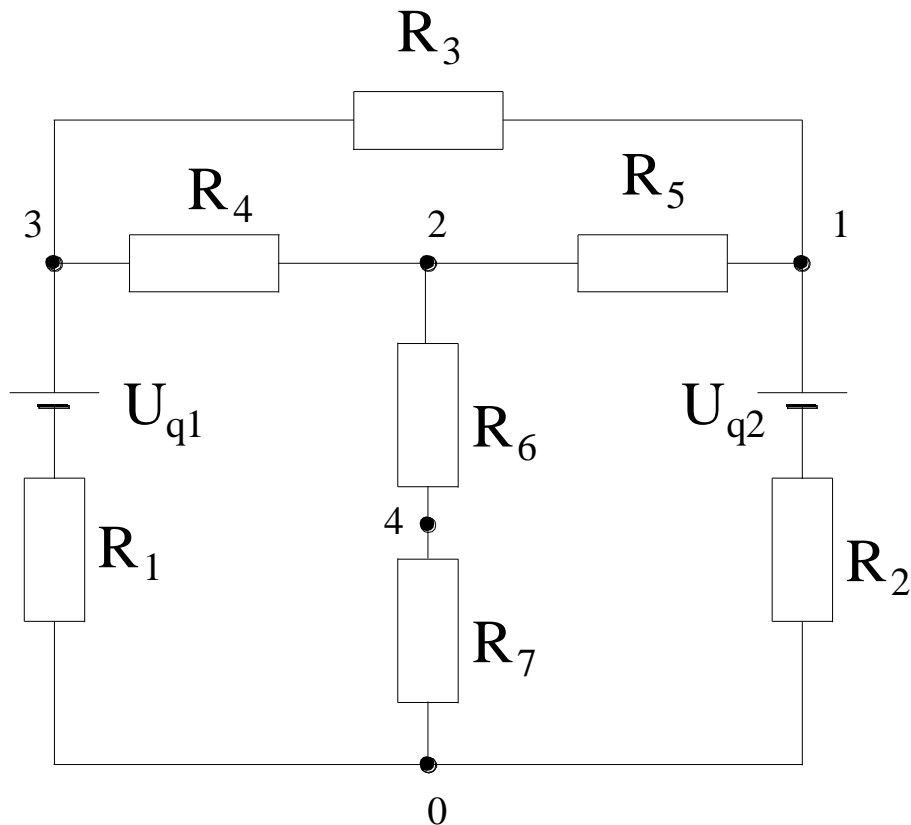


## 1 Organisatorisches

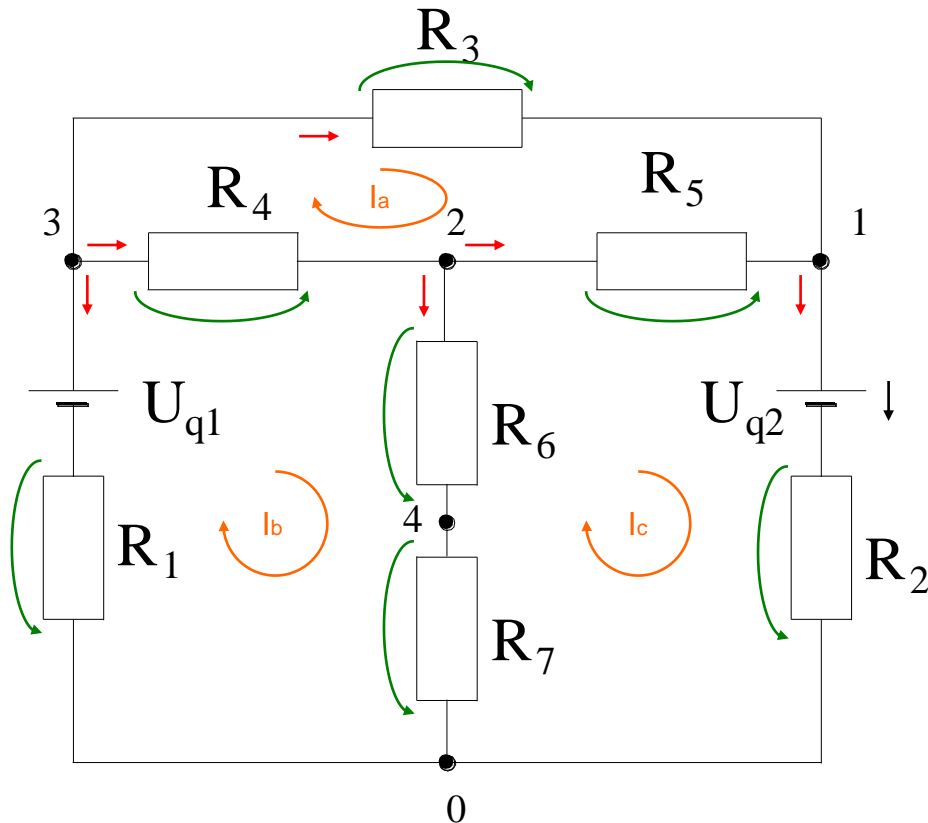
- ✓ Vorbereitungsaufgaben zur Netzwerkberechnung
- ✓ Eingangstestat
- ✓ Protokollabgabe: spätestens 2 Wochen nach Versuchsdurchführung per Mail beim Laboringenieur:  
[W.Menzel@hszg.de](mailto:W.Menzel@hszg.de)
- ✓ Dateiname: Einreichernamen Studienjahrgang.pdf  
(z.B. **Schmidt KIA-EAb22.pdf**)
- ✓ Protokollrückgabe: per Mail
- ✓ Nachweisführung der erfolgreichen Teilnahme: durch das testierte Protokoll

