

# Kamerawagen für H0-Modelleisenbahn mit Linux Q3/2023

Adrian Imme und Roland Imme

01.07.2023



# MOTIVATION

Kurze Beschreibung des Weges zum heutigen Vortrag.

# WIEDERENTDECKUNG EINES ALTEN HOBBYS

- > Corona verändert 2020 das Freizeitverhalten  
(**Hobbys verlagern sich teilweise in den Innenbereich**)
- > Modelleisenbahn noch analog und vergessen  
(**Hobby geriet aus Zeitgründen in Vergessenheit** )
- > erste Gehversuche...
- > Umstellung der Modelleisenbahn auf digital  
(**Bereits ein paar Teile mit eher eingeschränkten digitalen Funktionen vorhanden**)
- > Umrüstung von vorhandenen Lokomotiven  
(**Neue Sound-Funktionen steigern die Motivation** )
- > Modelleisenbahnhobby als kleiner Seelentröster

# HERAUSFORDERUNGEN UND NEUE IDEEN

- > Umstellung der gesamten Anlage  
(**Ausschluss für alte analog betriebene Lokomotiven**)
- > erste Gehversuche mit Fotos und Videos
- > Unterstützung durch meine Söhne  
(**Familienhobby sehr coole Sache ...**)
- > Vortrag zu diesem Thema zu Chemnitzer Linux-Tage 2022  
(**Online**)
- > Vortrag zu diesem Thema zu GNU/LinuxDay in Vorarlberg 2022  
(**Live**)
- > Vortrag zu diesem Thema zu Chemnitzer Linux-Tage 2023  
(**Live**)
- > ...

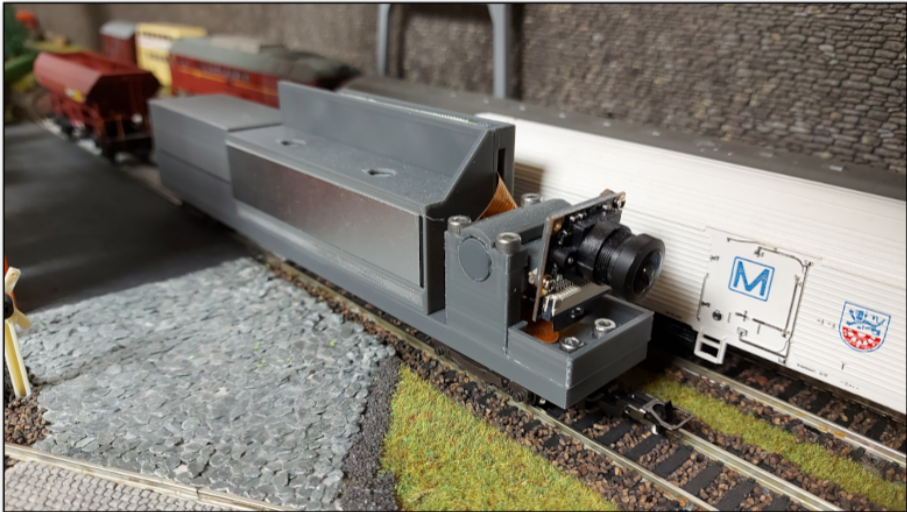
# GRUNDLEGENDE IDEE FÜR EINEN KAMERAWAGEN

- > Entscheidende Idee stammt von meinem Sohn Adrian  
(**Grundlegende Erfahrungen mit Raspberry Pi Projekte**)
- > Grundüberlegungen:
  - Abmaß  
(**Länge, Breite und Höhe**)
  - Fahrgestell  
(**Vorhandener Eisenbahnwagen oder Eigenbau**)
  - Platine  
(**Raspberry Pi Zero 2 W**)
  - Stromversorgung  
(**Powerbank**)
  - Steuerung und Datenübertragung  
(**WLAN und SSH**)
  - Kamera  
(**Kamera für Raspberry Pi**)

# KAMERAWAGEN

Wie wurde der Kamerawagen aufgebaut?

