



GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Be-  
triebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

# GNUBLIN - Embedded Linux für Alle

Hubert Högl

[Hubert.Hoegl@hs-augsburg.de](mailto:Hubert.Hoegl@hs-augsburg.de)

<http://www.hs-augsburg.de/~hhoegl>

Linux Infotag an der Hochschule Augsburg

24. März 2012

**GNUBLIN**

The text "GNUBLIN" is in a large, bold, sans-serif font. It is flanked by two smaller versions of the "GNUBLIN" logo, which consists of a stylized lowercase 'g' followed by the word "GNUBLIN" in all-caps.



# Ziele

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Be-  
triebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- Einfachen **Embedded Linux Rechner** selber bauen
- Besonders für Anfänger geeignet
- Einfaches Arbeiten mit dem Board
  - Ein USB Kabel soll reichen (Stromversorgung + Konsole)
  - Nur elementare I/O Schnittstellen
  - Software komplett auf Micro-SD Karte
- Komplexität von Linux kann im Laufe der Zeit entdeckt werden
- Beispielprogramme für alle Schnittstellen auf [www.gnublin.org](http://www.gnublin.org).
- Freie Lizenz für Hard- und Software
- Maximal 50 Euro Endpreis



# Das „Gnublin“ Board

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

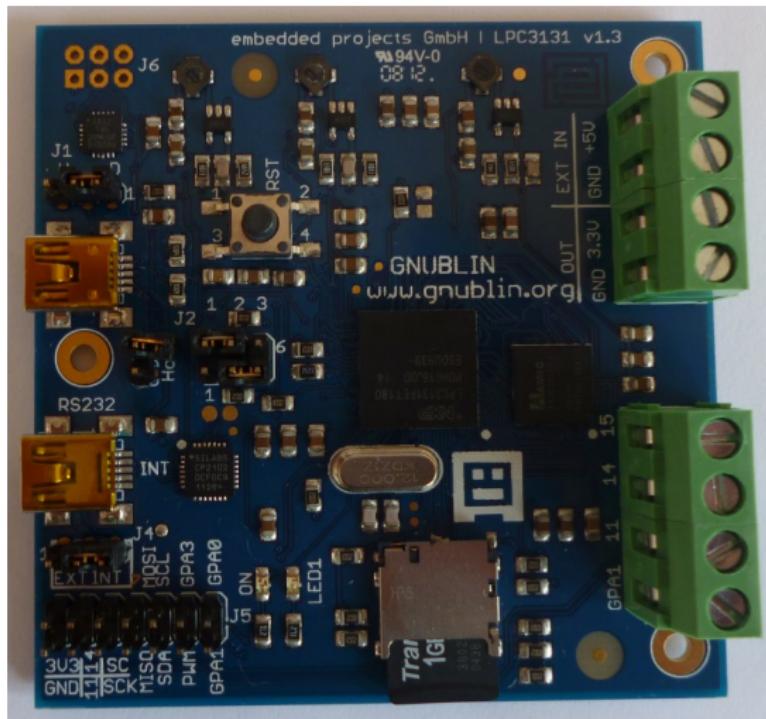
Herstellung

Wer macht Gnublin?

Andere Boards

Literatur

7 × 7 cm, 2-lagige Platine





# Blockschaltbild

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Be-  
triebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

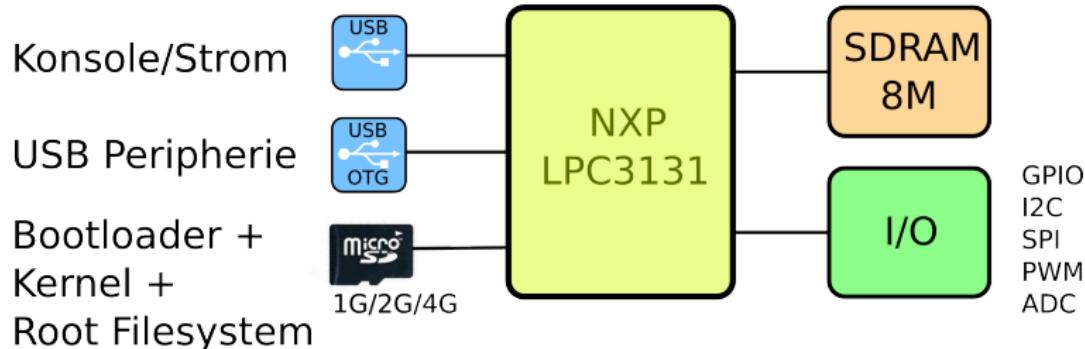
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur





# Bauteile

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

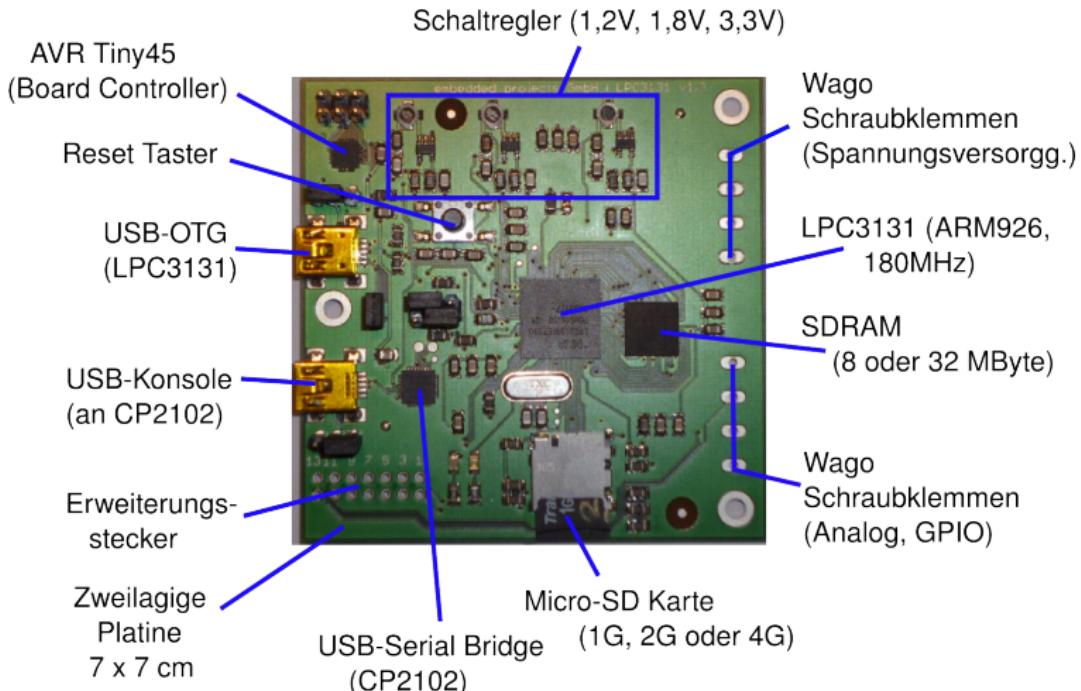
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht Gnublin?

