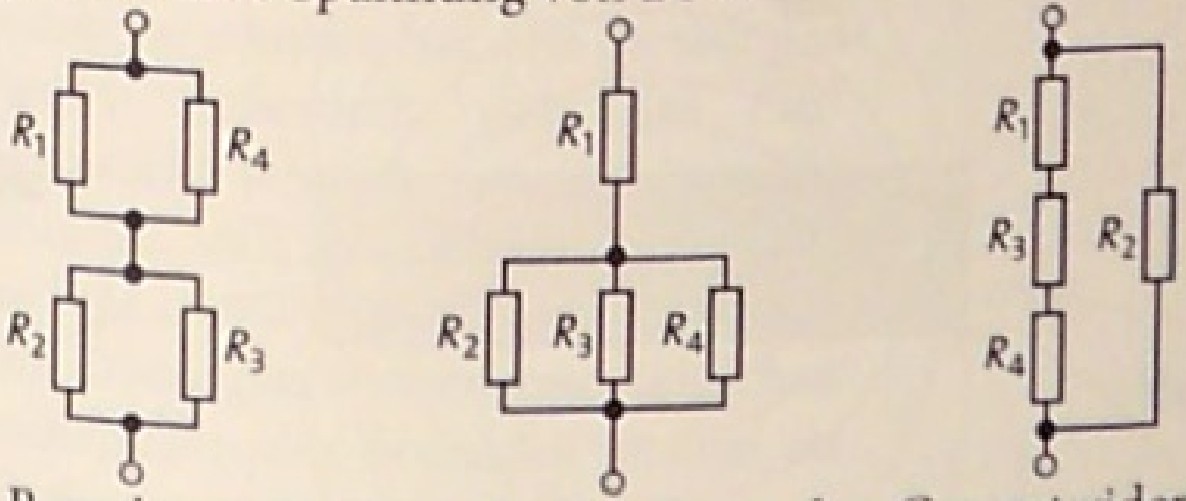
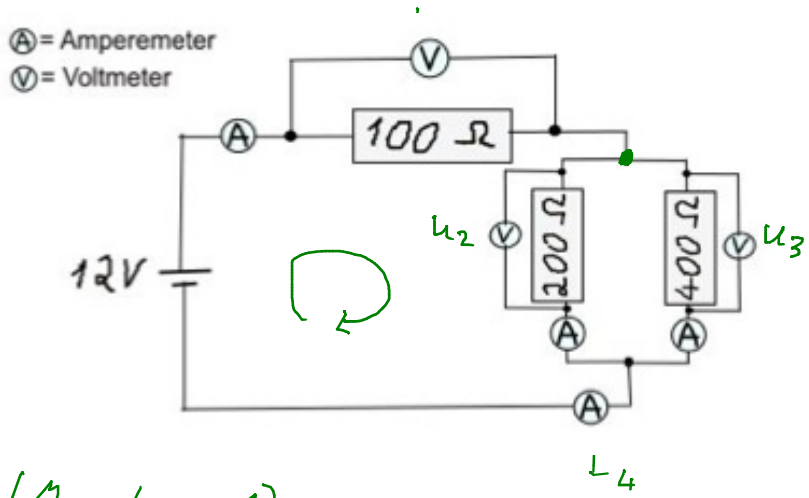
12. An den aus den vier Widerständen $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$, $R_3 = 50\ \Omega$ und $R_4 = 100\ \Omega$ gebildeten Schaltungen liegt jeweils eine Spannung von 24 V.



