Messung von Puls und Sauerstoffsättigung

Inhalt

[1 Einleitung und Motivation 1](#_Toc535565903)

[2 Messprinzip 1](#_Toc535565904)

[3 Medizinischer Hintergrund zu Sauerstoffsättigung und Puls 1](#_Toc535565905)

[4 Schaltungsaufbau und Simulation 2](#_Toc535565906)

[5 LED und Ansteuerung 2](#_Toc535565907)

[6 Transimpedanzverstärker 2](#_Toc535565908)

[6.1 Tiefpassfilter 4 Hz 3](#_Toc535565909)

[6.2 Passiver Bandstopfilter 50 Hz (notch) 3](#_Toc535565910)

[6.3 Hochpassfilter 0.8 Hz 3](#_Toc535565911)

[6.4 Aktiver Tiefpassfilter 4 Hz mit Verstärkung 50 (fix und variabel) 3](#_Toc535565912)

[7 Blockschaltbild 4](#_Toc535565913)

[8 Berechnungen: Puls und Sauerstoffsättigung 4](#_Toc535565914)

[9 Demo 4](#_Toc535565915)

[10 Vergleich zu anderen Produkten 4](#_Toc535565916)

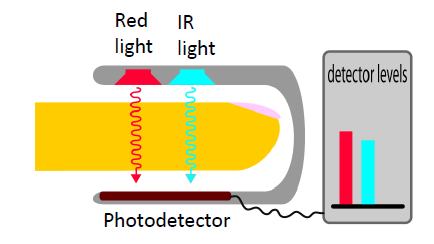
[11 Ausblick u. Fazit 5](#_Toc535565917)

[12 Referenzen 5](#_Toc535565918)

[13 Anhang 5](#_Toc535565919)

# Einleitung und Motivation

# Messprinzip



Messprinzip (Ref. [6], Seite 281)

Das Pulsoximeter besteht aus zwei LED (Infrarotlicht mit einer Wellenlänge von 940mn und Rotlicht mit einer Wellenlänge von 660nm) und einem Sensor. Das Rotlicht und das Infrarotlicht werden vom Gewebe unterschiedlich stark absorbiert. Aus dem Verhältnis zwischen dem absorbierten Rot- und Infrarotlicht kann die Sauerstoffsättigung errechnet werden. Die Absorption beider Längenwellen ändert sich mit dem Puls, woraus dieser errechnet werden kann. (mehr Details dazu, siehe nächster Abschnitt.)

# Medizinischer Hintergrund zu Sauerstoffsättigung und Puls

Das menschliche Gewebe besteht aus verschiedenen Substanzen, wie z.B. Wasser, venöses Blut, arterielles Blut, etc. Von all diesen Substanzen ändert sich nur die Dicke des arteriellen Blutes pulsartig über die Zeit. Dieser Effekt wird vom Pulsoximeter ausgenutzt, indem die Absorption des Lichtes in zwei Teile gesplittet werden kann: Absorption durch das arterielle Blut und Absorption aller nicht pulsierenden Gewebeanteile, wie das folgende Bild zeigt.

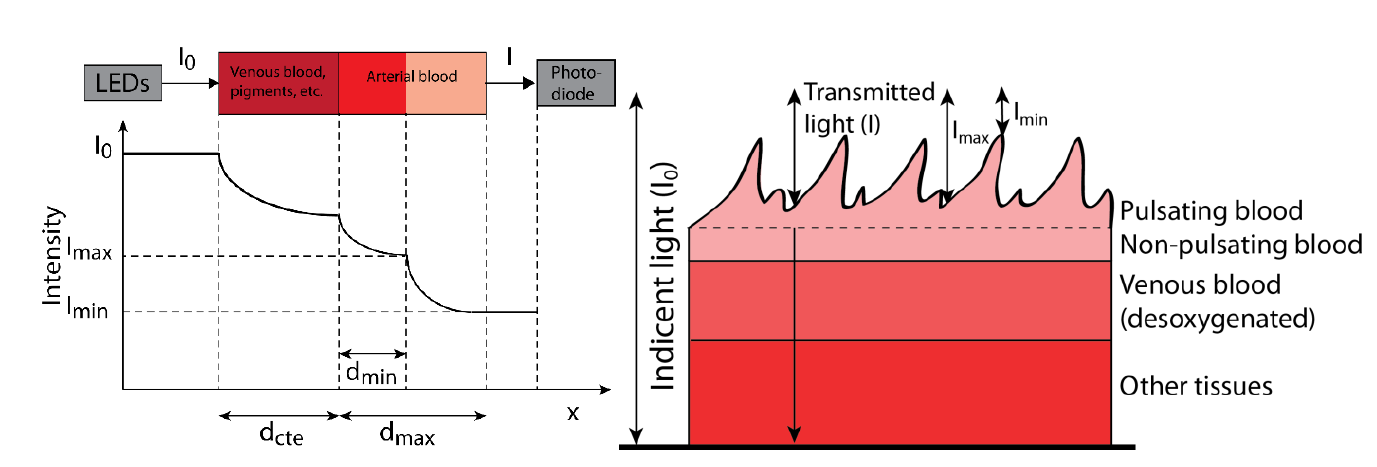


Image 1: Das Bild zeigt die Dämpfung des Lichtes durch menschliches Gewebe.  (Ref [1], Fig.1)

Das arterielle Blut besteht aus vielen Moleküle, wobei für das errechnen der Sauerstoffsättigung das Hämoglobin (Hb) und das Oxyhämoglobin (HbO2) interessiert. Oxyhämoglobin (HbO2) absorbiert Licht mit Wellenlänge 665 nm stärker während das Hämoglobin Licht mit Wellenlänge 940 nm stärker absorbiert. Diesen Effekt kann genutzt werden um das Verhältnis zwischen HbO2 und Hb zu errechnung und somit die Sauerstoffsättigung zu bestimmen. Mehr Details dazu ist [1] bis [7] zu finden.