Andere Boards

Literatur





# LPC3131

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

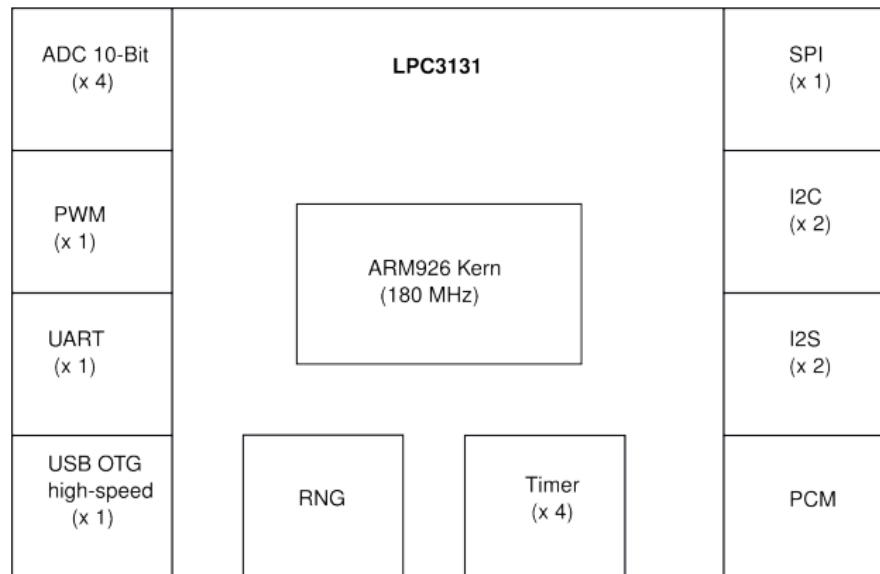
Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- ARM926, v5 Arch.,  
180 MHz
- BGA 180 balls,  
14×14, 0.8mm
- USB high-speed  
OTG





# Betriebssoftware

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssystem

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- Apex Bootloader (auch U-Boot möglich)
- Linux Kernel
- Root Filesystem
- Gnublin Installer



# Apex Bootloader

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- Zweistufige Boot-Prozedur
  - 1. LPC Boot ROM
  - 2. Apex im internen SRAM

```
APEX Boot Loader 1.6.8-ep -- Copyright (c) 2004-2008 Marc Singer  
compiled for Embedded Projects EPLPC3131 on ...
```

```
apex> copy ext2://2/zImage 0x30008000  
1297408 bytes transferred
```

```
apex> boot console=ttyS0,115200n8 root=/dev/mmcblk0p2 rw \  
rootwait
```

<https://gitorious.org/apex>



# Kernel

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- LPC313x Linux Kernel 2.6.33
- Gnublin Patches
- Gnublin Module
  - lpc313x\_adc
  - lpc313x\_pwm
- Echtzeit möglich (RT\_PREEMPT Patch, Xenomai)
- <git://git.lpclinux.com/linux-2.6.33-lpc313x>



# Root Filesystem

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- ELDK 5.0, siehe [www.denx.de](http://www.denx.de)
- Ca. 600 MByte, viele nicht genutzte Programme
- Baut auf Yoctoproject, Poky Linux, OpenEmbedded
- Bald auch opkg Paketverwaltung
- Alternativen: Debian, Gentoo, Fedora für ARM



# Gnublin Installer

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

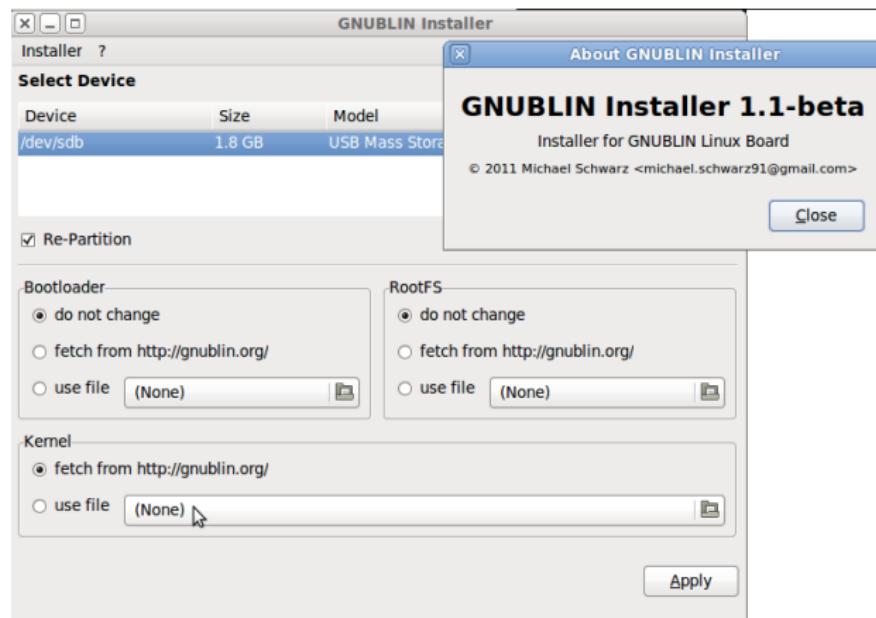
Herstellung

Wer macht Gnublin?