# VORDERANSICHT VARIANTE 1 (2022)



# VORDERANSICHT VARIANTE 2 (2022)





# VARIANTE 3 (2023)

## > Motivation

(**Fahreigenschaften und Material**)

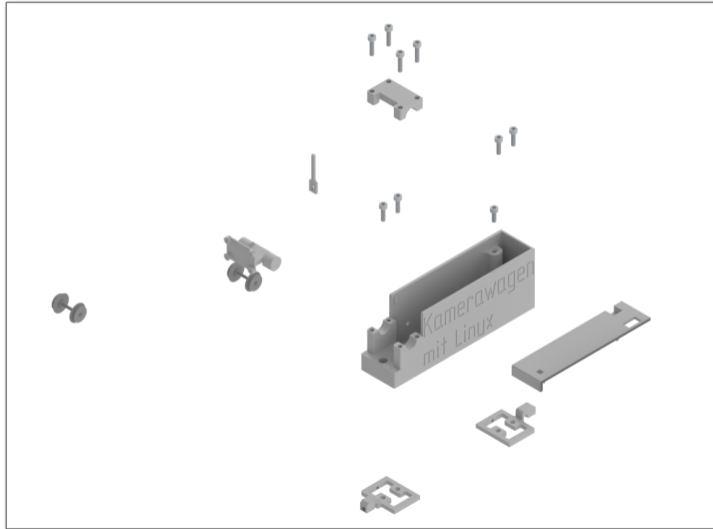
## > Grundüberlegungen:

- Herstellung eines Drehgestells im 3D Druckverfahren  
(**Entwicklung und Vorstellung GNU/LinuxDay in Vorarlberg 2022**)
- Neukonstruktion des Fahrzeugkastens  
(**Verbesserung der Eigenschaften**)
  - ▶ Verkleidung der Raspberry Pi Komponenten
  - ▶ Verlagerung des Schwerpunktes
  - ▶ Veränderung der Gesamtoptik
  - ▶ Anpassung des Laufwerkes (2 Achs-Modell)
  - ▶ Verbesserung bei der Bedienung

# CAD MODELL VORDERANSICHT



# CAD MODELL EXPLOSIONSANSICHT



# CAD MODELL RADSATZ



# SEITENANSICHT



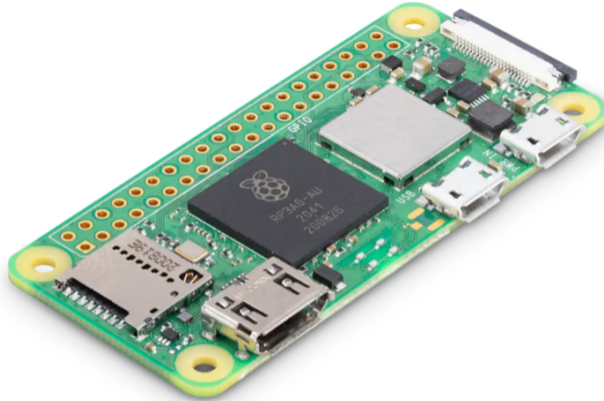
Kamerawagen für H0-Modelleisenbahn mit Linux

# VERGLEICH BEIDER MODELLE



Kamerawagen für H0-Modelleisenbahn mit Linux

# KERNKOMPONENTE RASPBERRY PI ZERO 2 W



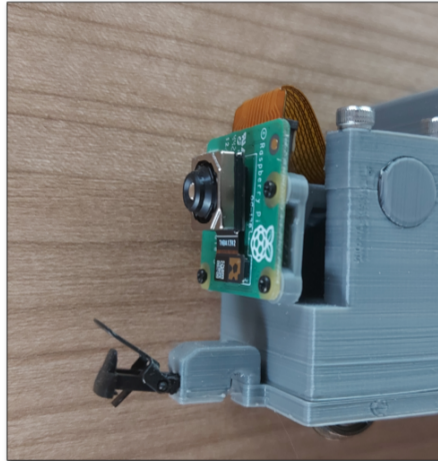
<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-zero-2-w/>

# UPS HAT (C) FOR RASPBERRY PI ZERO SERIES, STABLE 5V UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY





# RASPBERRY PI CAMERA MODULE 3, 12MP



# AZDELIVERY KAMERA/DISPLAY 15 CM ERSATZ FLEKKABEL KOMPATIBEL MIT RASPBERRY PI ZERO



Quelle: [https://www.amazon.de/AZDelivery-Flexkabel-Raspberry-Zero-15cm/dp/B079H41LSY/ref=sr\\_1\\_3?crid=2EVSUF70QASMU&keywords=raspberry+pi+zero+kamera+kabel&qid=1646995279&s=computers&sprefix=Raspberry+pi+zero+K%2Ccomputers%2C97&sr=1-3](https://www.amazon.de/AZDelivery-Flexkabel-Raspberry-Zero-15cm/dp/B079H41LSY/ref=sr_1_3?crid=2EVSUF70QASMU&keywords=raspberry+pi+zero+kamera+kabel&qid=1646995279&s=computers&sprefix=Raspberry+pi+zero+K%2Ccomputers%2C97&sr=1-3)

