

Temperaturverhalten Raspberry Pi3 mit und ohne Kühlkörper

Betriebs-System-Stand

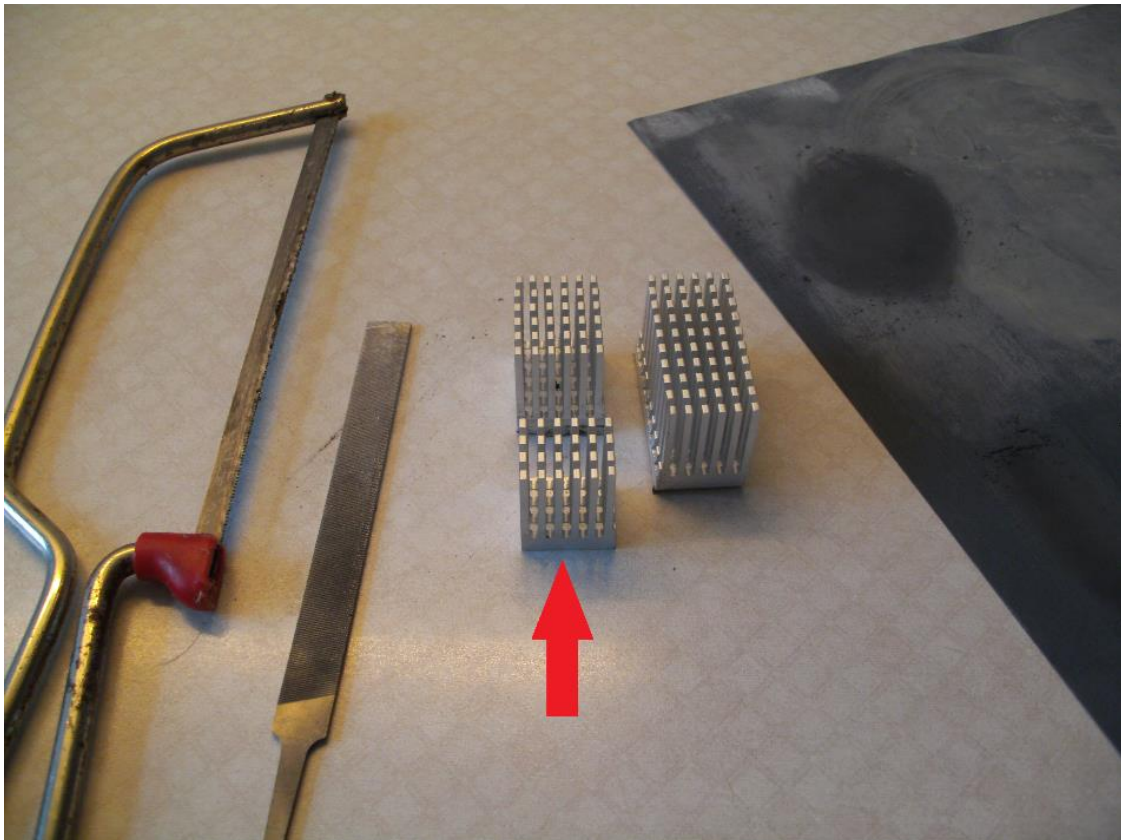
Raspbian Jessie
Architecture: armv7l
Byte Order: Little Endian
CPU(s): 4
On-line CPU(s) list: 0-3
Thread(s) per core: 1
Core(s) per socket: 4
Model name: ARMv7 Processor rev 4 (v7l)
CPU max MHz: 1200,0000
CPU min MHz: 600,0000

.
Linux version 4.9.30-v7+ (dc4@dc4-XPS13-9333) (gcc version 4.9.3 (crosstool-NG crosstool-ng-1.22.0-88-g8460611))
#1001 SMP Fri May 26 16:09:18 BST 2017
FW-version: May 30 2017 15:23:29 Copyright (c) 2012 Broadcom version b8cdd5ae76f39d9f353dfa8fb48bf7e33b74903c
(clean) (release)
Frequenz arm: frequency(45)=1200000000
Frequenz core: frequency(1)=400000000
Memory configuration arm=944M gpu=64M