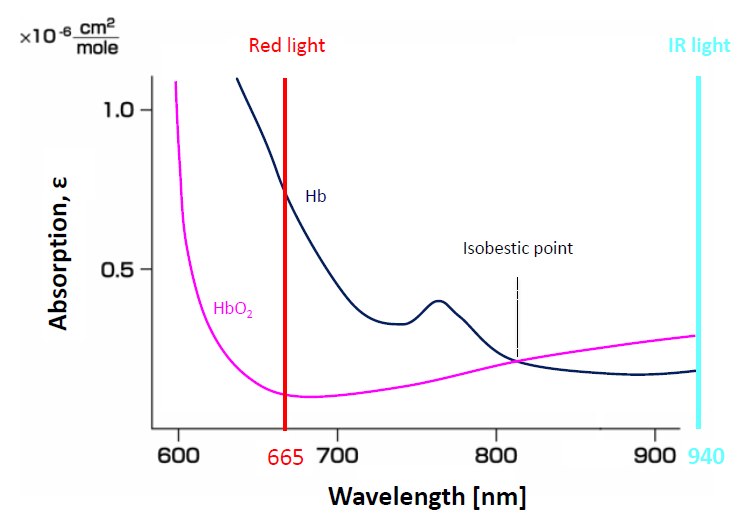
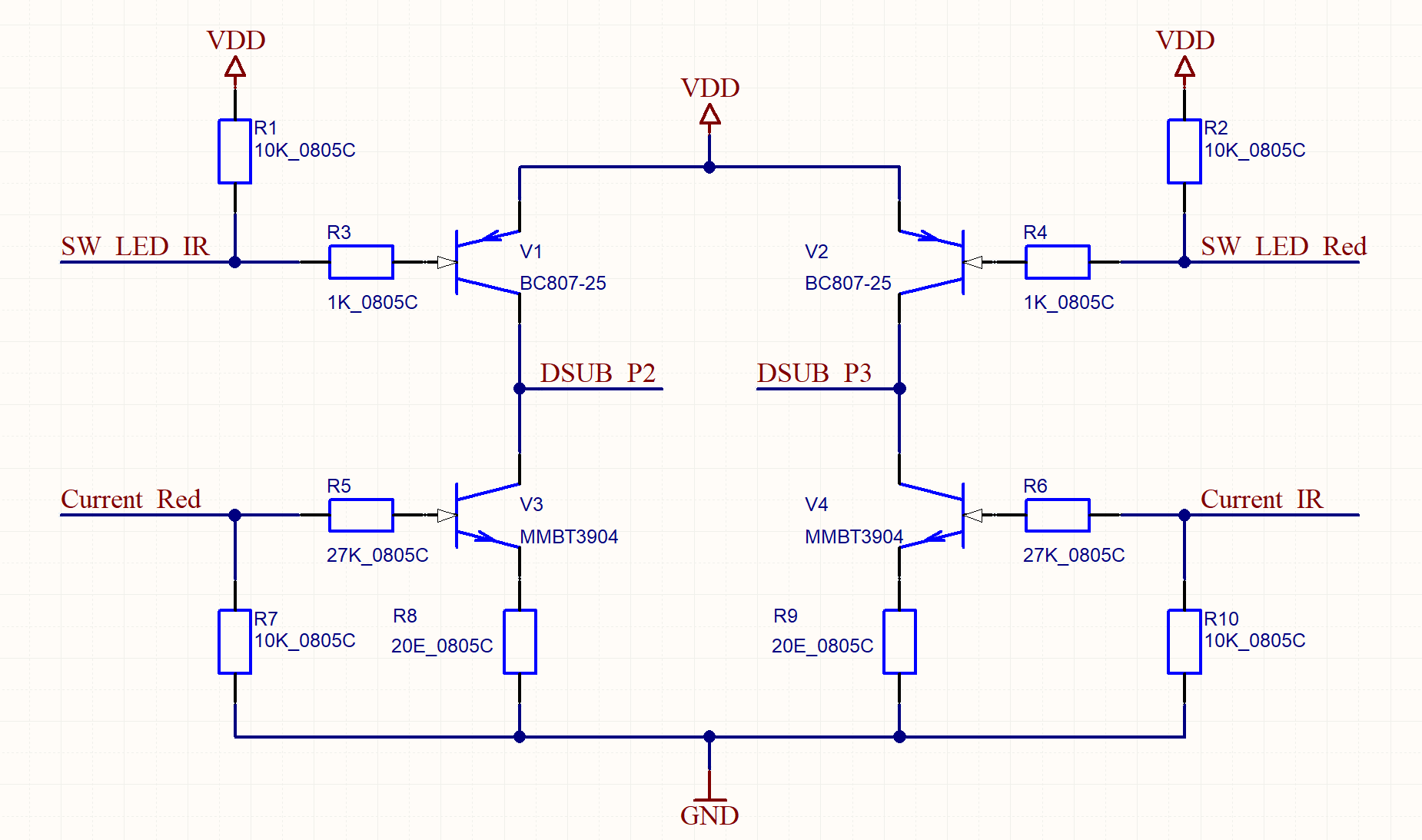