# BETRIEBSSYSTEM

> Raspberry Pi OS Lite (ohne GUI)

<https://www.raspberrypi.com/software/operating-systems/>

```
1 # Archiv entpacken
2 xz -d 2023-05-03-raspios-bullseye-arm64-lite.img.xz
3 # Image auf SD Karte kopieren
4 dd if=2023-05-03-raspios-bullseye-arm64-lite.img of=/dev/mmcblk0 bs=4M conv=fsync
5 # Größe von rootfs anpassen
6 # Leere Datei ssh im Bootverzeichnis erstellen
7 touch /run/media/imme/bootfs/ssh
8 # Passwort Hash erstellen
9 echo "password" | openssl passwd -6 -stdin
10 # Datei userconf erstellen
11 vim /run/media/imme/bootfs/userconf
12 roimme:$6$iJqs8KGIjc/HoNl2$e2pS7jYPpBHvSwqSUNvcrLJwJ/z7mDbnIs7Bld41F4aRNUvMSJnXr.4
    U5J1na79ewrjjTBxybJKT5aIyDs5v6/
```

# BETRIEBSSYSTEM FORTSETZUNG

> Raspberry Pi OS Lite (ohne GUI)

<https://www.raspberrypi.com/software/operating-systems/>

```
1 # Konfiguration für WLAN erstellen
2 vim /run/media/imme/bootfs/wpa_supplicant.conf
3 # Beispiel wpa_supplicant.conf
4 country=DE
5 ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
6 update_config=1
7 network={
8     ssid="netzwerk"
9     scan_ssid=1
10    psk="Passwort"
11    key_mgmt=WPA-PSK
12 }
13 # SD Karte in Raspberry Pi Zero einlegen und einschalten
```

# ANPASSUNGEN AUF RASPBERRY PI ZERO

```
1 # Verbindung zum Raspberry Pi Zero mit SSH herstellen
2 imme@gentoo64roi ~ $ ssh roimme@192.168.178.11
3 roimme@192.168.178.11's password:

5 # Bei Bedarf Passwort vom Benutzer roimme ändern
6 roimme@raspberrypi:~ $ passwd roimme

8 # Zum Benutzer root wechseln
9 roimme@raspberrypi:~ $ sudo su

11 # Bei Bedarf Updates einspielen
12 root@raspberrypi:/home/roimme# apt update && apt upgrade -y

14 # Bei Bedarf Hostname ändern
15 root@raspberrypi:/home/roimme# hostnamectl set-hostname raspberrypi-01

17 # Bei Bedarf System neustarten
18 root@raspberrypi:/home/roimme# shutdown -r now

20 # Bei Bedarf Konfiguration ändern
21 root@raspberrypi-01:/home/roimme# raspi-config
```

# KONFIGURATION ÜBERSICHT

```
Raspberry Pi Zero 2 W Rev 1.0

Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)

1 System Options      Configure system settings
2 Display Options    Configure display settings
3 Interface Options  Configure connections to peripherals
4 Performance Options Configure performance settings
5 Localisation Options Configure language and regional settings
6 Advanced Options   Configure advanced settings
8 Update             Update this tool to the latest version
9 About raspi-config Information about this configuration tool

<Select>                                <Finish>
```

