

## DIPLOMARBEIT

# THE ACTUAL TITLE OF THE THESIS WHICH MAY SPAN OVER MULTIPLE LINES

Ausgeführt am Institut für Angewandte Physik  
der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von  
AO.UNIV.PROF. DIPL.-ING. DR.TECHN. JOHN DOE  
und  
AO.UNIV.PROF. DIPL.-ING. DR.TECHN. JANE DOE

durch  
JANE DOE



## Acknowledgements

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## Zusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.





# Contents

<b>Abstract</b>	<b>v</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2 Fundamentals</b>	<b>3</b>
2.1 Equations . . . . .	3
2.2 Tables . . . . .	4
2.3 Figures . . . . .	5
2.4 Pictures . . . . .	6
2.5 Indented Source Code . . . . .	6
2.6 Colors . . . . .	6
<b>3 Methodology, Results and Discussion</b>	<b>7</b>
3.1 Methodology . . . . .	7
<b>4 Conclusion and Outlook</b>	<b>9</b>
<b>Appendix A First Part of the Appendix</b>	<b>11</b>
1.1 A Long Table . . . . .	11
<b>List of Figures</b>	<b>15</b>
<b>List of Tables</b>	<b>15</b>
<b>Bibliography</b>	<b>17</b>



## Section 1

# Introduction

**A**dipiscing elit. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut

porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## Section 2

# Fundamentals

**B**landit blandit mauris. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 2.1 Equations

Inline usage with  $\partial^2 f / \partial x^2 = 0$ , or spanning over a whole line using

$$a^2 + b^2 = c^2.$$

Equation (2.1) shows an enumerated equation.

$$dU = \underbrace{TdS}_{\delta Q} - pdV + \sum_{i=1}^n \mu_i dN_i + \dots \quad (2.1)$$

$$\mu_i = \left( \frac{\partial U}{\partial N_i} \right)_{S, V, N_{j \neq i}} \quad (2.2)$$

Multi-line equation:

$$\dots = i_0 \left( \frac{C_R(0, t)}{C_R^*} e^{n(1-\alpha)f(E-E^0)} e^{-nf(1-\alpha)(E_{eq}-E^0)} - \frac{C_O(0, t)}{C_O^*} e^{-n\alpha f(E-E^0)} e^{n\alpha f(E_{eq}-E^0)} \right) \quad (2.3)$$

Another equation:

$$\bar{v} = \frac{1}{h} \int_0^h v(z) dz = -\frac{1}{h} \int_0^h \frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} z(h-z) dz = -\frac{h^2}{12\mu} \frac{dp}{dx}. \quad (2.4)$$

## 2.2 Tables

Table 1:

Table 2.1: **Electrochemical cell parameters used for COMSOL Multiphysics simulations.** Copper was used as a working electrode (WE) and platinum as a counter electrode (CE). Equilibrium potentials (eq. pot.) are referred against the standard hydrogen electrode (SHE) potential.

Property	Value	Description
$E_{eq,CE}$ [V]	1.188 [1]	Eq. pot. CE against SHE at 25 °C
$E_{eq,WE}$ [V]	0.52 [2,3]	Eq. pot. WE against SHE
$\sigma$ [S m <sup>-1</sup> ]	4.8 [4–6]	Electrolyte conductivity
$i_{0,CE}$ [A m <sup>-2</sup> ]	10.0 [7,8]	Exchange current density of CE
$i_{0,WE}$ [A m <sup>-2</sup> ]	240.0 [7]	Exchange current density of WE

Table 2:

Table 2.2: **Parameters of the polynomial regression for the OCV extraction.** Depending on the fitted polynomial degree this table shows the extracted value of the open-circuit voltage (OCV), the residual sum of squares (RSS) as well as the minimum and maximum residual, with the latter two parameters representing the smallest and largest difference between fit values and simulation values.

Degree	OCV [V]	RSS	Min Residual	Max Residual
3	-0.6679200	2.157771	-0.47858	0.66207
4	-0.6678310	0.134413	-0.15257	0.13551
5	-0.6679710	0.014278	-0.03977	0.03924
6	-0.6679926	0.000694	-0.02013	0.00738
7	-0.6679950	0.000540	-0.01786	0.00521
8	-0.6679950	0.000467	-0.01685	0.00590
9	-0.6679980	0.000380	-0.01441	0.00658
10	-0.6679980	0.000380	-0.01409	0.00688

Table 3:

Table 2.3: **Dependent variables depending on the used COMSOL Multiphysics module.** For the three physics modules *laminar flow*, *transport of diluted species* and *electrochemistry* the second column lists the respective dependent variables and the third column the total amount of dependent variables for each module.