# Gleichstromnetzwerk



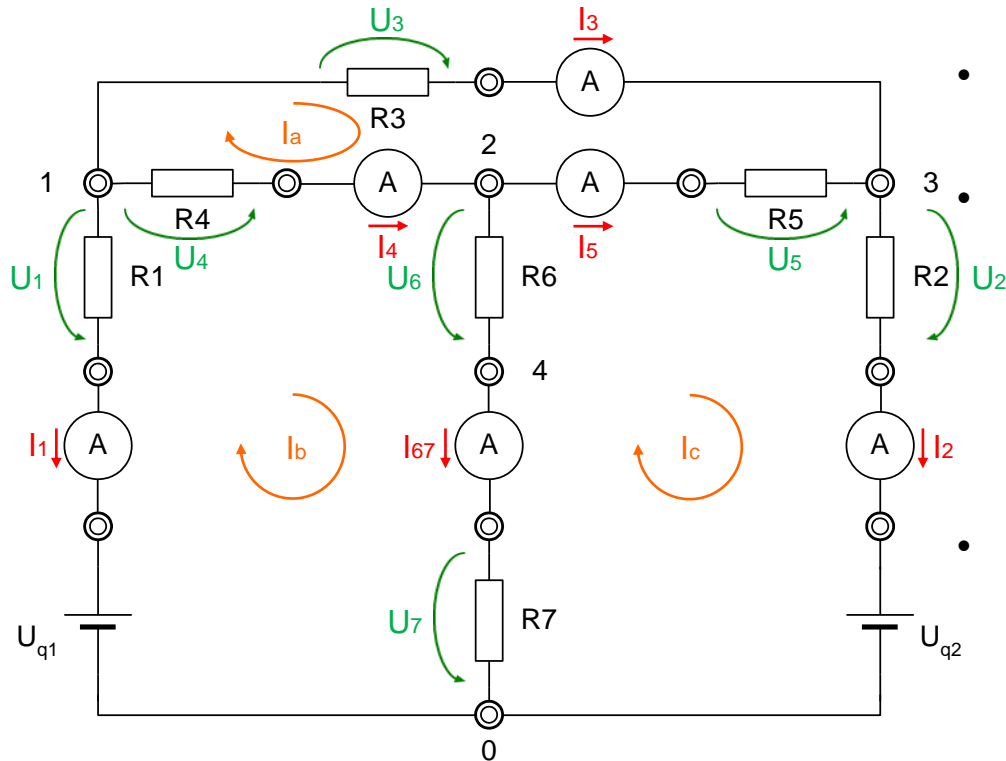
- 5.1 Aufbau der Messschaltung
- 5.2 Messen Sie alle Zweigströme
- 5.3 Messen Sie alle Spannungsfälle
- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x
- 5.5 Entfernen Sie den Widerstand  $R_7$ . Betrachten Sie dann diese Schaltung zwischen den Knotenpunkten 0 und 4 als **aktiven Zweipol**
- 5.6 Messen Sie die  $U$  und den  $I$  in Abhängigkeit vom Außenwiderstand  $R_a$  ( $R_a$  entspricht  $R_7$ )