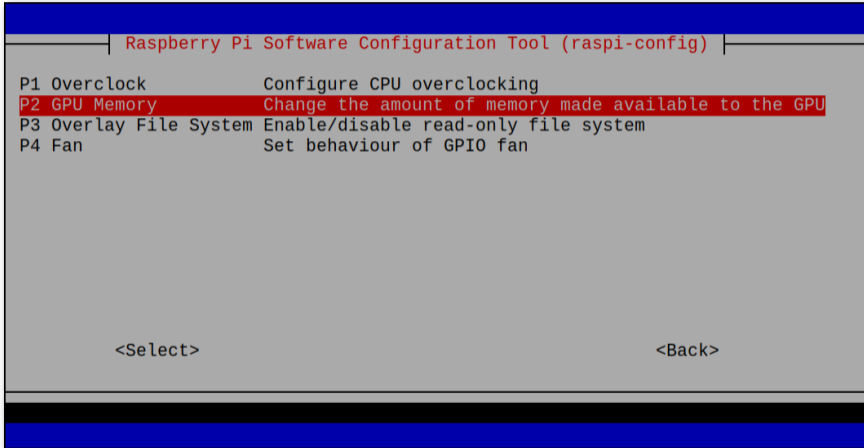
# KONFIGURATION

```
Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)

1 System Options          Configure system settings
2 Display Options        Configure display settings
3 Interface Options      Configure connections to peripherals
4 Performance Options    Configure performance settings
5 Localisation Options   Configure language and regional settings
6 Advanced Options       Configure advanced settings
8 Update                 Update this tool to the latest version
9 About raspi-config     Information about this configuration tool

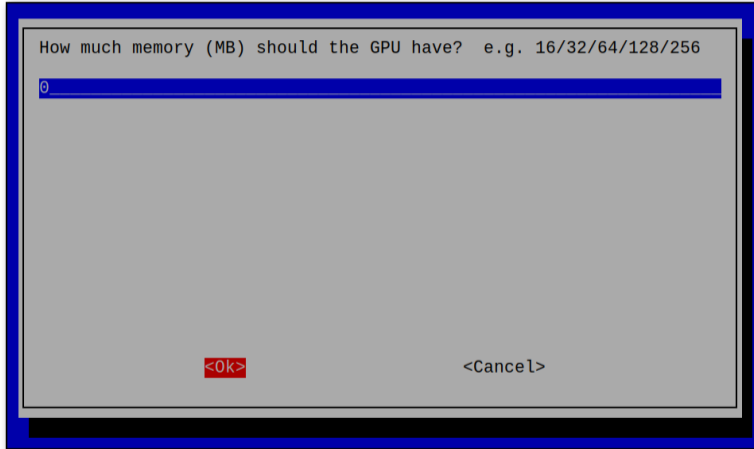
<Select>                                     <Finish>
```

# KONFIGURATION PERFORMANCE OPTIONS





# KONFIGURATION GPU MEMORY AUF 0 STELLEN



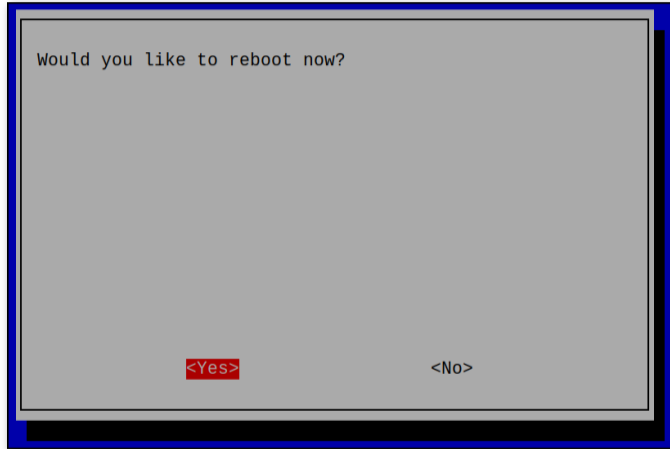
# KONFIGURATION FINISH

```
Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)

1 System Options          Configure system settings
2 Display Options        Configure display settings
3 Interface Options      Configure connections to peripherals
4 Performance Options    Configure performance settings
5 Localisation Options   Configure language and regional settings
6 Advanced Options       Configure advanced settings
8 Update                 Update this tool to the latest version
9 About raspi-config     Information about this configuration tool

<Select>                                <Finish>
```

# KONFIGURATION REBOOT



# ERSTELLUNG VON FAHRVIDEOS

Wie können Fahrvideos mit dem Kamerawagen erzeugt werden?

# ERSTELLUNG VON FAHR-VIDEOS 2022

- > Erste Versuche das Video zu streamen  
(**Einsatz von unterschiedlichen Tools wie raspivid, netcat, mplayer OBS usw.**)
- > Bei der Qualität gab es immer wieder vermehrt Einschränkungen  
(**Beim Stream kamen vermehrt Aussetzer**)
- > Vorteile waren fast fertige Fahr-Videos ohne zusätzliche Nachbearbeitung  
(**Dafür war es sehr zeitaufwendig brauchbare Videos zu erstellen**)
- > Suche nach einer vergleichbaren Alternative war schwierig  
(**Der Wunsch einen Stream weiterzuverarbeiten ließ zu Beginn kein Blick für andere Sachen offen ...** )

