TU Dortmund

FAKULTÄT PHYSIK

Versuch Versuch

Titel

Mario Dunsch mario.dunsch@tu-dortmund.de

Dominik KAHL dominik.kahl@tu-dortmund.de

13.10.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Theorie	5
3	Aufbau	5
4	Durchführung	5
5	Auswertung	5
6	Diskussion	5

Inhaltsverzeichnis Seite 2

TU Dortmund Titel

1 Einleitung

Wird in einem Ionenskritstall aus einwertigen Ionen ein zweiwertiges Ion eingebaut, so werden in dem Kristall permanente elektrische Dipole erzeugt. Mit dem Einbau des zweiwertigen Ions ensteht auch immer eine Leerstelle im Kristall. Die Richtung des Dipols weist dabei von der Position des zweiwertigen Ions zur Leerstelle. In Abbildung 1 ist ein Dipol in einem CsJ-Kristall schemenhaft dargestellt. Das Fremdatom und die

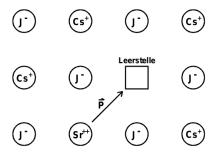


Abbildung 1: Darstellung eines Dipols in einem CsJ-Kristalls.

Leerstelle können sich nur auf diskreten Gitterplätzen aufhalten. Bei Temperaturen unter 500 °C können sich überwiegend nur die Leerstellen im Gitter bewegen, womit sich die Richtung des Dipols nur duch Diffusion der Leestellen ändern kann. Damit sich die Leerstellen aber überhaupt bewegen können, muss eine Potentialschwelle, welche durch die räumlich periodische Anordung der Gitteratome entsteht, überwunden werden. Die Energie, die dazu notwendig ist wird als *Aktivierungsenergie W* bezeichnet. Die Gesamtheit der Dipole unterliegt dabei der Boltzman-Statistik. Die mittlere Zeit zwischen einer Umorientierung des Dipols wird als *Relaxationszeit* bezeichnet. Sie ist proportional zur Boltzman-Statistik und lässt sich in Abhängigkeit der Temperatur T durch

$$\tau(T) = \tau_0 \exp\left(\frac{W}{k_B T}\right) \tag{1}$$

ausdrücken. Dabei ist τ_0 die charakteristische Relaxationszeit und k_B die Boltzman-Konstante.

Ziel Ziel des Versuches ist es nun die Aktivierungsenergie W und die charakteristische Relaxationszeit τ_0 für einen KBr Kristall zu bestimmen.

EINLEITUNG Seite 3

TU Dortmund Titel

Tabelle 1: caption	Tabe	lle	1:	caption
---------------------------	------	-----	----	---------