.
Mi 31. Mai 09:27:50 CEST 2017
Temperatur (ARM-Core) : 53.7 °C

| | |
|----------------------------|---|
| Ohne Kühlkörper | 2 |
| Kühlkörper (nur aufgelegt) | 3 |
| Kühlkörper geklebt | 4 |
| Ergebnis | 5 |

Zum Test wurde ein alter Pentium CPU-Kühlkörper zersägt und anschließend die Kontaktfläche plan geschliffen und geklebt.



Ohne Kühlkörper:

```
pi@pi3:~ $ bash temp-cpu_v2.00.sh
test-cpu.sh Version 2.00
von Anton Wösner 2017-04-23
```

Testet die Core-Temperatur bei voller CPU-Auslastung.

Achtung: Core-Temperatur sollte nicht über 85° Celsius liegen!!!

.
Begin Streßtest

Mi 31. Mai 09:28:28 CEST 2017

temp=52.1°C

2017-05-31_09:29:14 : 16.66 % abgeschlossen

temp=80.1°C

2017-05-31_09:30:06 : 33.32 % abgeschlossen

temp=82.2°C

2017-05-31_09:31:04 : 49.98 % abgeschlossen

temp=82.7°C

2017-05-31_09:32:06 : 66.64 % abgeschlossen

temp=83.3°C

2017-05-31_09:33:11 : 83.30 % abgeschlossen

temp=83.8°C

2017-05-31_09:34:18 : 99.96 % abgeschlossen

temp=83.8°C

.
Ende Streßtest

Mi 31. Mai 09:34:18 CEST 2017

temp=83.8°C

.
2 Minuten Abkühlungsphase

Mi 31. Mai 09:34:18 CEST 2017

temp=84.4°C

Mi 31. Mai 09:34:33 CEST 2017

temp=70.4°C

Mi 31. Mai 09:34:48 CEST 2017

temp=65.5°C

Mi 31. Mai 09:35:03 CEST 2017

temp=64.5°C

Mi 31. Mai 09:35:18 CEST 2017

temp=62.8°C

Mi 31. Mai 09:35:33 CEST 2017

temp=61.2°C

Mi 31. Mai 09:35:48 CEST 2017

temp=60.7°C

Mi 31. Mai 09:36:03 CEST 2017

temp=60.1°C

.
Ende

Mi 31. Mai 09:36:18 CEST 2017

temp=59.1°C

pi@pi3:~ \$

Hinweis:

Es ist deutlich zu erkennen, daß bei gleicher Loop-Anzahl der Durchlauf immer länger dauert.