# ÄNDERUNGEN 2023

- > Erst mal keine ...  
(**Die Suche nach dem optimalen Stream**)
- > Änderungen bei den verwendeten Tools  
(**Weniger ist mehr libcamera-vid in Verbindung mit OBS**)
- > Dann die Einsicht ...  
(**Lokales Abspeichern???**)
- > Zwei Möglichkeiten mit unterschiedlichen Vorteilen  
(**Abhängig vom Ergebnis kommen beide Technologien zum Einsatz**)

# KAMERAWAGEN MIT LOKOMOTIVE



# OPTION 1 MIT STREAMING (RASPBERRY PI ZERO)

> zuerst den Stream auf dem Raspberry Pi Zero 2 W bereitstellen

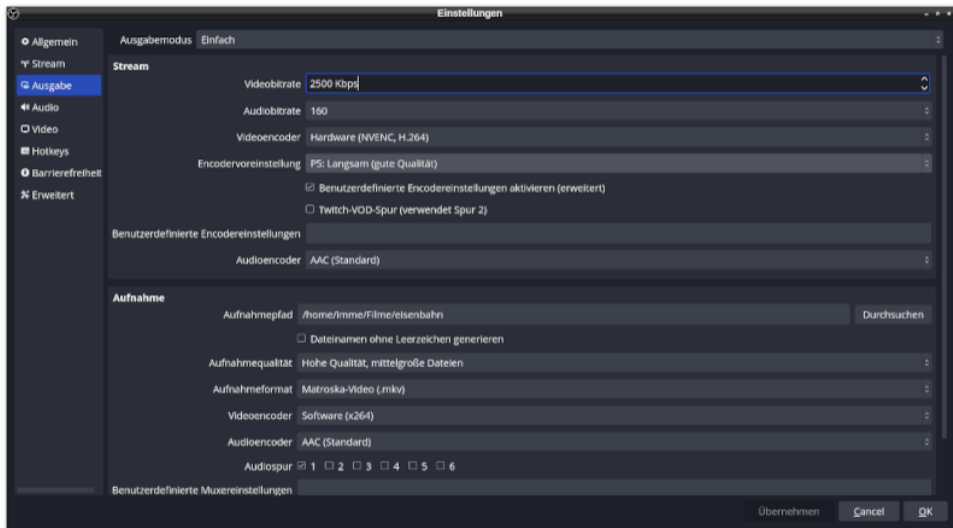
```
1 # Stream starten (Raspberry Pi Zero 2 W)
3 libcamera-vid -t 0 --width 1920 --height 1080 --rotation 180 --codec h264 --inline >
  --listen -o tcp://0.0.0.0:8554
```

> im Anschluss den empfangenen Stream weiterverarbeiten

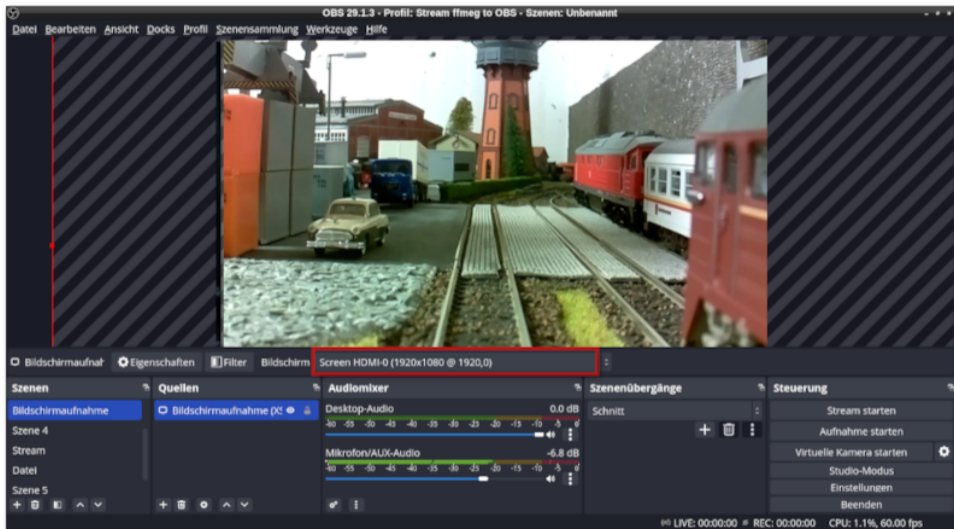
```
1 # Stream verarbeiten (Laptop oder PC)
3 mplayer -x 1920 -y 1080 -geometry 0:0 -fps 30 -demuxer h264es ffmpeg://tcp >
  ://192.168.178.41:8554
```