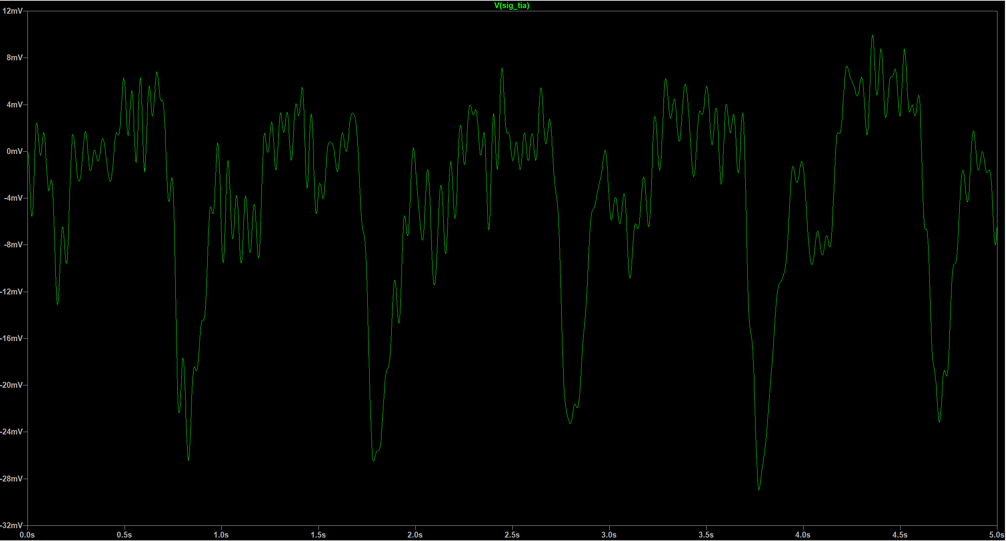
Image 3: Absorptionsspektrum von Hb und HbO2 (Ref. [5], Seite 285)

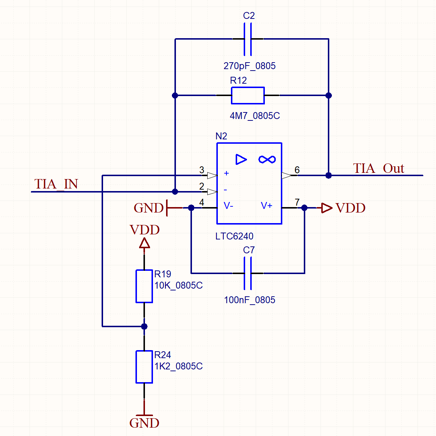
# Schaltungsaufbau und Simulation