Berechnen Sie für jede Schaltung den Gesamtwiderstand, die Stromstärke durch jeden Widerstand und die an ihm anliegende Spannung.



$$R_{ges} = 100\,\Omega + \frac{1}{\frac{1}{200\,\Omega} + \frac{1}{400\,\Omega}}$$

$$= 233{,}3\,\Omega$$

$$\Rightarrow I_{ges} = \frac{U_0}{R_{ges}} = 0{,}051\,A$$

$$= I_1 = I_4$$

(Maschenregel)

$$-12V + U_1 + U_2 = 0$$

$$\Rightarrow U_1 = I_{ges} \cdot 100\,\Omega = 5{,}14\,V$$

$$U_2 = U_3$$

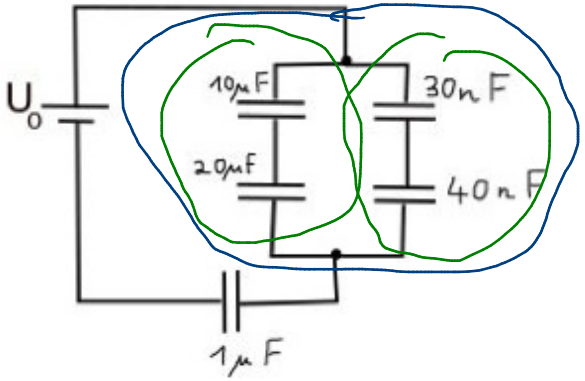
$$\Rightarrow U_2 = 12V - 5{,}14V$$
$$= 6{,}86\,V$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{6{,}86\,V}{200\,\Omega} = 0{,}034\,A \quad , \quad I_3 = \frac{6{,}86\,V}{400\,\Omega} = 0{,}017\,A$$

Probe: $I_2 + I_3 = I_{ges}$ ✓

$I_2 = \frac{2}{3} I_{ges}$ ✓ $\quad I_3 = \frac{1}{3} I_{ges}$ ✓

1.2. Berechne die Gesamtkapazität der Schaltung:



Rechensch.: $\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$C_{ll} = 6{,}7\,\mu F$

$C_{re} = 17\,nF$

$C_{blau} = 6{,}7\,\mu F$

$\Rightarrow \frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{1\,\mu F} + \frac{1}{6{,}7\,\mu F}$

$\Rightarrow C_{ges} = 0{,}87\,\mu F$

Wir nehmen eine normale Gewitterlage an, sagen wir, die Wolke überdecke eine Grundfläche von $A = 750000\,m^2$. Die Wolkenunterseite sei kurz vor der Entstehung des Blitzes mit $Q = 15\,C$ elektrisch geladen. Es sei angenommen, dass das elektrische Feld zwischen Wolke und Erdboden näherungsweise homogen ist.

2.1. Der gesamte Vorgang der Ladungstrennung - bekanntlich durch starke vertikale Strömungen in der Wolke hervorgerufen – dauere $t = 2\,min$. Berechnen Sie die elektrische Stromstärke I in der Wolke während der Aufladung.

2.2. Berechnen Sie die elektrische Feldstärke im Raum zwischen Wolke und Erdboden, wenn die Wolke auf der Unterseite die maximale Ladungsmenge trägt.

2.3. Durch welche elektrische Ladung entsteht das elektrische Feld in der Nähe des Erdbodens? Vertikale Luftströmungen können den Erdboden ja wohl kaum aufladen!

2.4. Die Wolkenbasis befinde sich in $h = 330\,m$ über dem Erdboden. Bestimmen Sie die elektrische Spannung U.

2.5. Berechne die Kapazität des Systems.

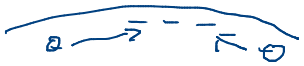
2.6. Wie viel elektrische Energie ist in dem elektrischen Feld zwischen Wolke und Erdboden kurz vor der Auslösung des Blitzes gespeichert?