# EINSTELLUNGEN AUSGABE OBS ANPASSEN



# QUELLE OBS EINSTELLEN



The screenshot displays the OBS Studio interface. The main preview window shows a detailed model railway scene with a red and white train on tracks, a yellow vintage car, and a brick building with a tower. The interface includes a menu bar at the top, a scene list on the left, and several control panels at the bottom. A red box highlights the 'Bildschirm' (Screen) source in the 'Quellen' (Sources) panel, which is currently set to 'Screen HDMI-0 (1920x1080 @ 1920,0)'. The 'Audiomixer' panel shows volume levels for 'Desktop-Audio' (0.0 dB) and 'Mikrofon/AUX-Audio' (-6.8 dB). The 'Steuerung' (Control) panel on the right contains buttons for 'Stream starten', 'Aufnahme starten', 'Virtuelle Kamera starten', 'Studio-Modus', 'Einstelluneen', and 'Beenden'. The bottom status bar indicates 'LIVE: 00:00:00', 'REC: 00:00:00', and system metrics: 'CPU: 1.1%, 60.00 fps'.

# OBS AUFNAHME STARTEN



The screenshot displays the OBS Studio interface. The main preview window shows a detailed model railway scene with a red locomotive, a white passenger car, and a yellow vintage car on tracks. The interface includes a menu bar at the top, a scene list on the left, and several control panels at the bottom. The 'Steuerung' (Control) panel on the right has a red box around the 'Aufnahme starten' (Start Recording) button. The status bar at the bottom indicates 'LIVE: 00:00:00', 'REC: 00:00:00', and system metrics like 'CPU: 1.1%, 60.00 fps'.

OBS 29.1.3 - Profil: Stream fimeg to OBS - Szenen: Unbenannt

Datei Bearbeiten Ansicht Docks Profil Szenensammlung Werkzeuge Hilfe

Bildschirmaufnah... Eigenschaften Filter Bildschirm Screen HDMI-0 (1920x1080 @ 1920,0)

**Szenen**

- Bildschirmaufnahme
- Szene 4
- Stream
- Datei
- Szene 5

**Quellen**

- Bildschirmaufnahme PC

**Audiomixer**

- Desktop-Audio: 0.0 dB
- Mikrofon/ALX-Audio: -6.8 dB

**Szenenübergänge**

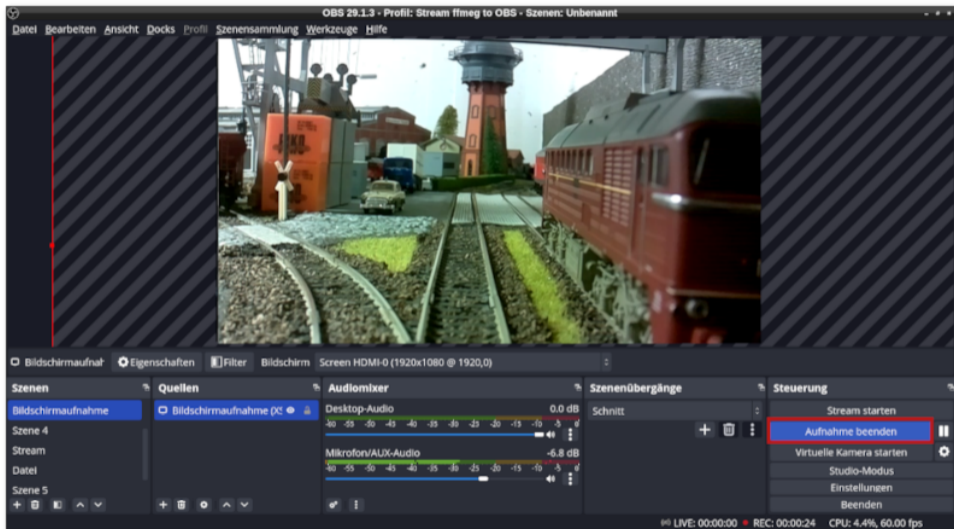
- Schnitt

**Steuerung**

- Stream starten
- Aufnahme starten**
- Virtuelle Kamera starten
- Studio-Modus
- Einstellungen
- Beenden

LIVE: 00:00:00 REC: 00:00:00 CPU: 1.1%, 60.00 fps

# OBS AUFNAHME BEENDEN



The screenshot displays the OBS Studio interface. The main preview window shows a detailed model train scene with a red locomotive on tracks. The interface includes a menu bar at the top, a scene list on the left, and several control panels at the bottom: 'Quellen' (Sources), 'Audiomixer' (Audio Mixer), 'Szenenübergänge' (Scene Transitions), and 'Steuerung' (Controls). The 'Steuerung' panel has a red box around the 'Aufnahme beenden' (Stop Recording) button. The status bar at the bottom indicates 'LIVE: 00:00:00', 'REC: 00:00:24', 'CPU: 4.4%', and '60.00 fps'.