0:46 Minuten

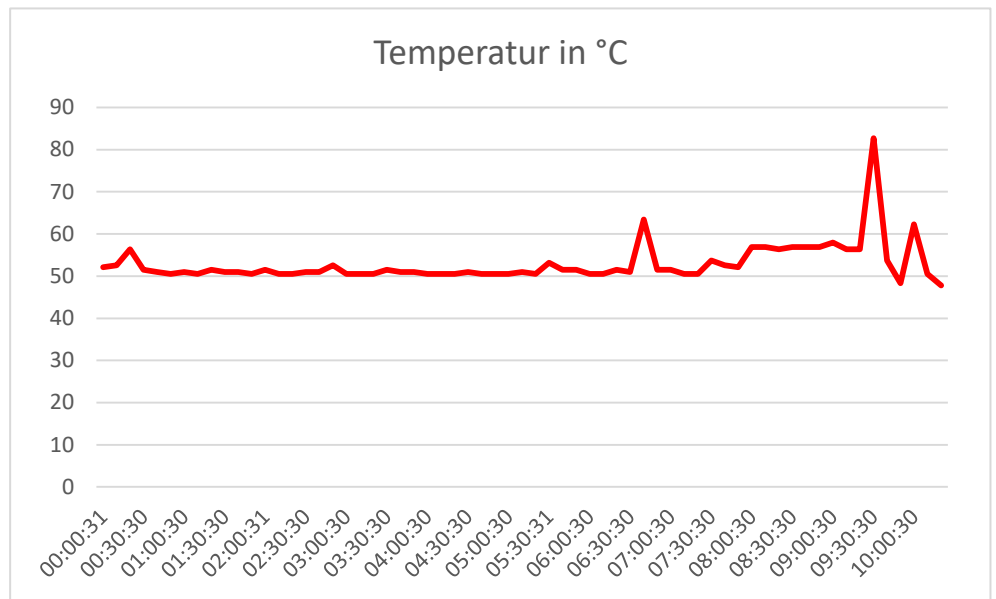
0:52 Minuten

0:58 Minuten

1:02 Minuten

1:05 Minuten

1:07 Minuten, **gesamt 5:50 Minuten**



Hinweis zum Diagramm:

Die erste Spitze um 9:30 zeigt den Test ohne Kühlkörper.

Die zweite Spitze zeigt den Test mit lediglich aufgelegten Kühlkörper.

mit Kühlkörper: (nur aufgelegt, nicht geklebt = höherer Wärmeübergangswiderstand)

```
pi@pi3:~ $ bash temp-cpu_v2.00.sh
test-cpu.sh Version 2.00
von Anton Wösner 2017-04-23
```

Testet die Core-Temperatur bei voller CPU-Auslastung.

Achtung: Core-Temperatur sollte nicht über 85° Celsius liegen!!!

.
Begin Streßtest

Mi 31. Mai 09:59:38 CEST 2017

temp=47.2°C

Hinweis:

Schnellerer Durchlauf

2017-05-31_10:00:24 : 16.66 % abgeschlossen

0:46 Minuten

temp=62.3°C

2017-05-31_10:01:09 : 33.32 % abgeschlossen

0:45 Minuten

temp=65.5°C

2017-05-31_10:01:55 : 49.98 % abgeschlossen

0:46 Minuten

temp=68.8°C

2017-05-31_10:02:42 : 66.64 % abgeschlossen

0:47 Minuten

temp=71.4°C

2017-05-31_10:03:27 : 83.30 % abgeschlossen

0:45 Minuten

temp=73.6°C

2017-05-31_10:04:13 : 99.96 % abgeschlossen

0:46 Minuten, **gesamt 4:35 Minuten**

temp=75.2°C

.
Ende Streßtest

Mi 31. Mai 10:04:13 CEST 2017

temp=75.2°C

.
2 Minuten Abkühlungsphase

Mi 31. Mai 10:04:13 CEST 2017

temp=75.8°C

Mi 31. Mai 10:04:28 CEST 2017

temp=65.0°C

Mi 31. Mai 10:04:43 CEST 2017

temp=63.4°C

Mi 31. Mai 10:04:58 CEST 2017

temp=62.3°C

Mi 31. Mai 10:05:13 CEST 2017

temp=60.7°C

Mi 31. Mai 10:05:28 CEST 2017

temp=60.1°C

Mi 31. Mai 10:05:43 CEST 2017

temp=59.1°C

Mi 31. Mai 10:05:58 CEST 2017

temp=58.0°C

.
Ende

Mi 31. Mai 10:06:13 CEST 2017

temp=56.9°C

pi@pi3:~ \$

mit Kühlkörper: (jetzt geklebt = geringerer Wärmeübergangswiderstand)

pi@pi3:~ \$ bash temp-cpu_v2.00.sh

test-cpu.sh Version 2.00

von Anton Wösner 2017-04-23

Testet die Core-Temperatur bei voller CPU-Auslastung.

Achtung: Core-Temperatur sollte nicht über 85° Celsius liegen!!!