-40 0.06 0.8 21.7 0.12 2.3 -38.2 0.05 0.8 23.5 0.115 2.3 -36.5 0.046 0.8 25.4 0.11 2.3 -34.8 0.044 0.9 28.6 0.115 2.3 -33.2 0.041 0.9 30.4 0.12 2.3 -29.8 0.039 1 33.3 0.13 2.3 -28.2 0.037 1 34.7 0.135 2.3 -26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -24.8 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -23.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -23.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 45.8 <th colspan="11">Tabelle 1. caption</th>	Tabelle 1. caption										
-36.5 0.046 0.8 25.4 0.11 2.3 -34.8 0.044 0.9 28.6 0.115 2.3 -33.2 0.041 0.9 30.4 0.12 2.3 -29.8 0.039 1 33.3 0.13 2.3 -28.2 0.037 1 34.7 0.135 2.3 -26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -24.8 0.033 1 39.5 0.17 2.5 -24.8 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22.0 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 <td>-40</td> <td>0.06</td> <td>0.8</td> <td>21.7</td> <td>0.12</td> <td>2.3</td>	-40	0.06	0.8	21.7	0.12	2.3					
-34.8 0.044 0.9 28.6 0.115 2.3 -33.2 0.041 0.9 30.4 0.12 2.3 -31.5 0.04 0.9 31.8 0.125 2.3 -29.8 0.039 1 33.3 0.13 2.3 -26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -24.8 0.033 1 39.5 0.17 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -20.5 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -16.2 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -14.3 0.032 1.2 51.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 </td <td>-38.2</td> <td>0.05</td> <td>0.8</td> <td>23.5</td> <td>0.115</td> <td>2.3</td>	-38.2	0.05	0.8	23.5	0.115	2.3					
-33.2 0.041 0.9 31.8 0.125 2.3 -31.5 0.039 1 33.3 0.13 2.3 -29.8 0.039 1 34.7 0.135 2.3 -26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22.0 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -20.5 0.032 1.2 44.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -16.2 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -14.3 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.4 59.4	-36.5	0.046	0.8	25.4	0.11	2.3					
-31.5 0.04 0.9 31.8 0.125 2.3 -29.8 0.039 1 33.3 0.13 2.3 -28.2 0.037 1 34.7 0.135 2.3 -26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -20.5 0.032 1 41.1 0.185 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.8 0.23 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.4 59.4<	-34.8	0.044	0.9	28.6	0.115	2.3					
-29.8 0.039 1 33.3 0.13 2.3 -28.2 0.037 1 34.7 0.135 2.3 -26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -20.5 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -16.2 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -10.5 0.032 1.4 59.4 <td>-33.2</td> <td>0.041</td> <td>0.9</td> <td>30.4</td> <td>0.12</td> <td>2.3</td>	-33.2	0.041	0.9	30.4	0.12	2.3					
-28.2 0.037 1 34.7 0.135 2.3 -26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -20.5 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -10.5 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 </td <td>-31.5</td> <td>0.04</td> <td>0.9</td> <td>31.8</td> <td>0.125</td> <td>2.3</td>	-31.5	0.04	0.9	31.8	0.125	2.3					
-26.6 0.035 1 36.2 0.145 2.5 -24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -20.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -10.5 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -8.2 0.034 1.4 62.7 <td>-29.8</td> <td>0.039</td> <td>1</td> <td>33.3</td> <td>0.13</td> <td>2.3</td>	-29.8	0.039	1	33.3	0.13	2.3					
-24.8 0.033 1 37.8 0.155 2.5 -23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -20.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -14.3 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -10.5 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -8.2 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 <td>-28.2</td> <td>0.037</td> <td>1</td> <td>34.7</td> <td>0.135</td> <td>2.3</td>	-28.2	0.037	1	34.7	0.135	2.3					
-23.5 0.034 1 39.5 0.17 2.5 -22 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -20.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -10.5 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -8.2 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 <td>-26.6</td> <td>0.035</td> <td>1</td> <td>36.2</td> <td>0.145</td> <td>2.5</td>	-26.6	0.035	1	36.2	0.145	2.5					