OBS 29.1.3 - Profil: Stream fimeg to OBS - Szenen: Unbenannt

Datei Bearbeiten Ansicht Docks Profil Szenensammlung Werkzeuge Hilfe

Bildschirmaufnah... Eigenschaften Filter Bildschirm Screen HDMI-0 (1920x1080 @ 1920,0)

**Szenen**

- Bildschirmaufnahme
- Szene 4
- Stream
- Datei
- Szene 5

**Quellen**

- Bildschirmaufnahme PC

**Audiomixer**

- Desktop-Audio: 0.0 dB
- Mikrofon/AUX-Audio: -6.8 dB

**Szenenübergänge**

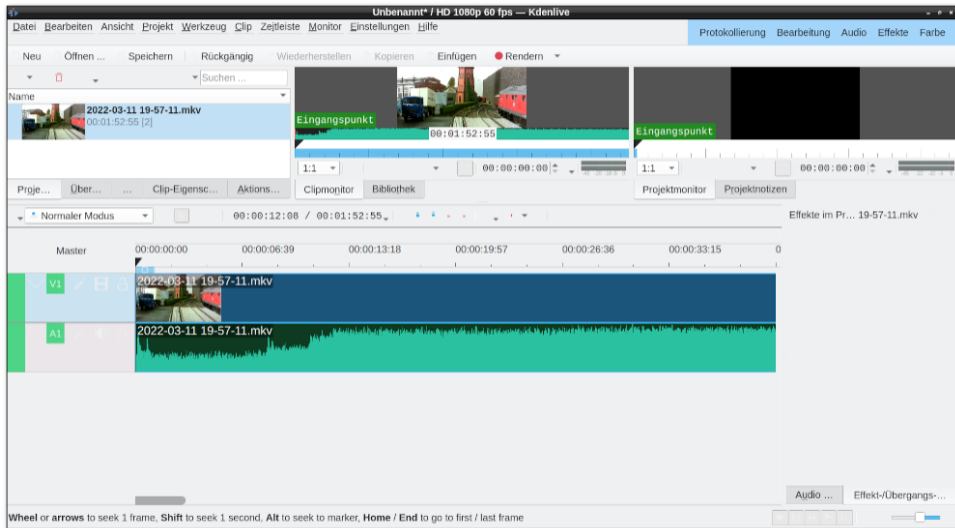
- Schnitt

**Steuerung**

- Stream starten
- Aufnahme beenden**
- Virtuelle Kamera starten
- Studio-Modus
- Einstellungen
- Beenden

