

Auswertung

Bestimmung der Reproduzierbarkeit

Es wurden vier Messwerte mit den gleichen Einstellungen (150ml Fluss, 50% Feuchte, 10% O₂, 6ppm NO) gemessen:

Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4
0,74V	0,74V	0,73V	0,74V

Damit bilden wir jetzt den Mittelwert:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^4 x_i}{4} = 0,7375 \text{ V}$$

Und mit folgender Formel die Standardabweichung des Mittelwerts:

$$sdv(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 (x_i - \bar{x})^2}{4(4-1)}} = 0,0025 \text{ V}$$

Aus Tabelle 1 können wir jetzt unseren t-Wert entnehmen, mit Freiheitsgrad=n-1=3 und 95%

→ t=3,18

Damit können wir nun unsere Vertrauensgrenzen berechnen:

$$\mu = \bar{x} \pm t \cdot sdv(\bar{x}) = 0,7375 \text{ V} \pm 0,00795 \text{ V}$$

Man sieht also, unser Vertrauensbereich ist relativ klein, was auf die sich kaum unterscheidenden Messwerte zurückzuführen ist. Dies deutet auf eine gute Reproduzierbarkeit hin.

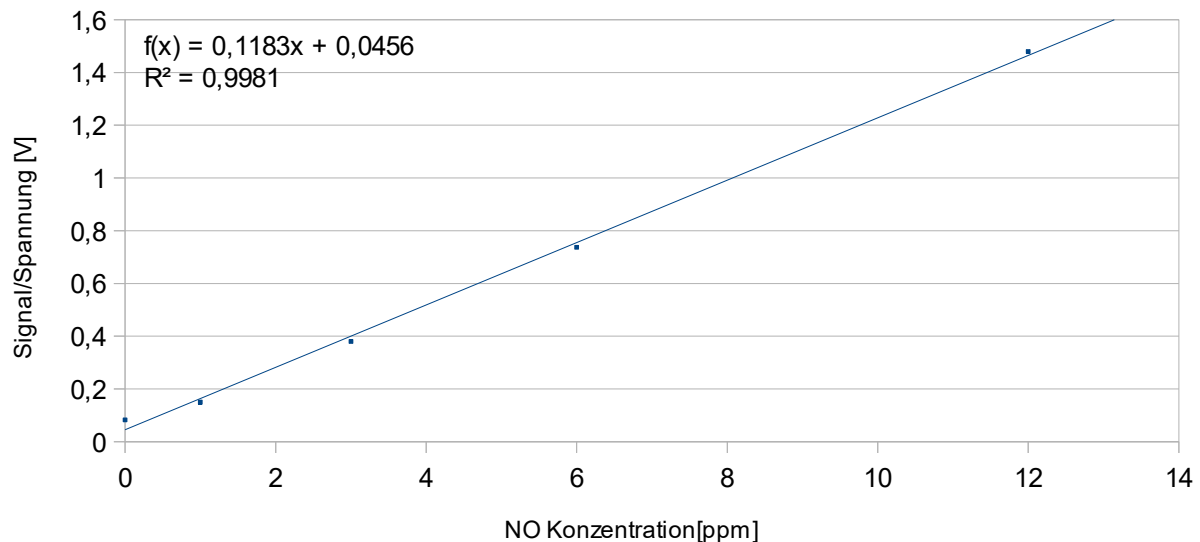
Freiheits- grad	Faktor für das Vertrauensintervall t, %				
	80	90	95	99	99,9
1	3,08	6,31	12,7	63,7	637
2	1,89	2,92	4,30	9,92	31,6
3	1,64	2,35	3,18	5,84	12,9
4	1,53	2,13	2,78	4,60	8,60
5	1,48	2,02	2,57	4,03	6,86
6	1,44	1,94	2,45	3,71	5,96
7	1,42	1,90	2,36	3,50	5,40
8	1,40	1,86	2,31	3,36	5,04
9	1,38	1,83	2,26	3,25	4,78
10	1,37	1,81	2,23	3,17	4,59
11	1,36	1,80	2,20	3,11	4,44
12	1,36	1,78	2,18	3,06	4,32
13	1,35	1,77	2,16	3,01	4,22
14	1,34	1,76	2,14	2,98	4,14
∞	1,29	1,64	1,96	2,58	3,29