-22 0.033 1 41.1 0.185 2.5 -20.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -8.2 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 <td>-24.8</td> <td>0.033</td> <td>1</td> <td>37.8</td> <td>0.155</td> <td>2.5</td>	-24.8	0.033	1	37.8	0.155	2.5					
-20.5 0.032 1 42.8 0.21 2.5 -19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -8.2 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 70.3 </td <td>-23.5</td> <td>0.034</td> <td>1</td> <td>39.5</td> <td>0.17</td> <td>2.5</td>	-23.5	0.034	1	39.5	0.17	2.5					
-19.1 0.032 1.2 44.3 0.23 2.5 -17.6 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -8.2 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 70.3 <td>-22</td> <td>0.033</td> <td>1</td> <td>41.1</td> <td>0.185</td> <td>2.5</td>	-22	0.033	1	41.1	0.185	2.5					
-17.6 0.032 1.2 45.8 0.255 2.7 -16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72	-20.5	0.032	1	42.8	0.21	2.5					
-16.2 0.032 1.2 47.8 0.3 2.7 -14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8	-19.1	0.032	1.2	44.3	0.23	2.5					
-14.3 0.032 1.2 51 0.38 2.7 -13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 <	-17.6	0.032	1.2	45.8	0.255	2.7					
-13.4 0.031 1.2 52.8 0.34 2.7 -12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4	-16.2	0.032	1.2	47.8	0.3	2.7					
-12 0.032 1.2 54.6 0.5 2.7 -10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.83 </td <td>-14.3</td> <td>0.032</td> <td>1.2</td> <td>51</td> <td>0.38</td> <td>2.7</td>	-14.3	0.032	1.2	51	0.38	2.7					
-10.5 0.032 1.3 56.2 0.55 2.7 -9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83	-13.4	0.031	1.2	52.8	0.34	2.7					
-9.4 0.032 1.4 59.4 0.67 2.7 -8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8	-12	0.032	1.2	54.6	0.5	2.7					
-8.2 0.033 1.4 60.8 0.74 2.7 -6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 <td>-10.5</td> <td>0.032</td> <td>1.3</td> <td>56.2</td> <td>0.55</td> <td>2.7</td>	-10.5	0.032	1.3	56.2	0.55	2.7					
-6.9 0.034 1.4 62.7 0.79 2.7 -5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9	-9.4	0.032	1.4	59.4	0.67	2.7					
-5.6 0.034 1.4 63.7 0.82 2.7 -4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.75 2.9	-8.2	0.033	1.4	60.8	0.74	2.7					
-4.3 0.035 1.5 65.2 0.86 2.7 -3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9 <td>-6.9</td> <td>0.034</td> <td>1.4</td> <td>62.7</td> <td>0.79</td> <td>2.7</td>	-6.9	0.034	1.4	62.7	0.79	2.7					
-3 0.035 1.5 66.8 0.89 2.9 -1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	-5.6	0.034	1.4	63.7	0.82	2.7					
-1.7 0.036 1.7 68.5 0.9 2.9 -0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	-4.3	0.035	1.5	65.2	0.86	2.7					
-0.5 0.037 1.7 70.3 0.9 2.9 1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	-3	0.035	1.5	66.8	0.89	2.9					
1 0.038 1.7 72 0.9 2.9 2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	-1.7	0.036	1.7	68.5	0.9	2.9					
2.2 0.039 1.7 73.8 0.88 2.9 3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	-0.5	0.037	1.7	70.3	0.9	2.9					
3.7 0.04 2 75.4 0.86 2.9 5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	1	0.038	1.7	72	0.9	2.9					
5.3 0.043 2 77 0.85 2.9 7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	2.2	0.039	1.7	73.8	0.88	2.9					
7 0.047 2 78.7 0.83 2.9 8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	3.7	0.04	2	75.4	0.86	2.9					
8.6 0.05 2 80.1 0.82 2.9 10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	5.3	0.043	2	77	0.85	2.9					
10.3 0.06 2.2 81.6 0.8 2.9 12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	7	0.047	2	78.7	0.83	2.9					
12.1 0.075 2.3 83 0.79 2.9 14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	8.6	0.05	2	80.1	0.82	2.9					
14 0.089 2.3 84.3 0.78 2.9 16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	10.3	0.06	2.2	81.6	0.8	2.9					
16 0.11 2.3 85.7 0.77 2.9 18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	12.1	0.075	2.3	83	0.79	2.9					
18 0.12 2.3 87 0.75 2.9	14	0.089	2.3	84.3	0.78	2.9					
	16	0.11	2.3	85.7	0.77	2.9					
20 0.12 2.3	18	0.12	2.3	87	0.75	2.9					
	20	0.12	2.3	-	-	-					

EINLEITUNG Seite 4

TU Dortmund Titel

- 2 Theorie
- 3 Aufbau
- 4 Durchführung
- 5 Auswertung
- 6 Diskussion

THEORIE Seite 5