# Bilder/H_Brücke_Sim_LED.PNGLED und Ansteuerung



# Transimpedanz Verstärker





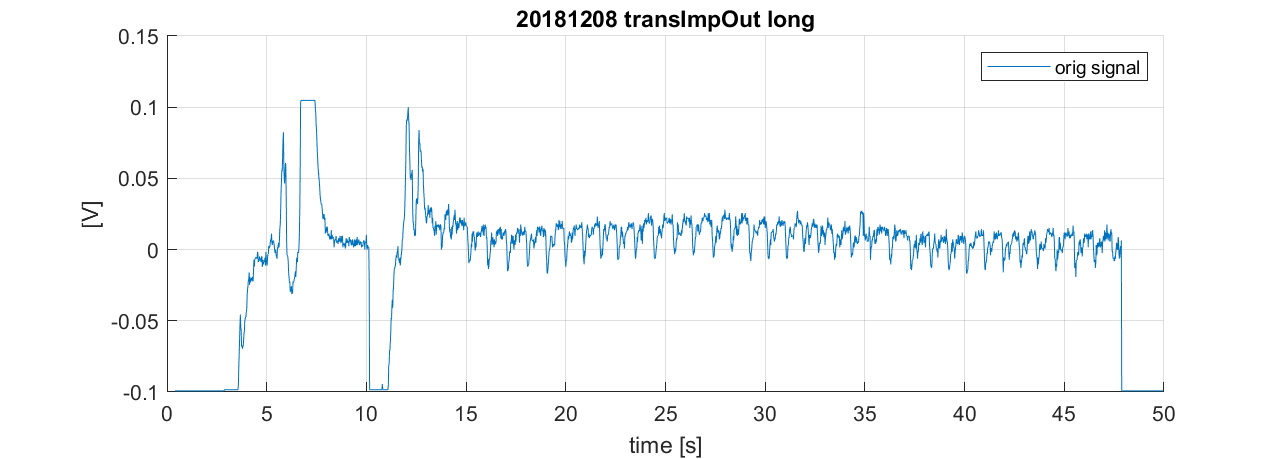
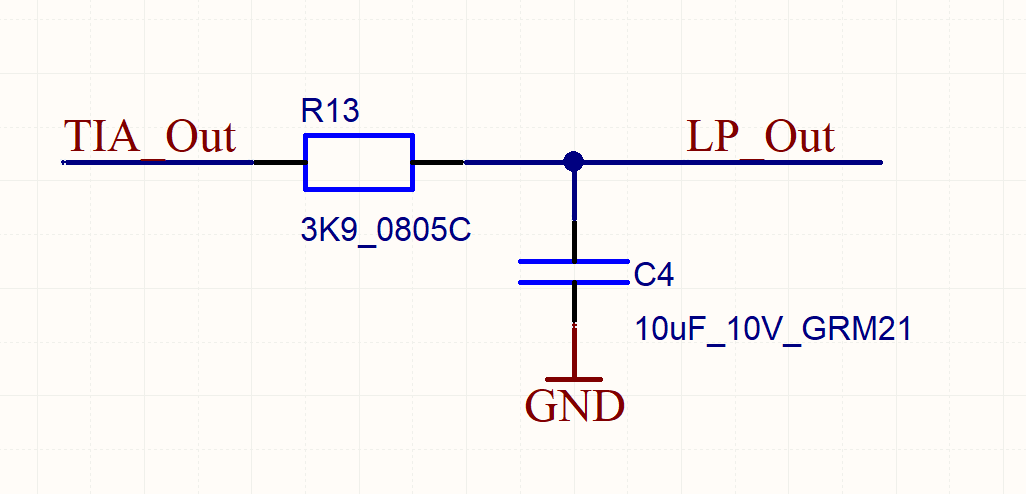
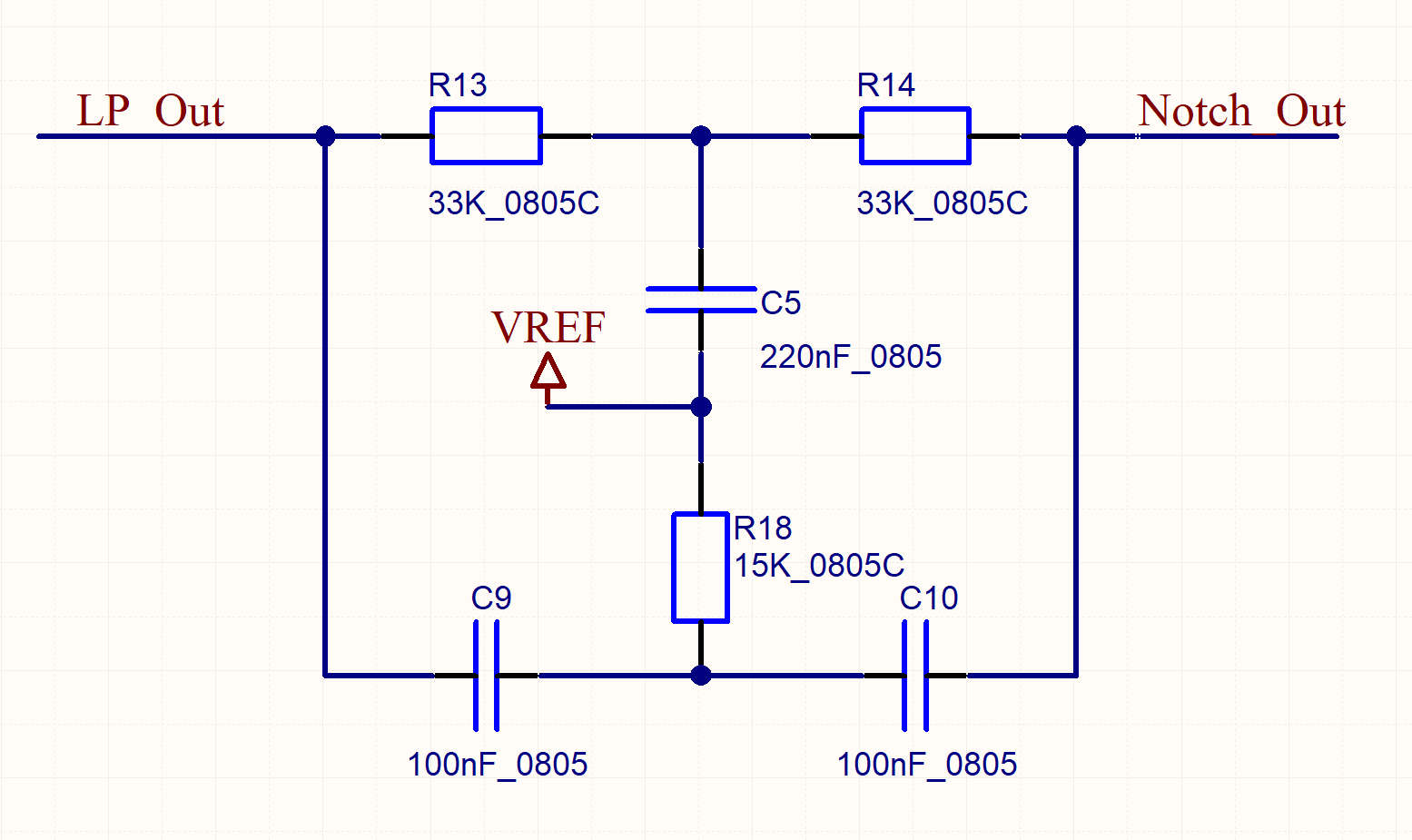