Tabelle 1: Formelblatt für Statistikübungen
(Seminar Biosensorik)

Kalibriergerade

Trägt man die Werte der NO-Messungen auf einem Schaubild auf und bildet eine lineare Regression, so sieht man, dass die Werte annähernd auf einer Geraden liegen. Bei der Verwendung mehrerer und noch weiter auseinander liegender Messwerte ist mit einer noch besseren Genauigkeit und Aussagekraft zu rechnen.

Kalibriergerade



Nachweisgrenze NO

Die Nachweisgrenze ist definiert als die Summe des Blindwerts und eines Vielfachen (im Regelfall Dreifachen) der Standardabweichung der Blindwerte.

Zunächst berechnen wir den Blindwert x_{blind} , indem wir den Mittelwert aus unseren vier Messungen mit 0ppm NO bilden:

Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4
0,09V	0,08V	0,08V	0,08V

$$y_{\text{blind}} = \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^4 y_i}{4} = 0,0825 \text{ V}$$

Damit lässt sich jetzt das entstehende Signal der Nachweisgrenze berechnen:

$$y_L = y_{\text{blind}} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 (y_i - y_{\text{blind}})^2}{4-1}} = 0,0975 \text{ V}$$

Nach Umstellen der Regressionsgleichung erhalten wir dann die Nachweisgrenze:

$$x_L = \frac{y_L - 0,0456}{0,1183} = 0,4387 \text{ ppm}$$

Origin gibt folgende Fehler aus:

$\Delta y = 0,01849$ (Achsenabschnitt)

$\Delta m = 0,003$ (Steigung)

Somit ergibt sich das Spektrum der Nachweisgrenze:

Minimum:

$$x_{Lmin} = \frac{y_L - (0,0456 + \Delta y)}{0,1183 + \Delta m} = 0,2754 \text{ ppm}$$

Maximum:

$$x_{Lmax} = \frac{y_L - (0,0456 - \Delta y)}{0,1183 - \Delta m} = 0,6105 \text{ ppm}$$

Querempfindlichkeit

Die Querempfindlichkeit zeigt, wie stark eine Messgröße von einer Störgröße beeinflusst wird.

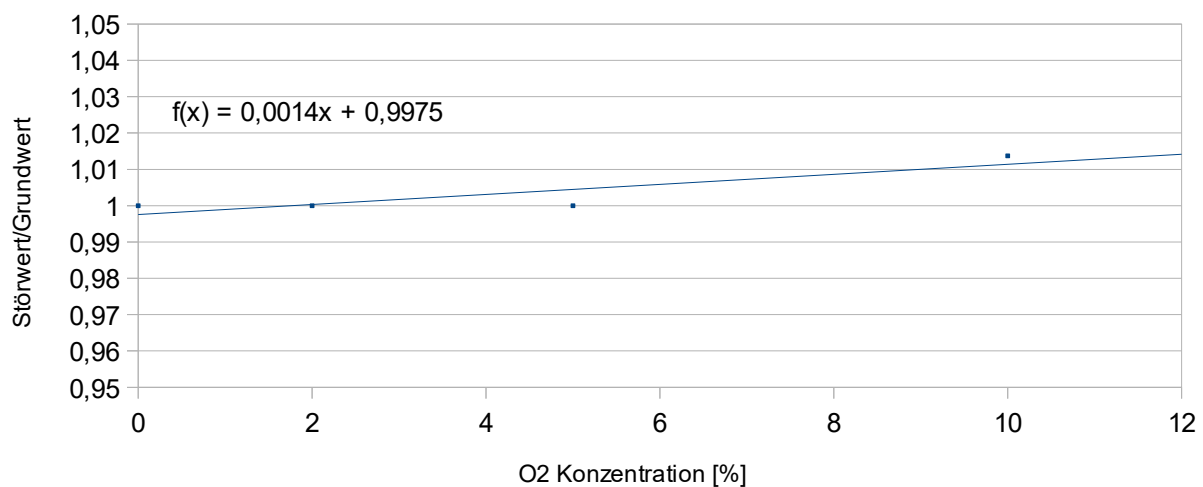
$$QE = \left| \frac{m_{\Delta}(\text{Steigung der Störung})}{m(\text{Steigung der Kalibrierfunktion})} \right|$$