2.1. $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{0 - 15C}{0 - 120s} = 0{,}125\,A$

2.2. $\frac{Q}{A} = \varepsilon_0 E \Rightarrow E = \frac{Q}{A \cdot \varepsilon_0} = 2{,}26 \cdot 10^6 \frac{V}{m}$

$\left[\frac{Q}{A\,\varepsilon_0}\right] = \frac{C}{m^2 \frac{As}{Vm}} = \frac{As}{m \frac{As}{V}} = \frac{V}{m}$

2.3. Influenz



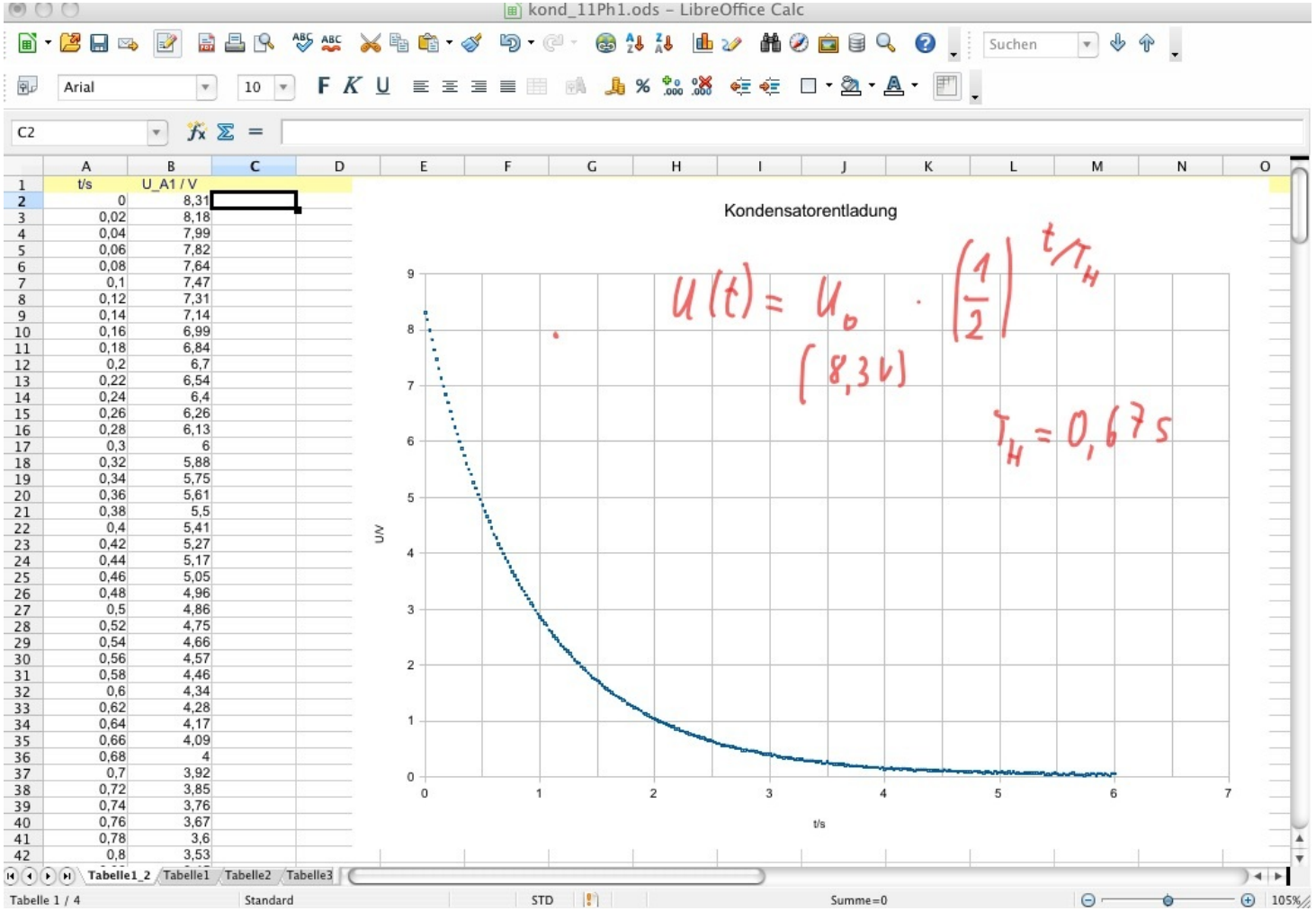
2.4. $U = E \cdot d = 746\,MV$
$(= h)$

2.5. $C = \frac{Q}{U} = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = 20\,nF$