Image 1: Rohdaten von Rotlicht Sensor mit Oszilloskop gemessen nach transImpedanz

## Bilder/LP_Out_Sim.PNGTiefpassfilter 4 Hz



## Bilder/Notch_Out_Sim.PNGPassiver Bandstopfilter 50 Hz (notch)



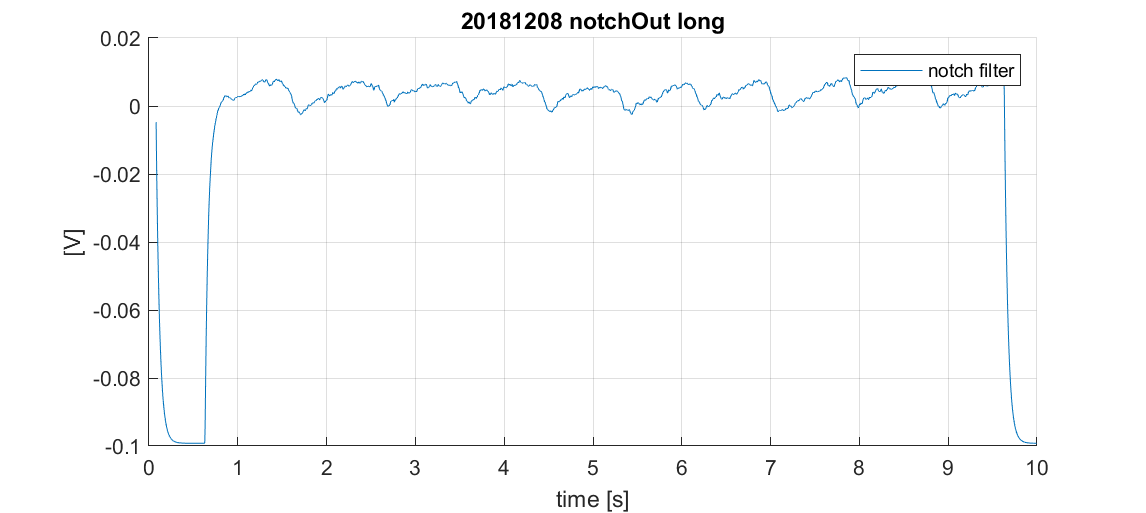
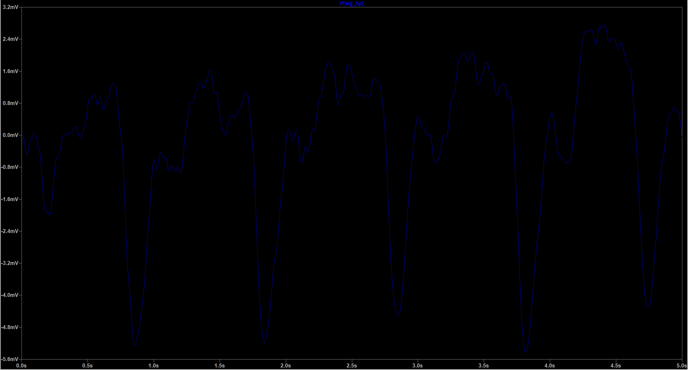
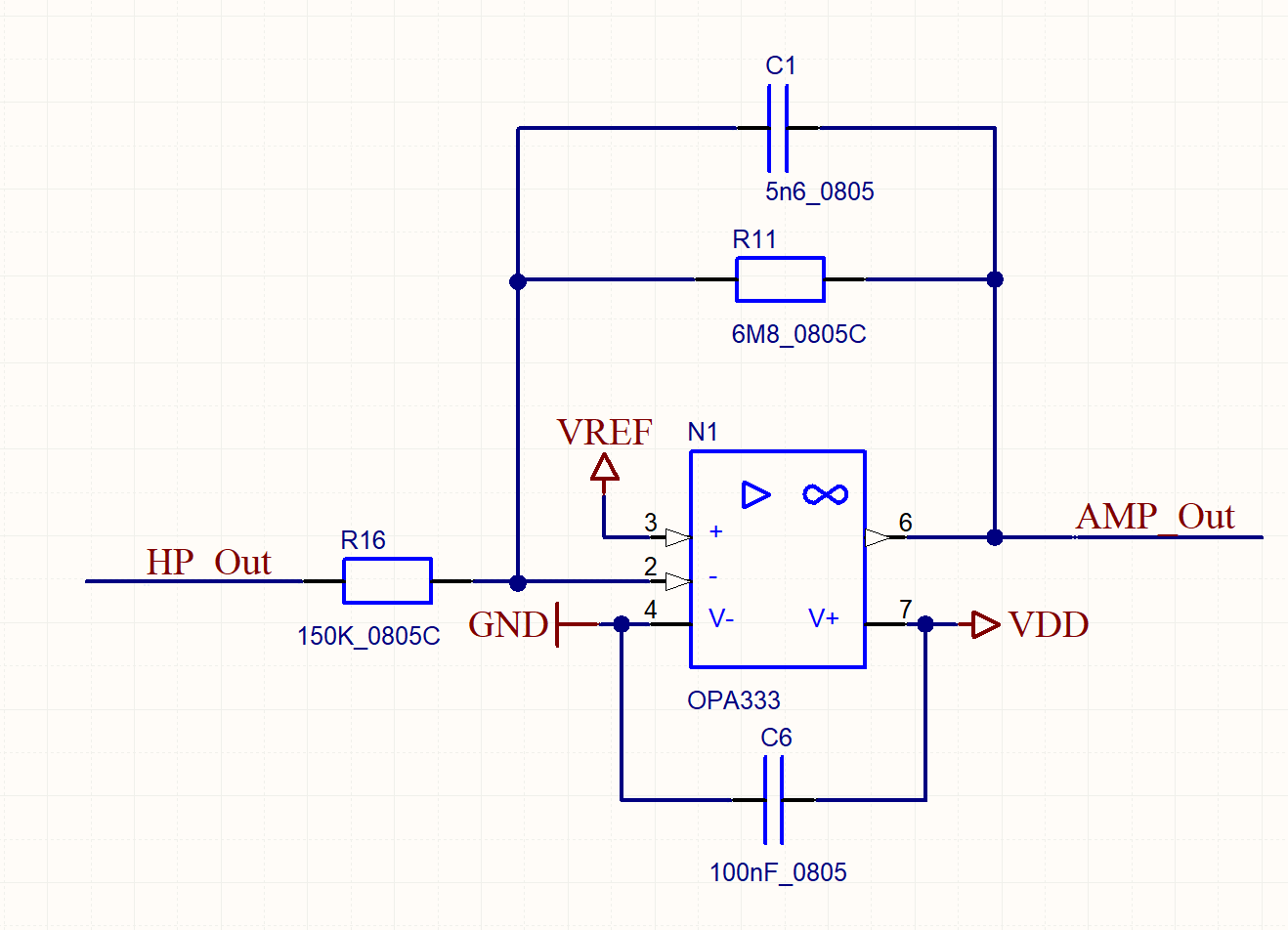


Image 2: Rohdaten von Rotlicht Sensor mit Oszilloskop gemessen nach Low-Pass Filter und Notch Filter 50Hz