# Gleichstromnetzwerk



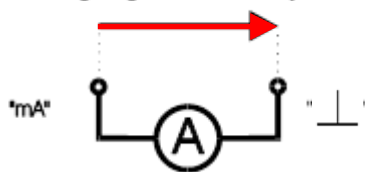
- 5.1 Aufbau der Messschaltung
- 5.2 Messen Sie alle Zweigströme
- 5.3 Messen Sie alle Spannungsfälle
- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x
- 5.5-6 Entfernen Sie den Widerstand  $R_7$ . Betrachten Sie dann diese Schaltung zwischen den Knotenpunkten 0 und 4 als **aktiven Zweipol**. Messen Sie die  $U$  und den  $I$  in Abhängigkeit vom Außenwiderstand  $R_a$  ( $R_a$  entspricht  $R_7$ )

# Messschaltung

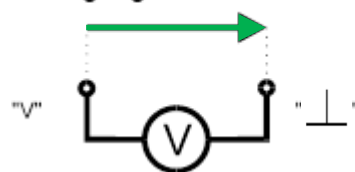


- 5.1 Aufbau der Messschaltung
- 5.2 Messen Sie alle Zweigströme  
Hinweis: Nur das Messgerät in dem der Strom erfasst wird belassen.  
Die restlichen überbrücken!
- 5.3 Messen Sie alle Spannungsfälle  
Hinweis:  
Alle Strommessgeräte deaktivieren!