Physics module	Dependent variables	Amount of dependent variables
Laminar flow	Velocity $\mathbf{u}(u, v, w)$ Pressure $p$	4
Transport of diluted species	Concentration $c$	1
Electrochemistry	Liquid potential $\phi_l$	1

## 2.3 Figures

Single figure using LaTeX

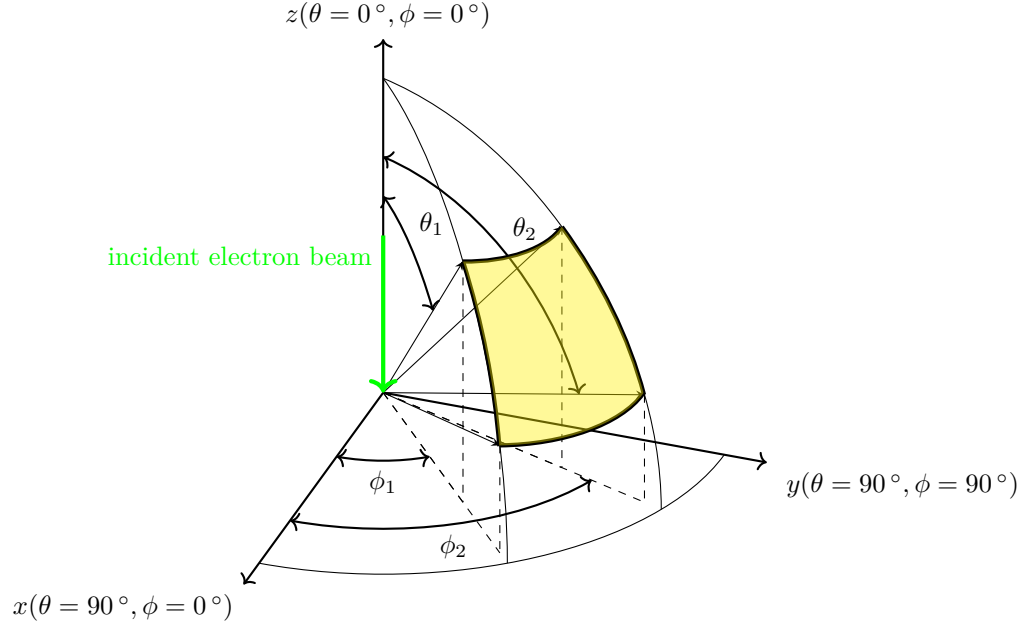


Figure 2.1: Example bin:  $\theta, \phi \in [40^\circ : 70^\circ]$ .

Two figures next to each other

Generation of figures using functions and from read text files:

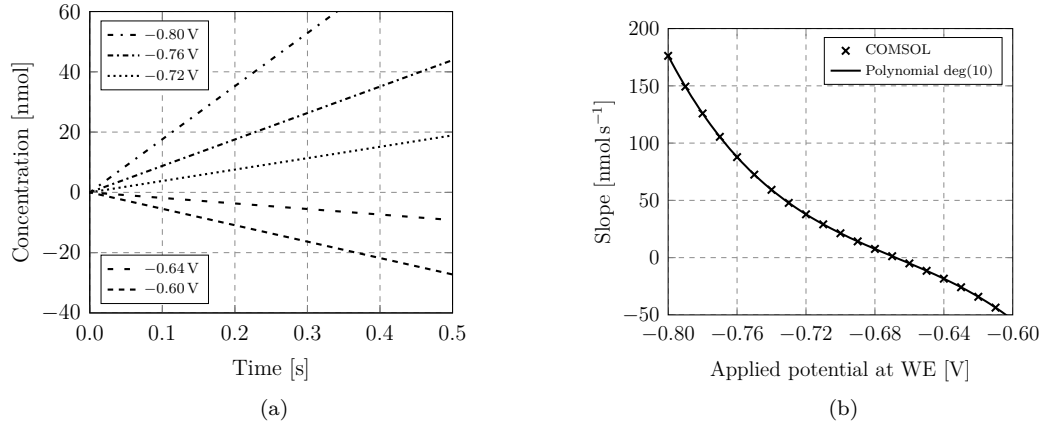


Figure 2.2: **Total concentrations with varying applied potential inclusive polynomial regression.** The applied potential at the working electrode was varied between  $-0.8\text{ V}$  and  $-0.6\text{ V}$  in steps of  $0.01\text{ V}$  while the total concentration in the cell was tracked. (a) shows a selection of results obtained from these simulations and (b) shows the extracted slopes as well as a fit using a polynomial with tenth degree.