## Bilder/HP_Schema.PNGHochpassfilter 0.8 Hz

## Bilder/AMP_Sim.PNGAktiver Tiefpassfilter 4 Hz mit Verstärkung 50 (fix und variabel)



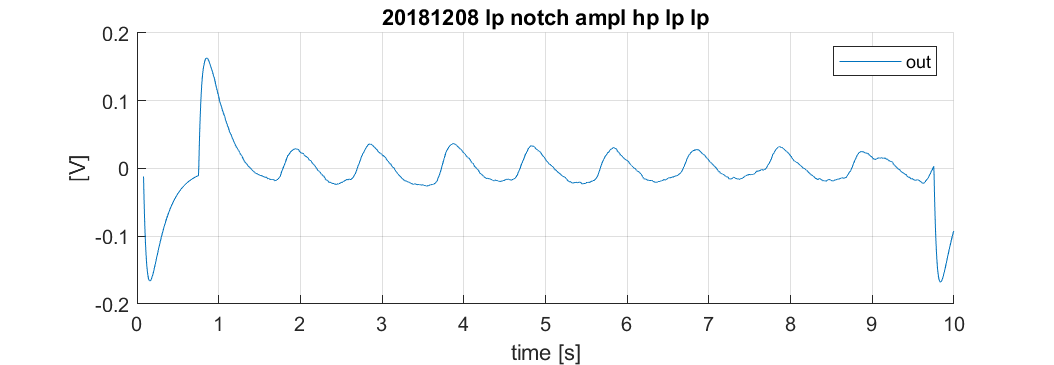


Image 3: Rohdaten von Rotlicht Sensor mit Oszilloskop gemessen  - nach Tiefpassfilter 4 Hz - nach Notchfilter 50 Hz - nach Hochpassfilter 0.8Hz - nach aktivem Tiefpassfilter 4Hz und Verstärkung

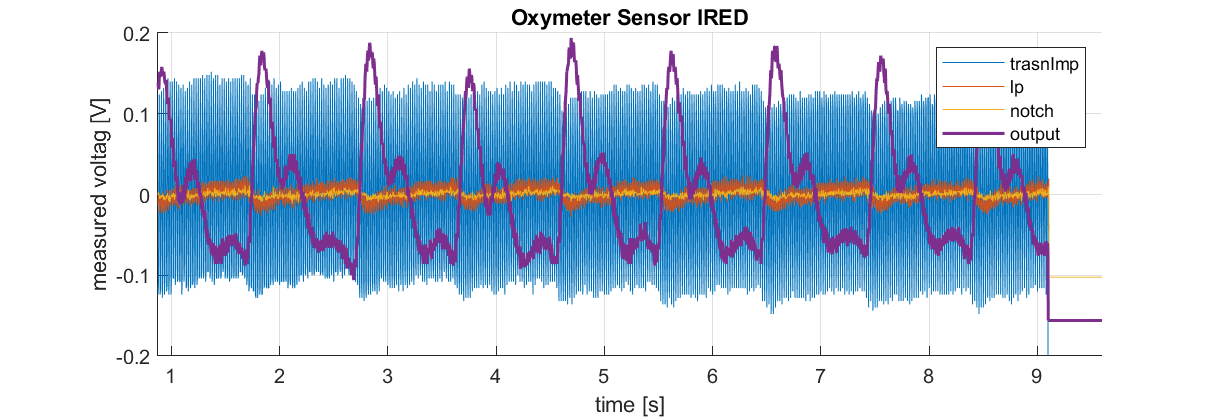
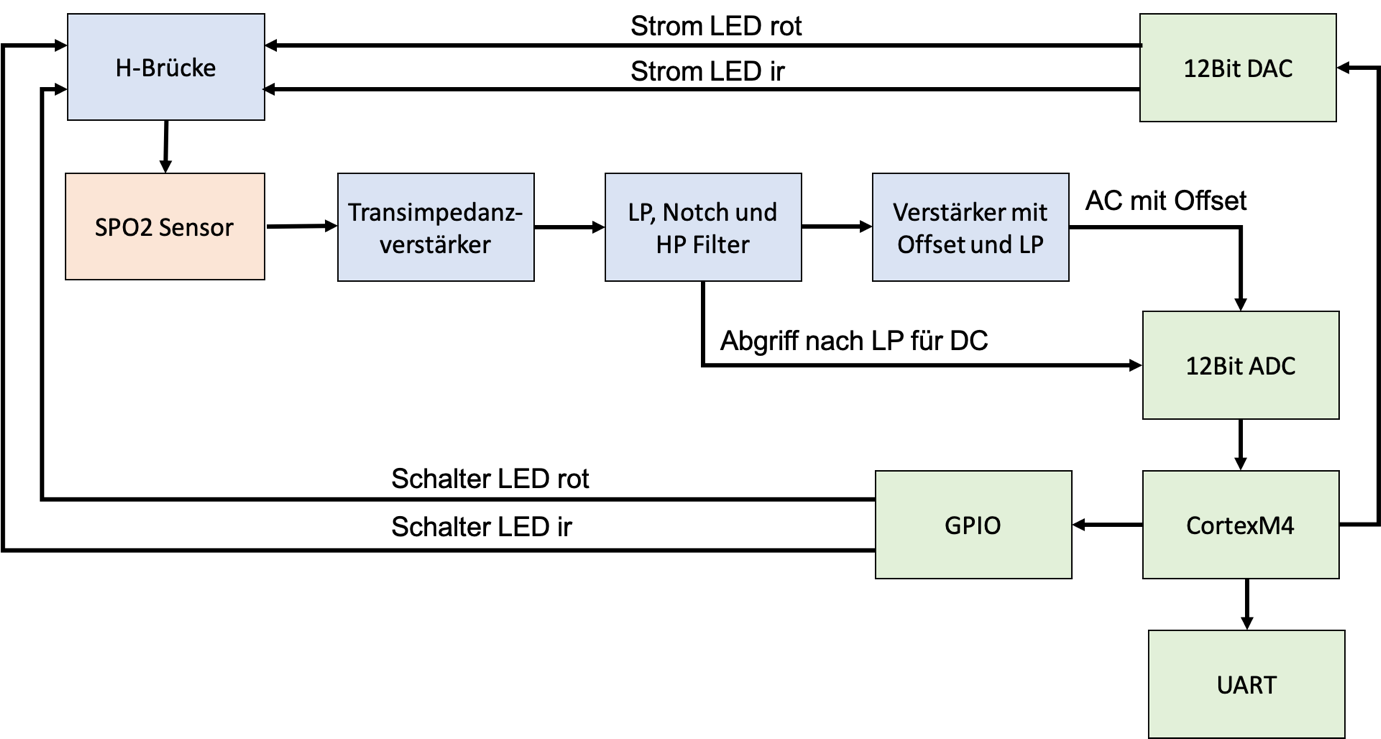