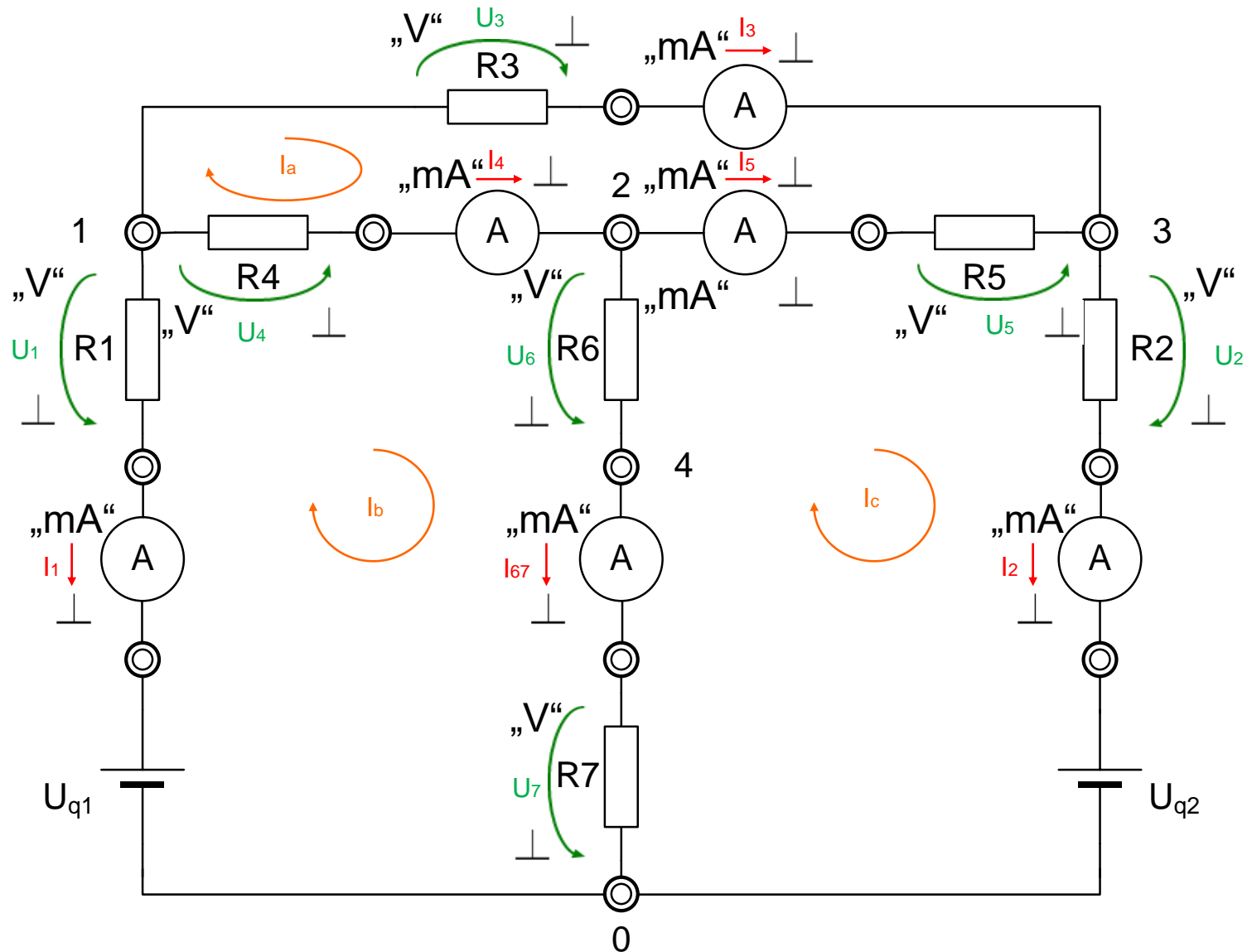
festgelegter Stromzählpfeil



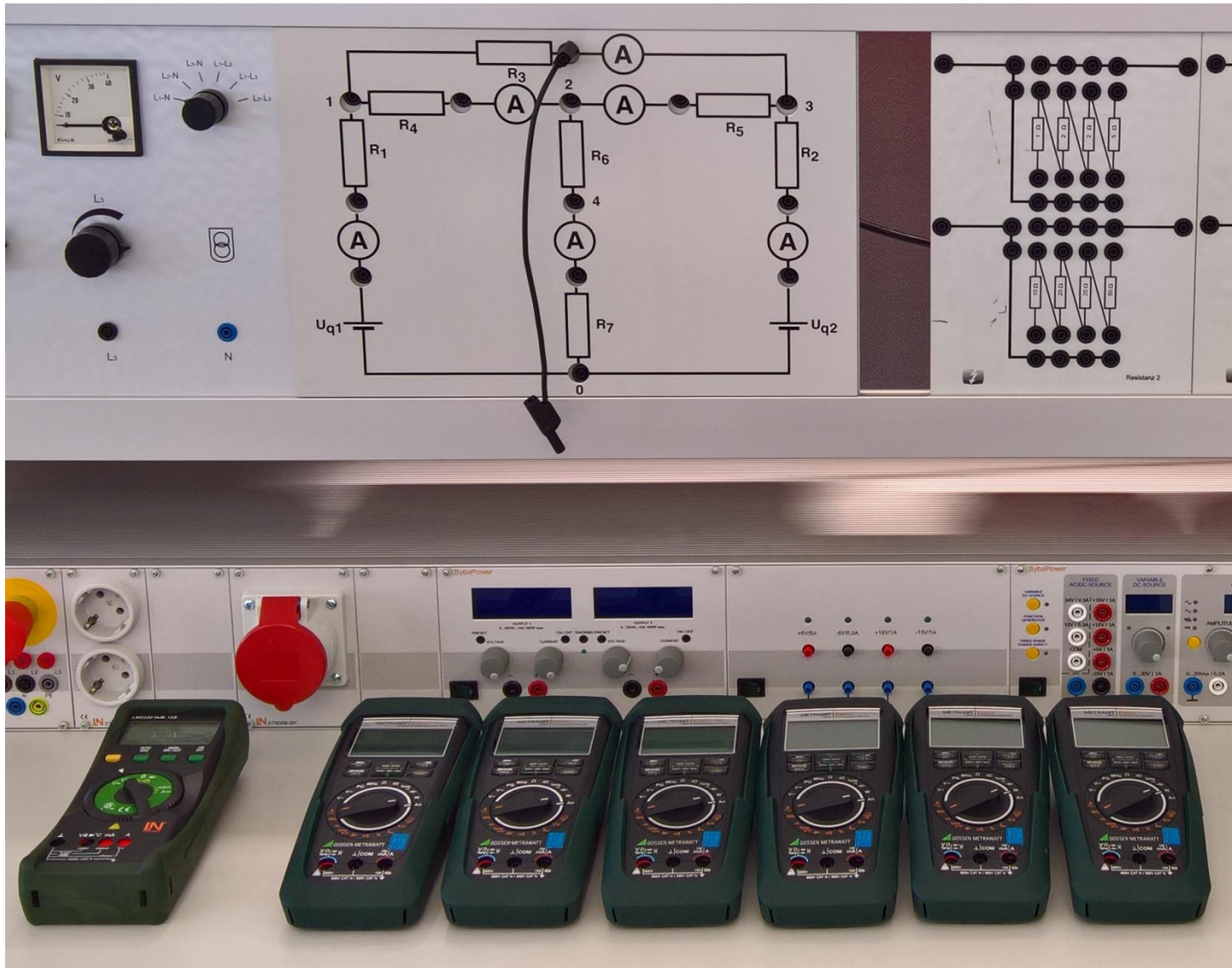
festgelegter Umlaufsinn