LIVE: 00:00:00 REC: 00:00:24 CPU: 4.4%, 60.00 fps

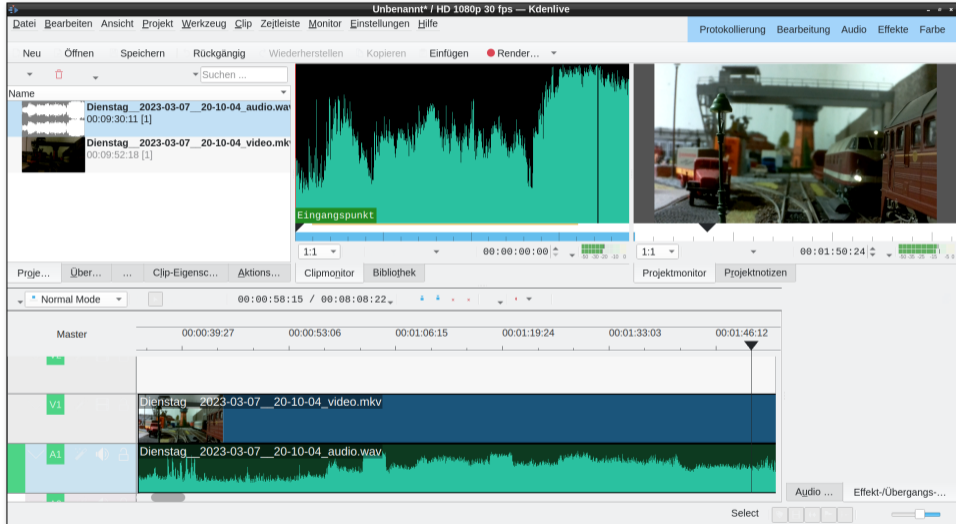
# MIT KDENLIVE VIDEO BEARBEITEN



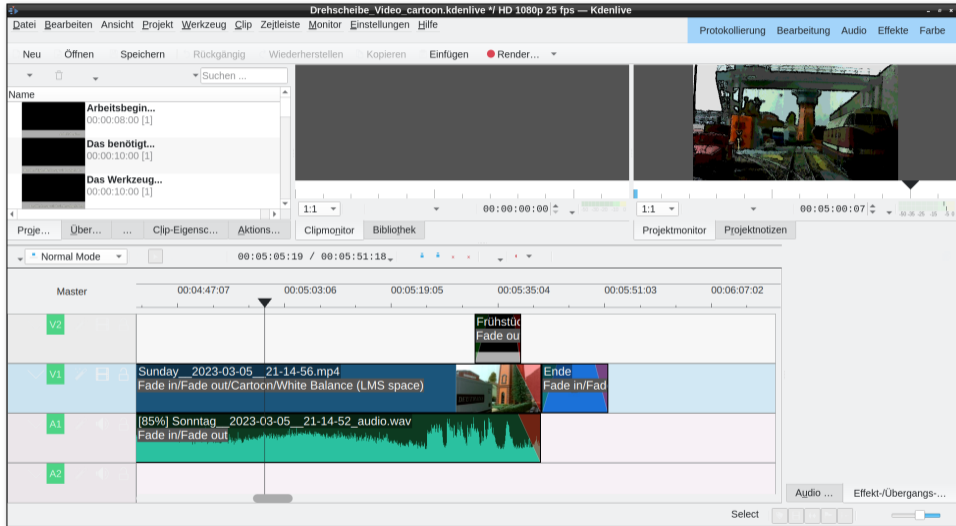
# OPTION 2 LOKAL ABSPEICHERN

```
1 # libcamera-vid starten und Dateien lokal speichern (Raspberry Pi Zero)
3 libcamera-vid --hdr 1 --width 1920 --height 1080 --rotation 180 --autofocus-mode >
  continuous --autofocus-range full -o "$(date +%A__%F__%H-%M-%S)".h264 --save- >
  pts "$(date +%A__%F__%H-%M-%S)"_timestamps.txt -t 0
5 # ffmpeg starten und Audio-Stream local speichern (Laptop oder PC)
7 ffmpeg -f alsa -i hw:0 "$(date +%A__%F__%H-%M-%S)"_audio.wav
9 # mkvmerge zum konvertieren der Datei nutzen (Raspberry Pi Zero)
11 mkvmerge -o Montag__2023-06-26__21-49-44.mkv --timecodes 0:Montag__2023-06-26__21 >
  -49-44_timestamps.txt Montag__2023-06-26__21-49-44.h264
13 # Video-Datei per SCP vom Paspberry Pi Zero kopieren (Laptop oder PC)
15 scp roimme@192.168.178.41:/home/roimme/video/Montag__2023-06-26__21-49-44.mkv .
```

# MIT KDENLIVE DATEIEN EINLESEN UND VERARBEITEN



# EFFEKTE EINBAUEN





# BEISPIELVIDEOS

Beispiel unter:

<https://www.youtube.com/watch?v=DX8tzNwfyhQ>

Youtube Kanal unter:

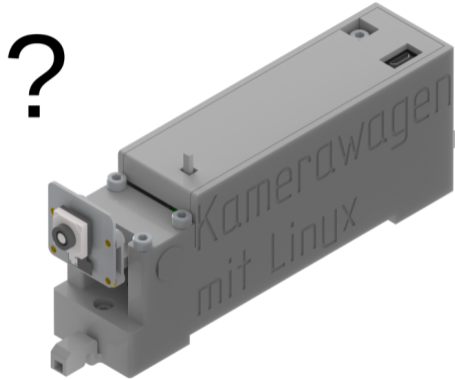
<https://www.youtube.com/@kamerawagen-linux9276>



# FAZIT

- > Mehrere Wege führen ans Ziel
- > Ablenkung von anderen unschönen Themen
- > Teamarbeit mit meinen Söhnen
- > Neue Ideen für Verbesserungen
- > Kein Ende in Sicht  
(**Und das ist gut so ...**)

# FRAGEN



Bei Rückfragen bitte E-Mail an: [kamerawagen.linux@gmail.com](mailto:kamerawagen.linux@gmail.com)

DANKE