Image 4: Rohdaten von Oxymeter Sensor mit Oszilloskope gemessen - nach transImp - nach LP 4Hz - nach notch 50Hz - output signal

# Blockschaltbild



# Berechnungen: Puls und Sauerstoffsättigung

Sauerstoffsättigung

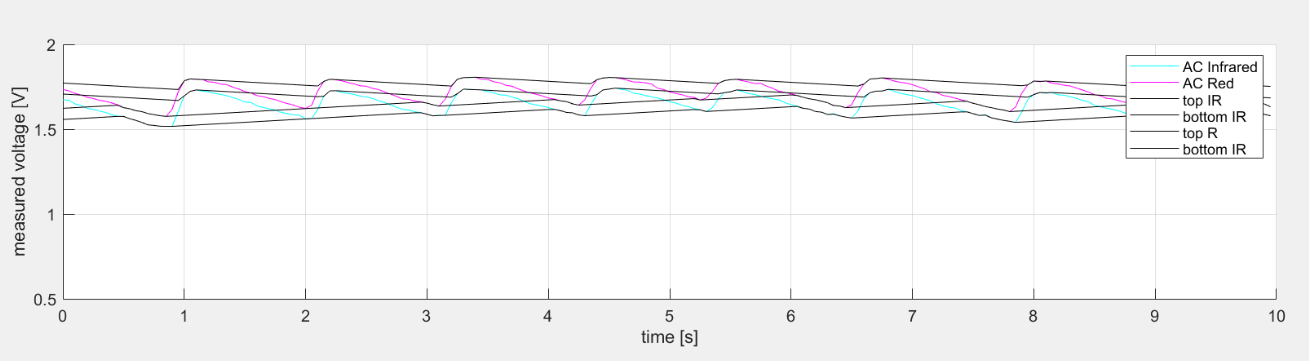


Image 5: Sauerstoffsättigungsberechnung

Pulsberechnung

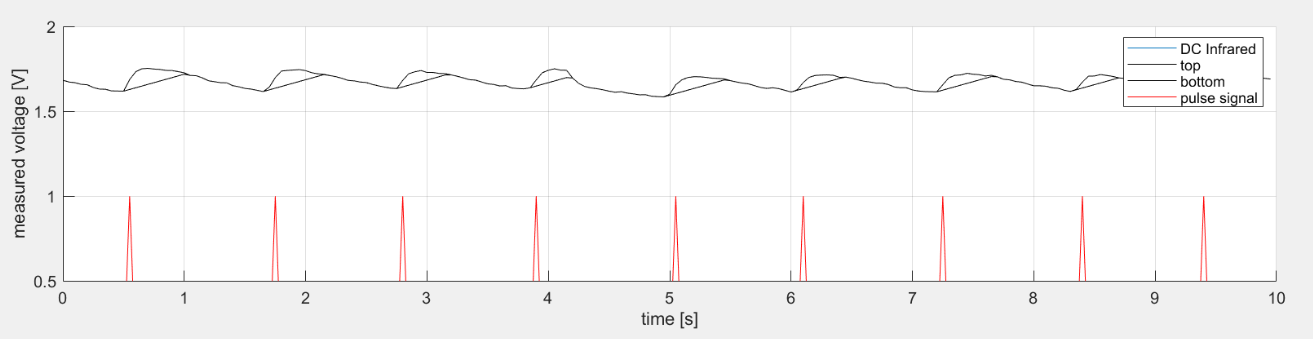


Image 6: Pulsberechnung

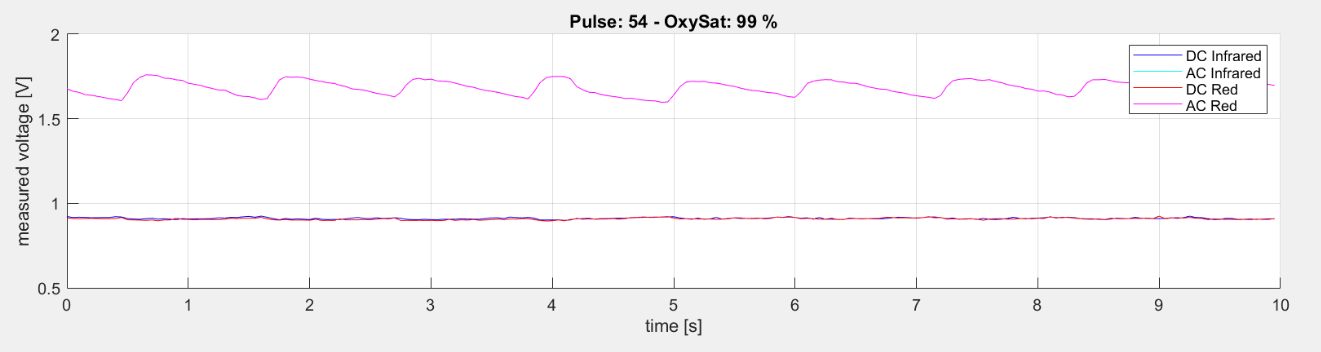
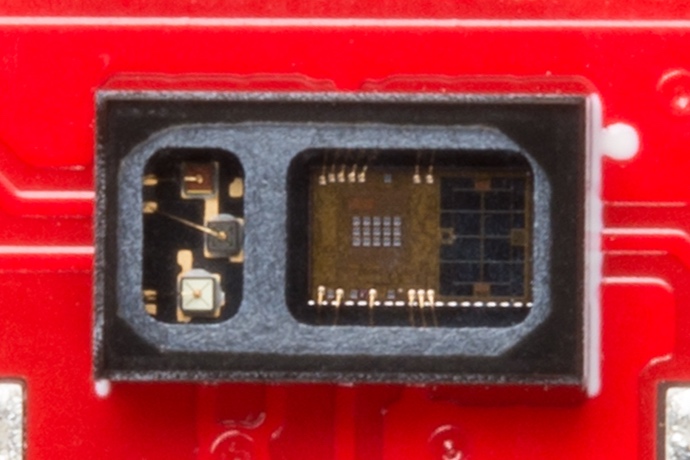