# Messschaltung



# Arbeitsplatz



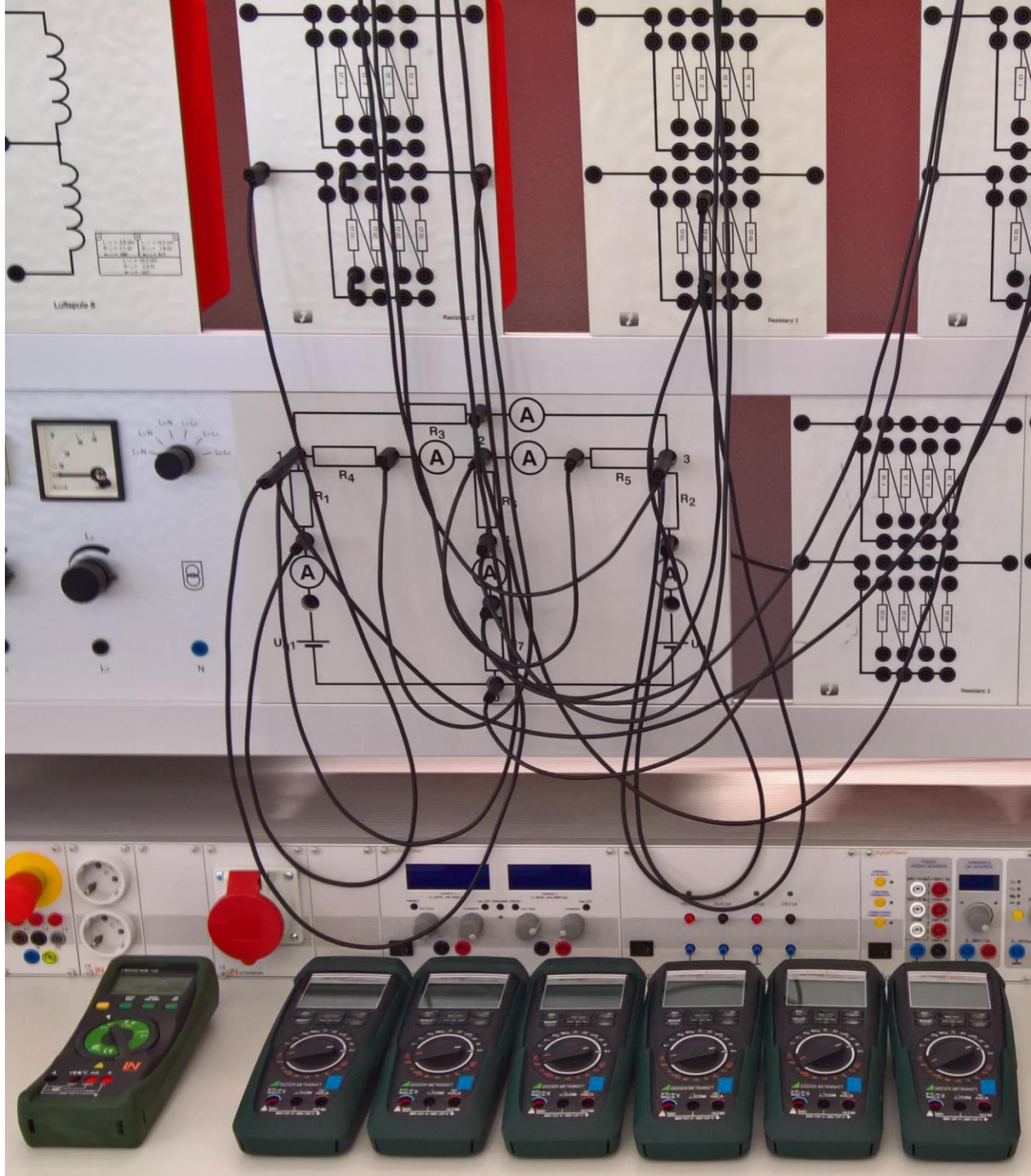


W  
i  
d  
e  
r  
s  
t  
ä  
n  
d  
e  
s  
t  
e  
c  
k  
e  
n



n  
a  
c  
h  
v  
e  