Hierfür wird der Quotient aus Störwert und Grundwert (Minimum) gebildet.

Sauerstoff:

O ₂ [%]	0	2	5	10
Spannung [V]	0,73	0,73	0,73	0,74
$\frac{\text{Störwert}}{\text{Grundwert}}$	1	1	1	1,0137

O₂ Querempfindlichkeit



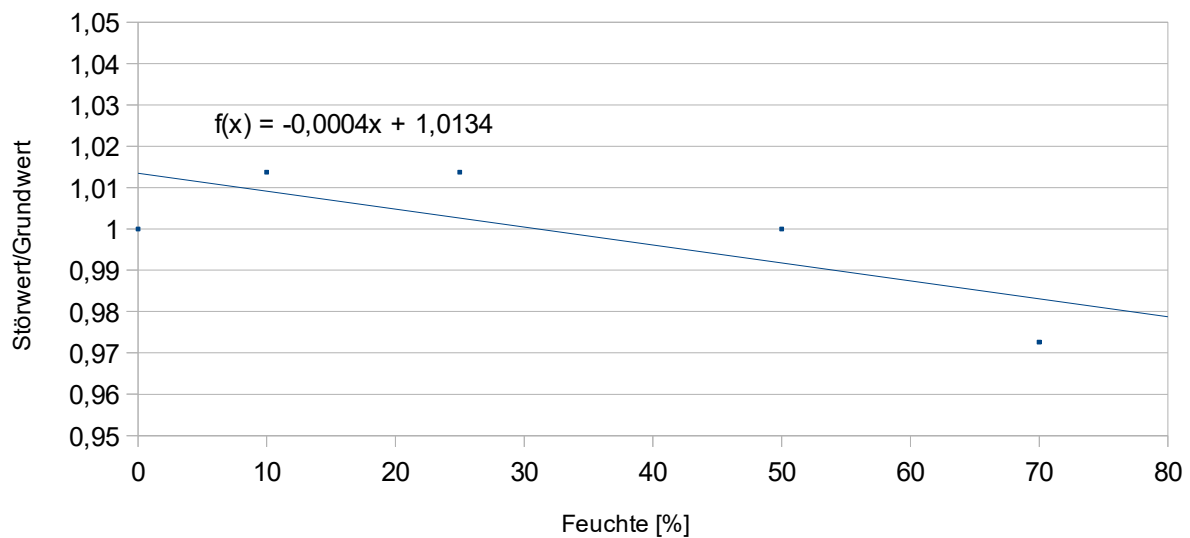
$$QE = \frac{0,0014 \frac{V}{\%}}{0,1183 \frac{V}{ppm}} = 0,0118 \frac{ppm}{\%} = 1,18 \cdot 10^{-6}$$

Diese Querempfindlichkeit ist sehr gering und hätte daher in einer realen Patientenevaluierung keine nennenswerten Folgen.

