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>189</b>