Image 7: Resultat Berechnung Puls und Sauerstoffsättigung

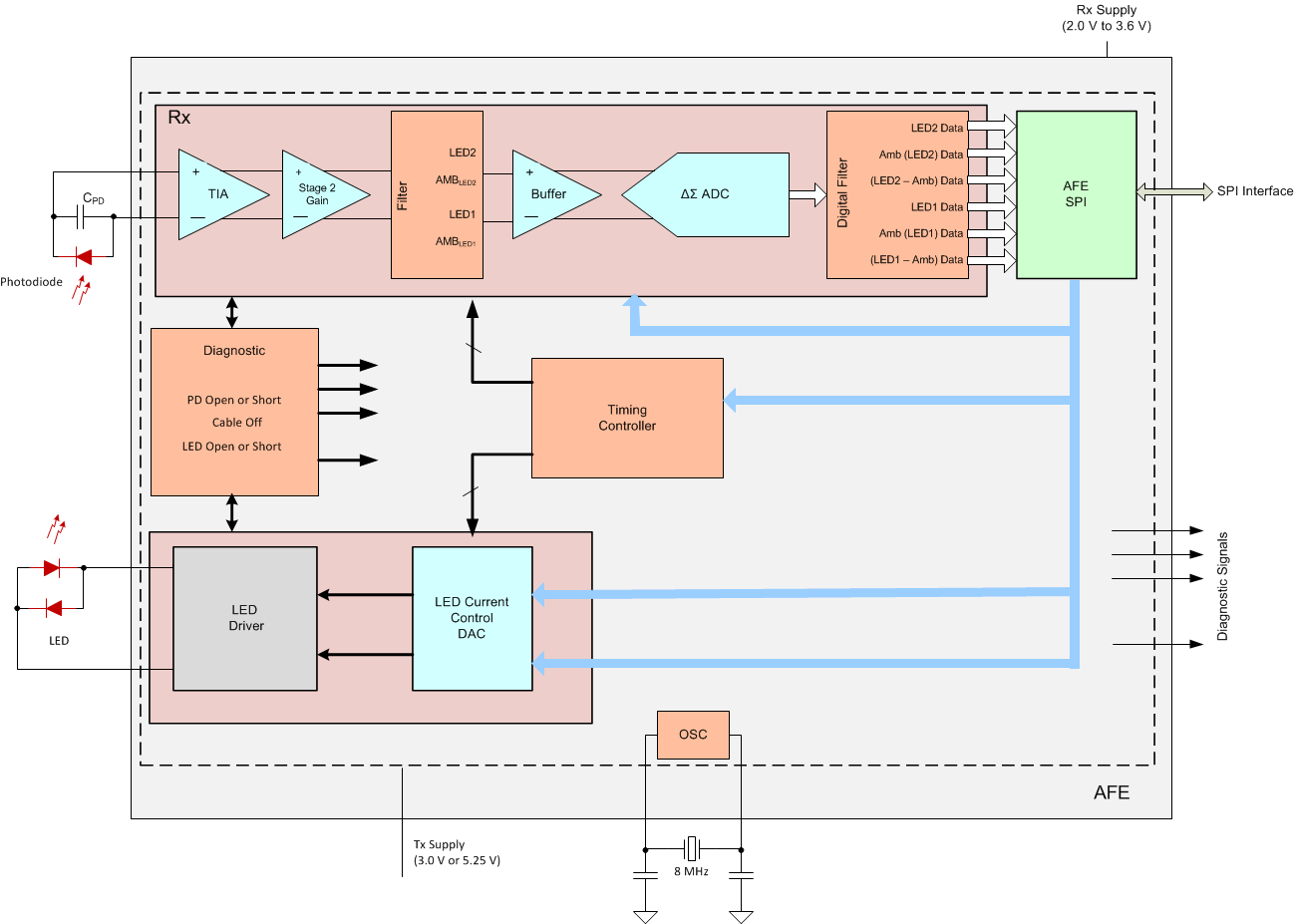
# Demo

# Vergleich zu anderen Produkten

## MAX30105



## AFE4490



# Ausblick u. Fazit

# Referenzen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [1] | Oximeter - How to build a pulse oximeter prototype |  | FEMTO project 2013 |
| [2] | Pulse Oximeter Fundamentals and Designs | Santiago Lopez | Rev. 2, 11/2012 |
| [3] | Pulse Oximeter Implementation on the TMS320C5515 DSP  Medical Development Kit (MDK) | TI, Vishal Markandey | Application Note,  June 2010 |
| [4] | How to Design Peripheral Oxygen Saturation (SpO2) and  Optical Heart Rate Monitoring (OHRM) Systems Using the  AFE4403 | TI, Sang-Soo Oak, Praveen Aroul | Application Note,  SLAA655,  March 2015 |
| [5] | Stabilize Your Transimpedance Amplifier | Maxime Integrated, Akshay Bhat, Senior Strategic Applications Engineer | Feb 03, 2012 |
| [6] | Biomedical Sensors  5. Pulse Oxymetrie | FH Bern, |  |
| [7] | Calibration-Free Pulse Oximetry Based on Two Wavelengths in the Infrared — A Preliminary Study | Meir Nitzan, Salman Noach, Elias Tobal, Yair Adar, Yaacov Miller, Eran Shalom and Shlomo Engelberg | sensors  ISSN 1424-8220  [www.mdpi.com/journal/sensors](http://www.mdpi.com/journal/sensors)  Sensors 2014, 14, 7420-7434; doi:10.3390/s140407420 |

# Anhang