## 2.4 Pictures

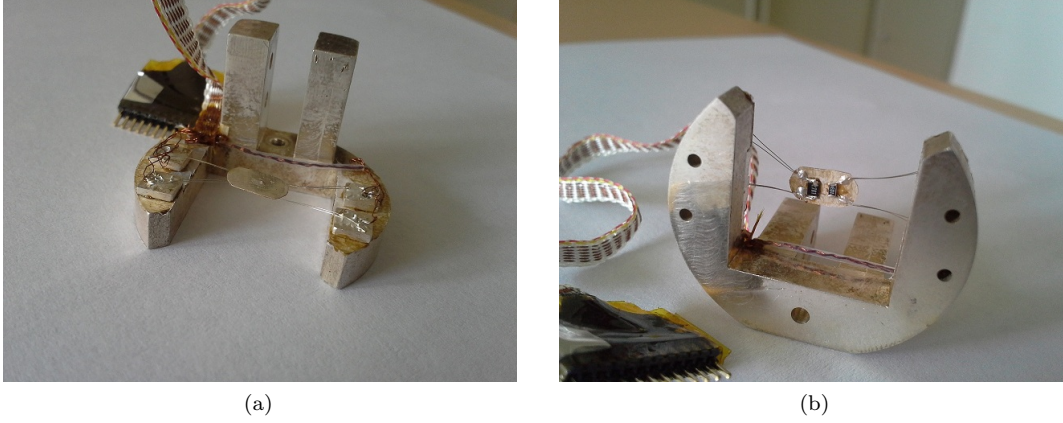


Figure 2.3: Sample holder for the low-temperature measurements. The top side (a) where the grease and sample is placed on a platform made of silver, and the bottom side (b) with the heater (thin film metal resistor 10 k $\Omega$ ) and thermometer (RuO2 2.7 k $\Omega$ ). Please note the four wires (Pt0.9Ir0.1) connecting thermometer and heater each to utilize the 4-point probes method.

## 2.5 Indented Source Code

The fit is performed using the function `leastsq` from the package `scipy.optimize` which takes a function to minimize, initial parameter guesses, the data to fit and some optional arguments as parameter values. For example, the function used to fit  $T_{P_{on}}$  of the two-tau model is given by

```
def f(x, K_g, C_s):
    p3 = P_0/K_w+T_0
    alpha = K_w/(2*C_p)+K_g/(2*C_s)+K_g/(2*C_p)
    beta = np.sqrt((C_s*K_w+K_g*C_p+C_s*K_g)**2/(4*C_s**2*C_p**2)- \
        (K_g*K_w)/(C_s*C_p))
    return (P_0/(2*K_w*beta))*((alpha-beta)*np.exp(-x*(alpha+beta))- \
        (alpha+beta)*np.exp(-x*(alpha-beta)))+p3
```

## 2.6 Colors

red green blue



## Section 3

# Methodology, Results and Discussion

Consectetur adipiscing elit. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 3.1 Methodology

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet

aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## Section 4

# Conclusion and Outlook

In Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



# Appendix A

## First Part of the Appendix Which Title May Span Over Multiple Lines

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 1.1 A Long Table

Table A.1: Raw Comsol data, rounded to ten decimal points for all three simulations (extremely coarse, normal and finer mesh) ...

$h_{channel}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$p_{inlet}$ [ $pa$ ]	$v$ (extr. coarse) [ $mm/s$ ]	$v$ (normal) [ $mm/s$ ]	$v$ (finer) [ $mm/s$ ]
10	100	0.206 558 555 1	0.197 459 545 4	0.196 643 463 3
10	150	0.309 837 725	0.296 189 266 5	0.294 965 247 2