.
Begin Streßtest

Di 6. Jun 21:47:40 CEST 2017

temp=42.9°C

Hinweis:

.
2017-06-06_21:48:26 : 16.66 % abgeschlossen

0:46 Minuten

temp=52.6°C

2017-06-06_21:49:12 : 33.32 % abgeschlossen

0:46 Minuten

temp=57.5°C

2017-06-06_21:49:58 : 49.98 % abgeschlossen

0:46 Minuten

temp=60.1°C

2017-06-06_21:50:44 : 66.64 % abgeschlossen

0:46 Minuten

temp=62.8°C

2017-06-06_21:51:29 : 83.30 % abgeschlossen

0:45 Minuten

temp=64.5°C

2017-06-06_21:52:15 : 99.96 % abgeschlossen

0:46 Minuten, **gesamt 4:35 Minuten**

temp=66.6°C

.
Ende Streßtest

Di 6. Jun 21:52:15 CEST 2017

temp=66.6°C

.
2 Minuten Abkühlungsphase

Di 6. Jun 21:52:15 CEST 2017

temp=66.6°C

Di 6. Jun 21:52:30 CEST 2017

temp=61.2°C

Di 6. Jun 21:52:45 CEST 2017

temp=59.1°C

Di 6. Jun 21:53:00 CEST 2017

temp=58.0°C

Di 6. Jun 21:53:15 CEST 2017

temp=56.4°C

Di 6. Jun 21:53:30 CEST 2017

temp=55.8°C

Di 6. Jun 21:53:45 CEST 2017

temp=53.7°C

Di 6. Jun 21:54:00 CEST 2017

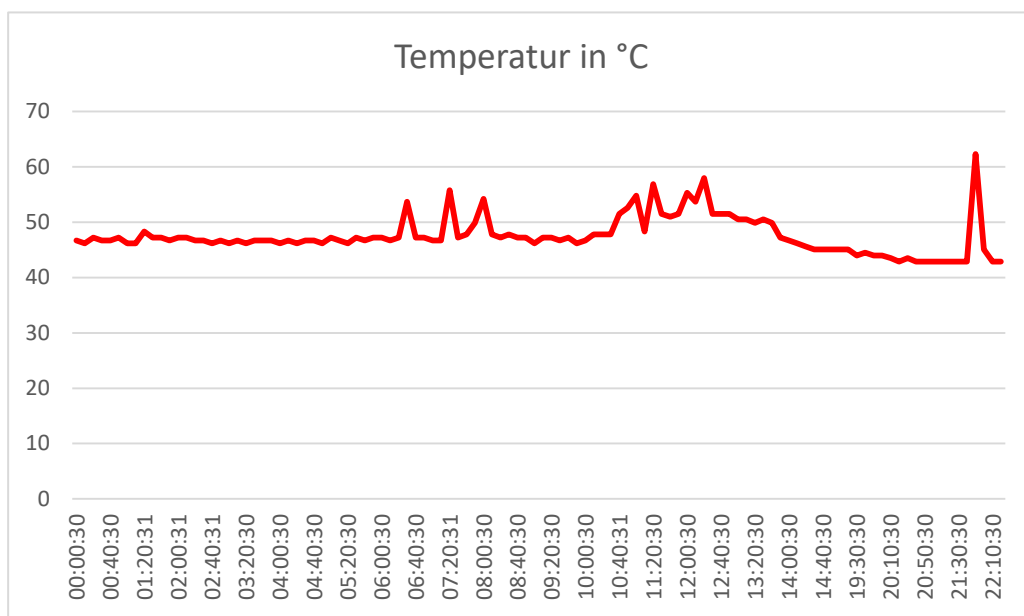
temp=52.6°C

.
Ende

Di 6. Jun 21:54:15 CEST 2017

temp=52.1°C

pi@pi3:~ \$



Ergebniss-Auswertung der Versuchsreihe

Es ist deutlich zu erkennen, daß ohne Kühlung der Prozessor langsamer wird. Hierbei wird der Takt runter getaktet, um die maximale Core-Temperatur nicht zu überschreiten. Dadurch wird die Ausführungszeit länger, abgesehen von der geringeren Lebensdauer durch Temperaturüberlastung.