Andere Boards

Literatur

## Beschreiben der Micro SD Karte für Anfänger



Siehe [6].



# Programmierung

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- Für naive Anwender: **Interpretersprachen**

Bash, Lua, Perl, Python, und andere

- Für Systemprogrammierung: **C**

- Crosskomplilierung auf dem PC (arm-linux-gnueabi-gcc)
- Native Kompilierung (geht, aber langsam da nur 8 MB RAM)

- Ganz modern: Google **Go** (<http://golang.org>)
- **Python** Bindings für Schnittstellen, siehe [5]



# Schnittstellen

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

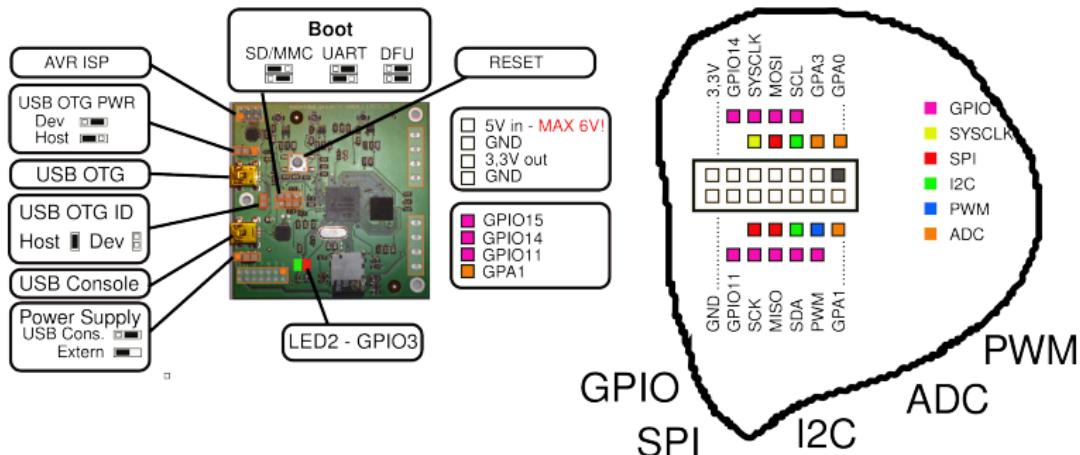
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur





# GPIO

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

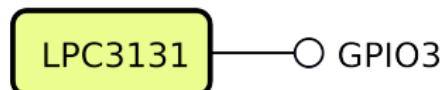
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur



Status: Benutzbar aus beliebigen Sprachen (sysfs)

GPIO=3

```
echo $GPIO > /sys/class/gpio/export
echo "high" > /sys/class/gpio/gpio$GPIO/direction

while [ "1" = "1" ]; do
    echo 1 > /sys/class/gpio/gpio$GPIO/value
    sleep 1
    echo 0 > /sys/class/gpio/gpio$GPIO/value
    sleep 1
done
```



# SPI

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

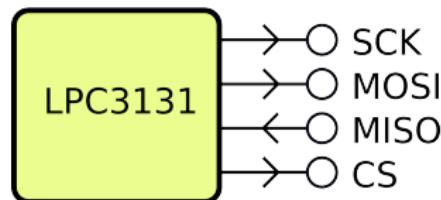
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur



Status: Benutzbar in C, Python in Vorbereitung

- /dev/spi
- ioctl(...)
- linux-2.6.33/Documentation/spi/



# I2C

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

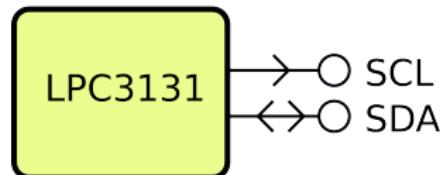
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur



Status: Benutzbar in C, Python in Vorbereitung

- /dev/i2c
- read()
- write()
- ioctl()
- linux-2.6.33/Documentation/i2c/



# ADC

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

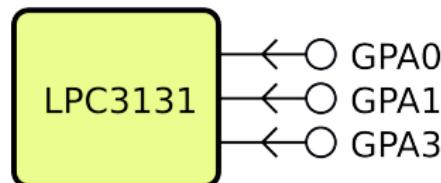
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur



Status: Benutzbar aus beliebigen Sprachen

```
root@armv5te:~# modprobe lpc313x_adc
```

```
root@armv5te:~# echo "1" > /dev/lpc3131_adc
```

```
root@armv5te:~# cat /dev/lpc313x_adc
```

0x3b2

Siehe Applikationsschrift auf [1].



# PWM

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Be-  
triebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

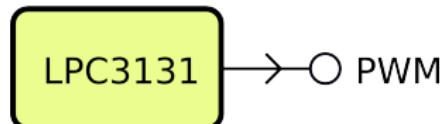
Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur



Status: Benutzbar aus beliebigen Sprachen

```
root@armv5te:~# modprobe lpc313x_pwm
```

```
root@armv5te:~# echo <lowbyte> <highbyte> > /dev/lpc313x_pwm
```

Siehe Applikationsschrift auf [1].



# Erweiterbarkeit

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

USB high-speed OTG als universelle Erweiterungsschnittstelle

- USB zu Ethernet Adapter
- USB zu WiFi
- USB zu Bluetooth
- USB Sound Adapter
- Embedded Projects *Octopus* USB I/O Expander mit AVR Mega128
- USB zu ...



# Gnublin Baukasten

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht Gnublin?

Andere Boards

Literatur





# Anwendungen

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- Lernplattform für Embedded Linux
- Ansteuern einer Vielfalt an externen Bauteilen über SPI und I2C
- Ansteuern diverser Sensoren
  - Temperatur, Licht, Beschleunigung, Rotation, Gas, ...
- Ansteuern von Motoren
  - Gleichstrom-, Servo-, Schrittmotor
- Funk-Sensornetzwerke mit low-power HF Transceivern
- Tragbare batteriebetriebene Geräte ( $\leq 0.5$  Watt)
- Web-fähige Geräte (lighttpd, cgi)
- Datenlogger
- viele mehr ...



# Gnublin Homepage

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht Gnublin?

Andere Boards

Literatur

[www.gnublin.org](http://www.gnublin.org)

Downloads: <http://code.google.com/p/gnublin>



- Schnellstart
- Videos
- Tutorials für Anfänger
- Tutorials für Fortgeschrittene
- „Application Notes“



# BGA Gehäuse

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

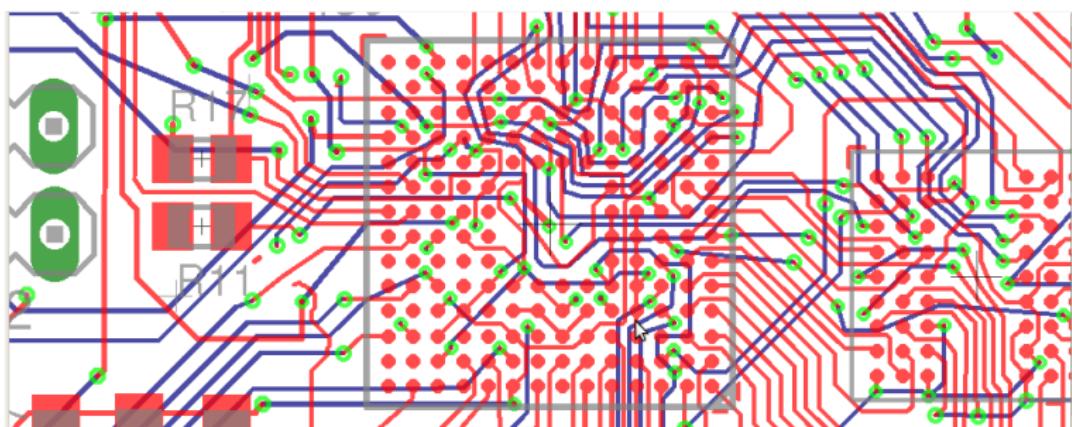
Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