r  
s  
u  
c  
h  
s  
g  
r  
u  
p  
p  
e

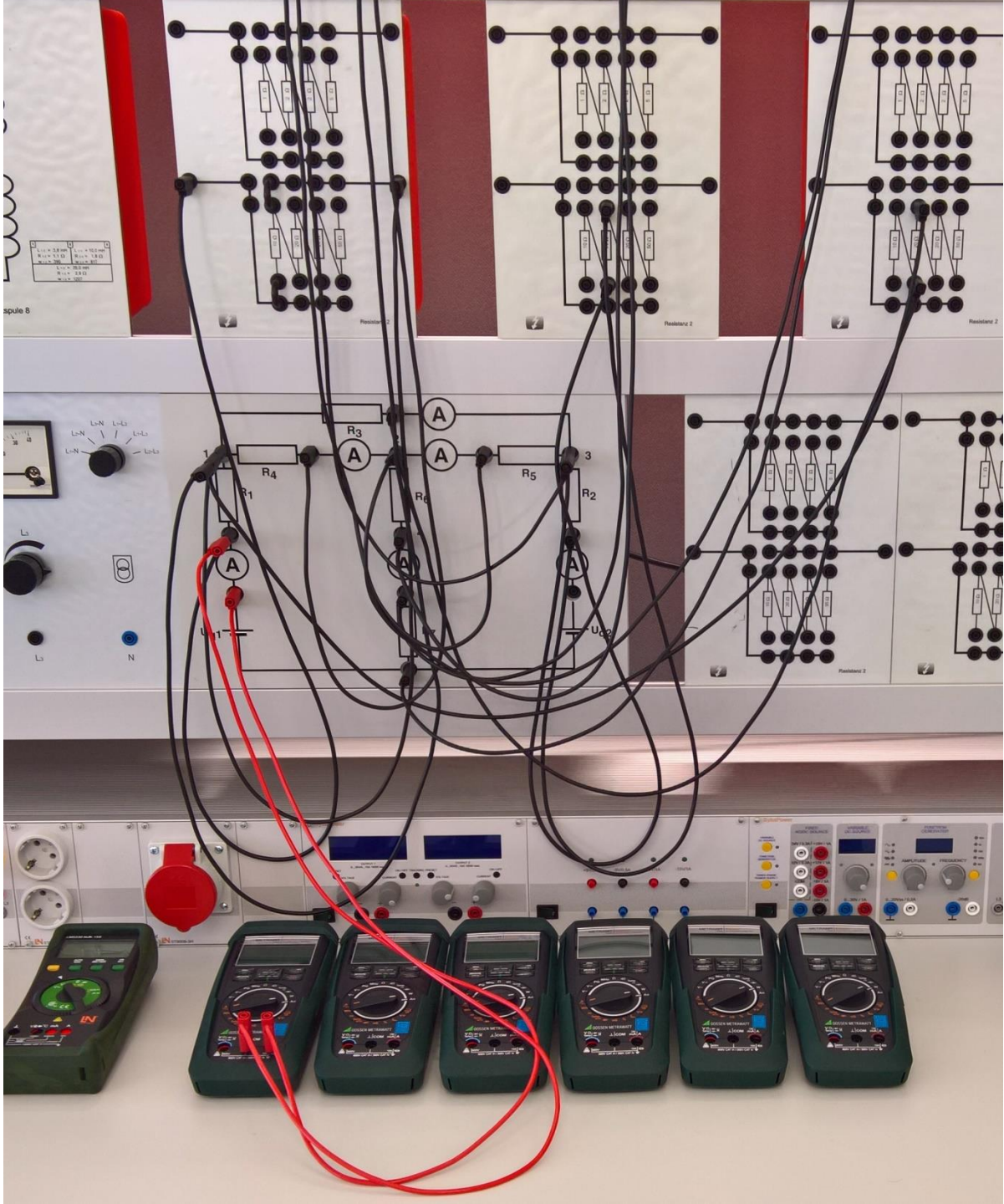
W  
i  
d  
e  
r  
s  
t  
ä  
n  
d  
e  
s  
t  
e  
c  
k  
e  
n