2.6. $W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2C} Q^2 = 5{,}6\,GJ$

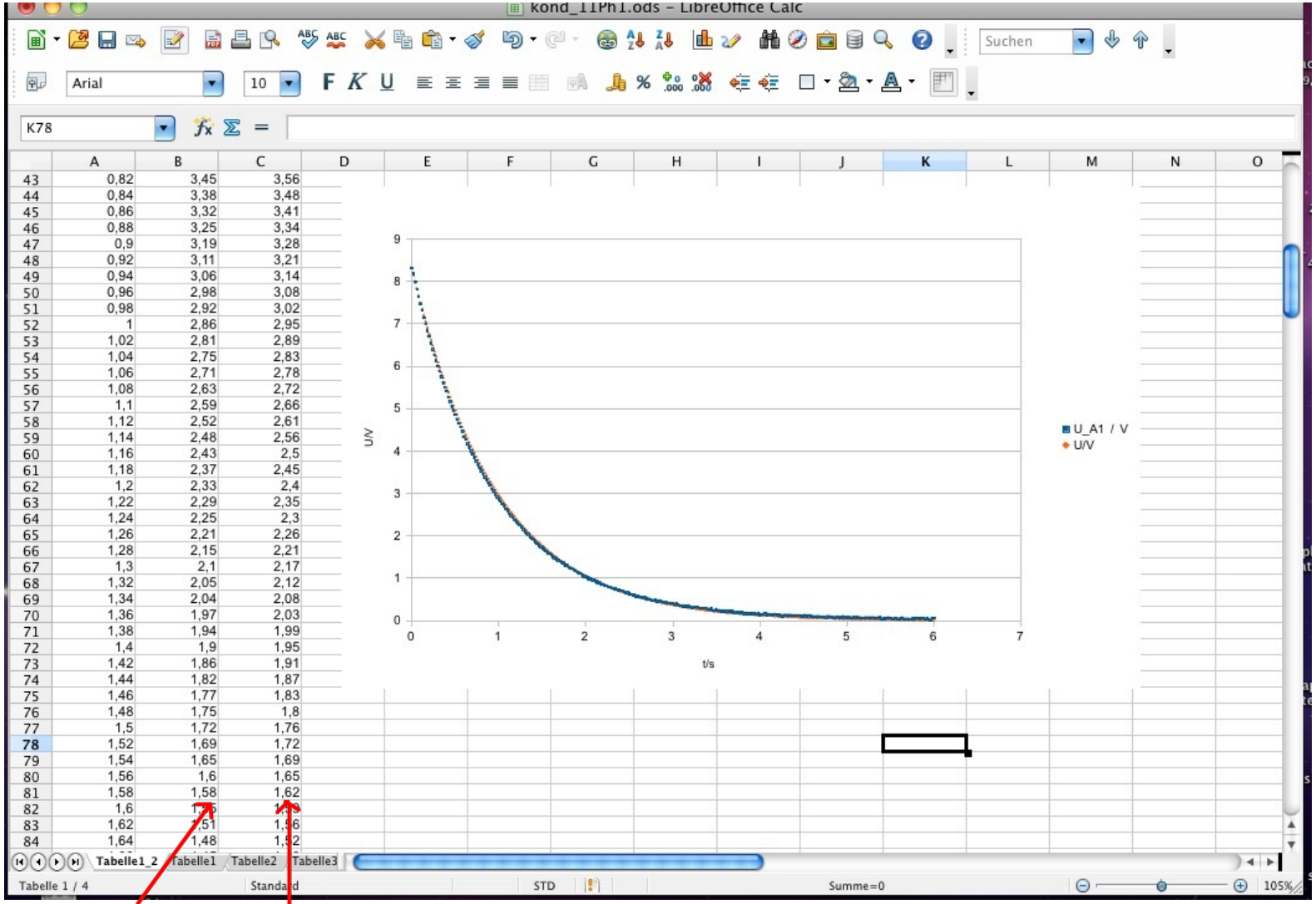
$\approx 2000\,kWh$

Auf- und Entladung eines Kondensators



t/s	U_A1 / V
0	8,31
0,02	8,18
0,04	7,99
0,06	7,82
0,08	7,64
0,1	7,47
0,12	7,31
0,14	7,14
0,16	6,99
0,18	6,84
0,2	6,7
0,22	6,54
0,24	6,4
0,26	6,26
0,28	6,13
0,3	6
0,32	5,88
0,34	5,75
0,36	5,61
0,38	5,5
0,4	5,41
0,42	5,27
0,44	5,17
0,46	5,05
0,48	4,96
0,5	4,86
0,52	4,75
0,54	4,66
0,56	4,57
0,58	4,46
0,6	4,34
0,62	4,28
0,64	4,17
0,66	4,09
0,68	4
0,7	3,92
0,72	3,85
0,74	3,76
0,76	3,67
0,78	3,6
0,8	3,53

Geraten!



	A	B	C
43	0,82	3,45	3,56
44	0,84	3,38	3,48
45	0,86	3,32	3,41
46	0,88	3,25	3,34
47	0,9	3,19	3,28
48	0,92	3,11	3,21
49	0,94	3,06	3,14
50	0,96	2,98	3,08
51	0,98	2,92	3,02
52	1	2,86	2,95
53	1,02	2,81	2,89
54	1,04	2,75	2,83
55	1,06	2,71	2,78
56	1,08	2,63	2,72
57	1,1	2,59	2,66
58	1,12	2,52	2,61
59	1,14	2,48	2,56
60	1,16	2,43	2,5
61	1,18	2,37	2,45
62	1,2	2,33	2,4
63	1,22	2,29	2,35
64	1,24	2,25	2,3
65	1,26	2,21	2,26
66	1,28	2,15	2,21
67	1,3	2,1	2,17
68	1,32	2,05	2,12
69	1,34	2,04	2,08
70	1,36	1,97	2,03
71	1,38	1,94	1,99