Feuchte:

Feuchte [%]	0	10	25	50	70
Spannung [V]	0,73	0,74	0,74	0,73	0,71
$\frac{\text{Störwert}}{\text{Grundwert}}$	1	1,01	1,01	1	0,97

Querempfindlichkeit Feuchte



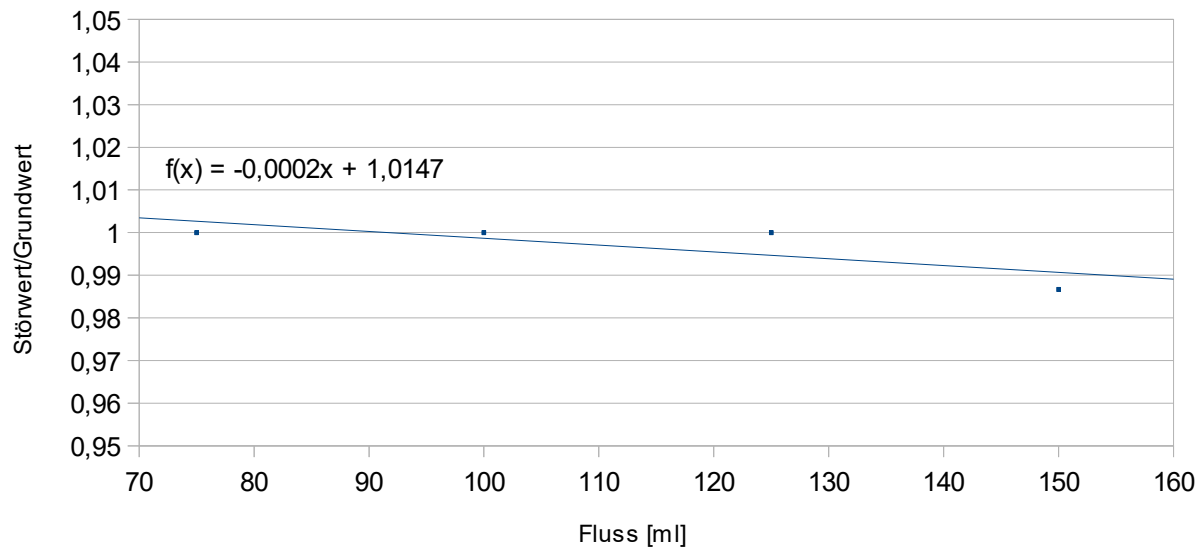
$$QE = \frac{0,0004 \frac{V}{\%}}{0,1183 \frac{V}{ppm}} = 0,0062 \frac{ppm}{\%} = 0,62 \cdot 10^{-6}$$

Auch hier ist die Querempfindlichkeit sehr niedrig und hätte daher in der Patientenevaluierung ebenfalls keine nennenswerten Folgen.

Flüsse:

Fluss [ml]	75	100	125	150
Spannung [V]	0,75	0,75	0,75	0,74
$\frac{\text{Störwert}}{\text{Grundwert}}$	1	1	1	0,99

Querempfindlichkeit Fluss



$$QE = \frac{0,0002 \frac{V}{ml}}{0,1183 \frac{ppm}{V}} = 0,0014 \frac{ppm}{ml} = 0,14 \cdot 10^{-8} ml^{-1}$$

Auch hier ist die Querempfindlichkeit sehr niedrig und hätte daher in der Patientenevaluierung ebenfalls keine nennenswerten Folgen.

Die Versuchsergebnisse zeigen also, dass keine nennenswerten Querempfindlichkeiten auftauchen und die Werte ausschließlich durch die NO-Konzentration bestimmt werden. Dies bestätigt somit die Verwendbarkeit der Sensoren.

Bestimmung der NO-Konzentration in der Ausatemluft

Bei der Messung mit dem NIOX MINO Hand-held-Gerät der Firma Aerocrine wurden folgende Messwerte erzielt:

Versuchsperson 1: 8ppb

Versuchsperson 2: 27ppb

Ein Wert liegt nur knapp außerhalb des Normalbereichs (5-25ppb¹) und ist also höchstwahrscheinlich unbedenklich. Außerdem rührt der leicht erhöhte Wert vielleicht vom Heuschnupfen her und lässt sich damit erklären.

¹ http://www.specialmed.de/download/fachinformationen/stickstoffmonoxidatemtest_fachinformationen.pdf