*Continued on next page*

Table A.1 – *Continued from previous page*

$h_{channel}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$p_{inlet}$ [ $pa$ ]	$v$ (extr. coarse) [ $mm/s$ ]	$v$ (normal) [ $mm/s$ ]	$v$ (finer) [ $mm/s$ ]
10	300	0.619 674 807 7	0.592 378 232	0.589 930 807 9
10	500	1.032 789 932 3	0.987 296 347 3	0.983 218 709 1
10	1000	2.065 572 923 2	1.974 589 299 9	1.966 440 894 9
10	5000	10.327 614 389 6	9.872 810 137 4	9.832 339 951 8
15	100	0.450 104 118 3	0.440 058 457 4	0.442 656 807 1
15	150	0.675 156 149	0.660 087 911 1	0.663 985 035 8
15	300	1.350 312 142 5	1.320 177 149 1	1.327 969 013 3
15	500	2.250 519 949	2.200 298 174 1	2.213 279 311 9
15	1000	4.501 038 953 6	4.400 610 823 7	4.426 546 516 4
15	5000	22.505 200 359 5	22.003 582 555 1	22.132 192 709 2
30	100	1.760 834 277 5	1.721 052 895 3	1.751 950 861 4
30	150	2.641 224 665 4	2.581 619 485 9	2.627 917 669 6
30	300	5.282 278 065 1	5.163 469 976	5.255 776 171 2
30	500	8.803 343 910 5	8.606 253 363 9	8.759 468 389 2
30	1000	17.603 115 797 5	17.214 484 381 6	17.517 905 507 7
30	5000	87.816 910 293	86.078 606 054 2	87.510 494 630 2
50	100	4.789 972 945 6	4.753 701 047 5	4.785 324 574 9
50	150	7.183 884 48	7.129 935 819 4	7.177 311 256 2
50	300	14.359 711 250 5	14.254 915 962	14.349 418 391 7
50	500	23.909 379 812 3	23.743 130 189	23.900 638 864
50	1000	47.669 058 230 7	47.384 776 272 8	47.705 338 957 1
50	5000	229.623 174 928 5	231.432 189 305 6	233.782 080 177
75	100	10.229 604 754 0	10.215 441 986 1	10.342 898 789 1
75	150	15.314 162 919 9	15.303 427 083 4	15.494 244 588 4
75	300	30.388 713 676 4	30.448 549 569 3	30.831 911 550 7
75	500	50.017 453 526	50.337 720 928 1	50.994 315 946 8
75	1000	96.687 720 386 2	98.584 372 285 9	100.078 345 824 8
75	5000	390.369 440 082	425.542 155 785 6	440.687 594 953 5
100	100	16.693 049 858 3	16.739 400 490 2	16.974 946 466 1
100	150	24.736 199 517 0	24.910 976 791 5	25.264 977 243 5
100	300	47.577 573 094 4	48.573 564 880 2	49.308 585 428 1
100	500	75.299 558 942 1	78.399 994 476 5	79.733 553 958 8
100	1000	134.920 485 685 6	146.130 387 186 9	149.379 482 946 9
100	5000	443.004 829 143 1	521.858 453 484 2	543.732 676 441 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus,

aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum

libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## List of Figures

### Section 2 – Fundamentals

2.1	Example bin: $\theta, \phi \in [40^\circ : 70^\circ]$ . . . . .	5
2.2	Total concentrations with varying applied potential incl. polynomial regression	5
2.3	Sample holder for low-temperature measurements . . . . .	6

List of Tables

**Section 2 – Fundamentals**

2.1 Electrochemical cell parameters used for COMSOL Multiphysics simulations . 4

2.2 Parameters of the polynomial regression for the OCV extraction . . . . . 4

2.3 Dependent variables depending on the used COMSOL Multiphysics module . 4

**Appendix A – First Part of the Appendix (lot entry)**

A.1 Parameter variation: raw data . . . . . 11

## Bibliography

- [1] E. Bardal, *Corrosion and Protection (Engineering Materials and Processes)*. London Limited: Springer, 2004. (Cited on page 4.)
- [2] W. M. Haynes, *CRC Handbook of Chemistry and Physics, 91st Edition*. 2010. (Cited on page 4.)
- [3] A. Bard, R. Parsons, and J. Jordan, *Standard Potentials in Aqueous Solution*. Monographs in Electroanalytical Chemistry and Electrochemistry, Taylor & Francis, 1985. (Cited on page 4.)
- [4] H. E. Darling, “Conductivity of sulfuric acid solutions.”, *Journal of Chemical & Engineering Data*, vol. 9, no. 3, pp. 421–426, 1964. (Cited on page 4.)
- [5] *Handbook of Chemistry & Physics 70th Edition*. CRC Press, 1989. (Cited on page 4.)
- [6] F. L. Rodkey, “Aqueous solutions and body fluids. their concentrative properties and conversion tables”, *Clinical Chemistry*, vol. 12, no. 8, pp. 517–518, 1966. (Cited on page 4.)
- [7] R. Holze, “Table 5.1. exchange current densities and rate constants in aqueous systems: Datasheet from Landolt-Börnstein - Group IV physical chemistry volume 9a: “electrochemical thermodynamics and kinetics” in SpringerMaterials ([https://doi.org/10.1007/978-3-540-45316-1\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-540-45316-1_22))”. (Cited on page 4.)
- [8] N. M. Marković, B. N. Grgur, and P. N. Ross, “Temperature-dependent hydrogen electrochemistry on platinum low-index single-crystal surfaces in acid solutions”, *The Journal of Physical Chemistry B*, vol. 101, no. 27, pp. 5405–5413, 1997. (Cited on page 4.)