Für uns bisher **Neuland**:

- LPC3131 im BGA-Gehäuse,  $14 \times 14$  Matrix mit 0.8mm Abstand. Wie lötet man den auf die Platine auf? (Antwort in EPJ Nr. 11)
- Reichen zwei Lagen für die wichtigsten Signale des LPC?





# Bestücken und Löten

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

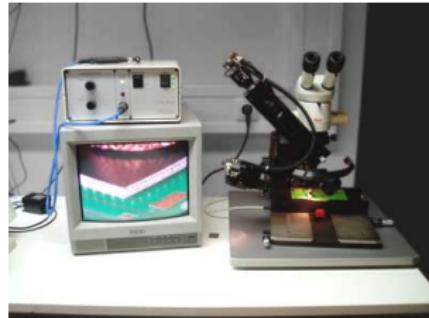
Gnublin Home

**Herstellung**

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur





# Wer macht GnuBlin?

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

GnuBlin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

GnuBlin Home

Herstellung

Wer macht  
GnuBlin?

Andere Boards

Literatur



embedded projects GmbH  
HARDWARE FOR PROJECTS

<http://www.embedded-projects.net> (Benedikt Sauter)



**Hochschule  
Augsburg** University of  
Applied Sciences



# Andere Boards < 100 Euro

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Be-  
triebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

## ■ Beagle Bone (ca. 77 Euro)



<http://beagleboard.org/bone>

## ■ Raspberry Pi (ca. 27 Euro)



<http://www.raspberrypi.org>



# Zusammenfassung

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- Gnublin eignet sich gut für Einsteiger **zum Lernen**
- Gnublin ist auch für **richtige Projekte** geeignet
- Gnublin kann man auch **selber bauen**
- Gnublin ist ein **Gemeinschaftsprojekt**



# Gnublin Stand

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht Gnublin?

Andere Boards

Literatur

Bitte besucht auch den Gnublin Stand.



# Literatur

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- [1] Gnublin Home

<http://www.gnublin.org>

- [2] Embedded Projects Journal (Nr. 12 ist ein Sonderheft über das Gnublin Projekt)

<http://journal.embedded-projects.net/>

- [3] Markus Feilner, Akademischer Kobold. Das Gnublin-Board als Einsteiger- und Lernplattform für Embedded Linux. Linux Magazin 4/2012

- [4] Linux für LPC3xxx

<http://www.lpclinux.com>



# Literatur (2)

GNUBLIN

H. Högl

Ziele

Blockschaltbild

Bauteile

Gnublin Betriebssoftware

Programmierung

Peripherie

Baukasten

Anwendungen

Gnublin Home

Herstellung

Wer macht  
Gnublin?

Andere Boards

Literatur

- [5] Mikrocontroller-Schnittstellen über Python ansteuern  
(Diplomarbeit von Volker Thoms)  
<http://elk.informatik.fh-augsburg.de/da/da-49/da-thoms-cc.pdf>
- [6] Forum  
<http://www.mikrocontroller.net/topic/237277>
- [7] Demoprogramme  
[http://elk.informatik.fh-augsburg.de/pub/eplpc3131/work\\_eplpc3131/home/root](http://elk.informatik.fh-augsburg.de/pub/eplpc3131/work_eplpc3131/home/root)

Bald gibt es auch eine Artikelserie in der Fachzeitschrift *Elektor*.