Trotz eines höheren Temperatur-Übergangswiderstandes (nur aufgelegter Kühlkörper) wird bei Vollast die max. zulässige Core-Temperatur nicht mehr erreichen. Alles natürlich abhängig von der Umgebungstemperatur und geschlossenem Gehäuse. **Der Zustand der Volllastung wird in der Praxis meistens nicht erreicht, dennoch empfiehlt es sich einen Kühlkörper zu verwenden.**

| Dauerlast | | | | Temperatur | | | | Temperatur | | | |
|-----------------|----------|---------------|------------------------|------------|---------------|--------------------|----------|---------------|--|--|--|
| ohne Kühlkörper | delta | Temperatur °C | mit Kühlkörper-Kontakt | delta | Temperatur °C | Kühlkörper geklebt | delta | Temperatur °C | | | |
| 09:28:28 | 00:00:00 | 52,1 | 09:59:38 | 00:00:00 | 47,2 | 21:47:40 | 00:00:00 | 42,9 | | | |
| 09:29:14 | 00:00:46 | 80,1 | 10:00:24 | 00:00:46 | 62,3 | 21:48:26 | 00:00:46 | 52,6 | | | |
| 09:30:06 | 00:00:52 | 82,2 | 10:01:09 | 00:00:45 | 65,5 | 21:49:12 | 00:00:46 | 57,5 | | | |
| 09:31:04 | 00:00:58 | 83,3 | 10:01:55 | 00:00:46 | 68,8 | 21:49:58 | 00:00:46 | 60,1 | | | |
| 09:32:06 | 00:01:02 | 83,8 | 10:02:42 | 00:00:47 | 71,4 | 21:50:44 | 00:00:46 | 62,8 | | | |
| 09:33:11 | 00:01:05 | 83,8 | 10:03:27 | 00:00:45 | 73,6 | 21:51:29 | 00:00:45 | 64,5 | | | |
| 09:34:18 | 00:01:07 | 83,8 | 10:04:13 | 00:00:46 | 75,2 | 21:52:15 | 00:00:46 | 66,6 | | | |
| | 00:05:50 | | | 00:04:35 | | | 00:04:35 | | | | |
| Abkühlung | | | | | | | | | | | |
| 09:34:18 | 00:01:07 | 84,4 | 10:04:13 | 00:00:46 | 75,8 | 21:52:15 | 00:00:46 | 66,6 | | | |
| 09:34:33 | 00:00:15 | 70,4 | 10:04:28 | 00:00:15 | 65,0 | 21:52:30 | 00:00:15 | 61,2 | | | |
| 09:34:48 | 00:00:15 | 65,5 | 10:04:43 | 00:00:15 | 63,4 | 21:52:45 | 00:00:15 | 59,1 | | | |
| 09:35:03 | 00:00:15 | 64,5 | 10:04:58 | 00:00:15 | 62,3 | 21:53:00 | 00:00:15 | 58,0 | | | |
| 09:35:18 | 00:00:15 | 62,8 | 10:05:13 | 00:00:15 | 60,7 | 21:53:15 | 00:00:15 | 56,4 | | | |
| 09:35:33 | 00:00:15 | 61,2 | 10:05:28 | 00:00:15 | 60,1 | 21:53:30 | 00:00:15 | 55,8 | | | |
| 09:35:48 | 00:00:15 | 60,7 | 10:05:43 | 00:00:15 | 59,1 | 21:53:45 | 00:00:15 | 53,7 | | | |
| 09:36:03 | 00:00:15 | 60,1 | 10:05:58 | 00:00:15 | 58,0 | 21:54:00 | 00:00:15 | 52,6 | | | |
| 09:36:18 | 00:00:15 | 59,1 | 10:06:13 | 00:00:15 | 56,9 | 21:54:15 | 00:00:15 | 52,1 | | | |

Temperaturverhalten mit/ohne Kühlkörper bei voller Last