72	1,4	1,9	1,95
73	1,42	1,86	1,91
74	1,44	1,82	1,87
75	1,46	1,77	1,83
76	1,48	1,75	1,8
77	1,5	1,72	1,76
78	1,52	1,69	1,72
79	1,54	1,65	1,69
80	1,56	1,6	1,65
81	1,58	1,58	1,62
82	1,6	1,5[illegible]	1,5[illegible]
83	1,62	1,51	1,56
84	1,64	1,48	1,52

Messwerte

berechnete Funktionswerte
gemäß der geratenen Funktion

Perfekt geraten!

Exponentialfunktion und Logarithmus

$$(y =)\ a^x = e^{x \cdot \ln a} \quad \Big|\ \ln \qquad \left(= b^{x \cdot \log_b a}\right)$$

$$\Leftrightarrow \quad \ln a^x = \ln\left(e^{x \cdot \ln a}\right)$$

$$\overset{(3.LR)}{=} x \cdot \ln a \qquad\qquad = x \cdot \ln a \cdot \underbrace{\ln e}_{1}$$

Welche Funktion "steckt" hinter meinen Messwerten?

$$y = C_1 \cdot e^{C_2 \cdot x} \quad \Big|\ \ln$$

$$\Leftrightarrow \quad \ln y = \ln\left(C_1 e^{C_2 x}\right) \overset{2.LR}{=} \ln C_1 + \ln e^{C_2 x}$$

$$\overset{3.LR}{=} \ln C_1 + C_2 x \cdot \underbrace{\ln e}_{=1}$$

$$\Leftrightarrow \quad \underbrace{\ln y}_{y_{neu}} = \underbrace{C_2}_{m} x + \underbrace{\ln C_1}_{b}$$

$$y_{neu} = m \cdot x + b$$

HA: beweise die letzte Behauptung des AB "Linearisierung"

<-- 16.1.2012