n  
a  
c  
h  
v  
e  
r  
s  
u  
c  
h  
s  
g  
r  
u  
p  
p  
e

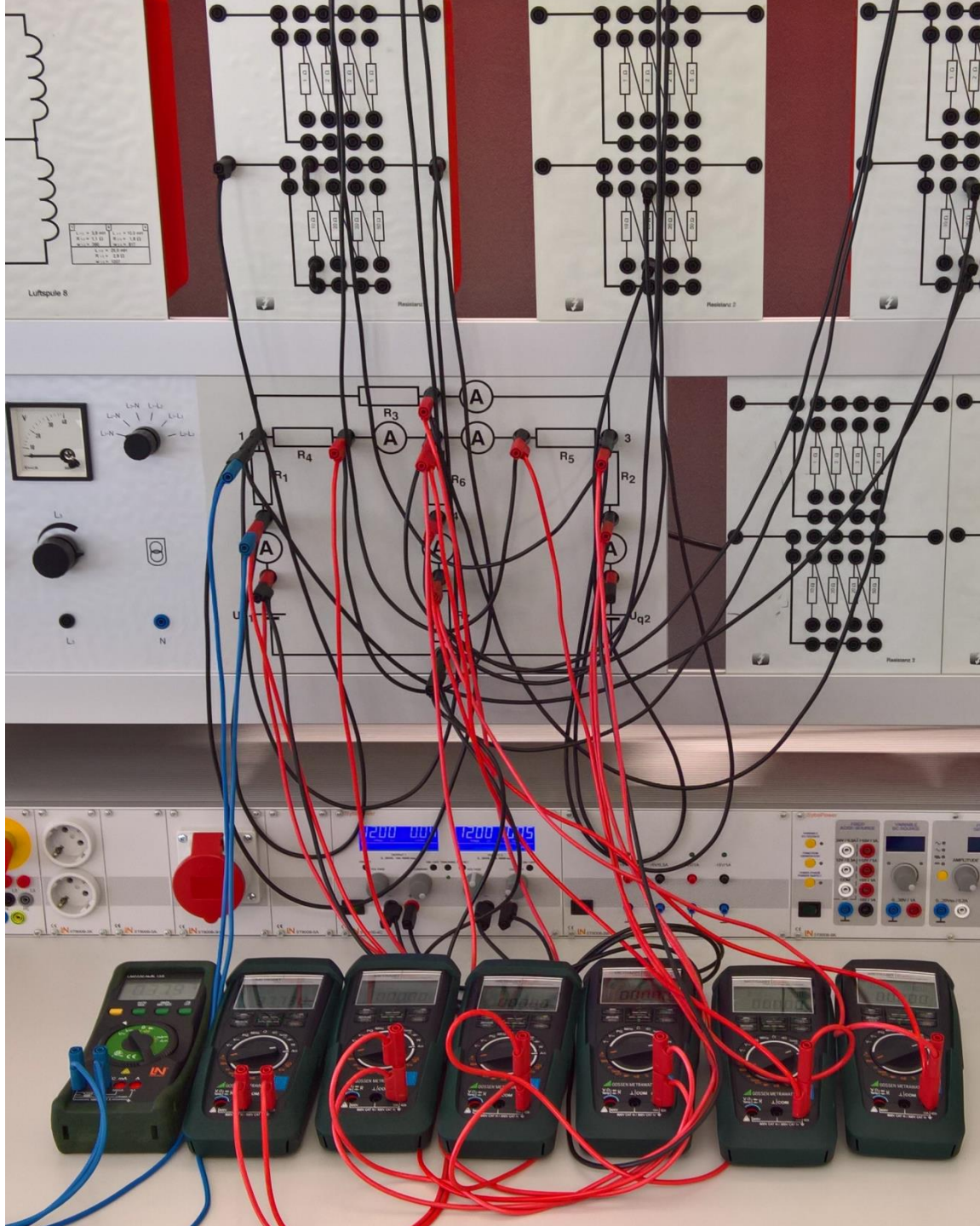


S  
t  
r  
o  
m  
m  
e  
s  
s  
g  
e  
r  
ä  
t  
e  
n  
a  
c  
h



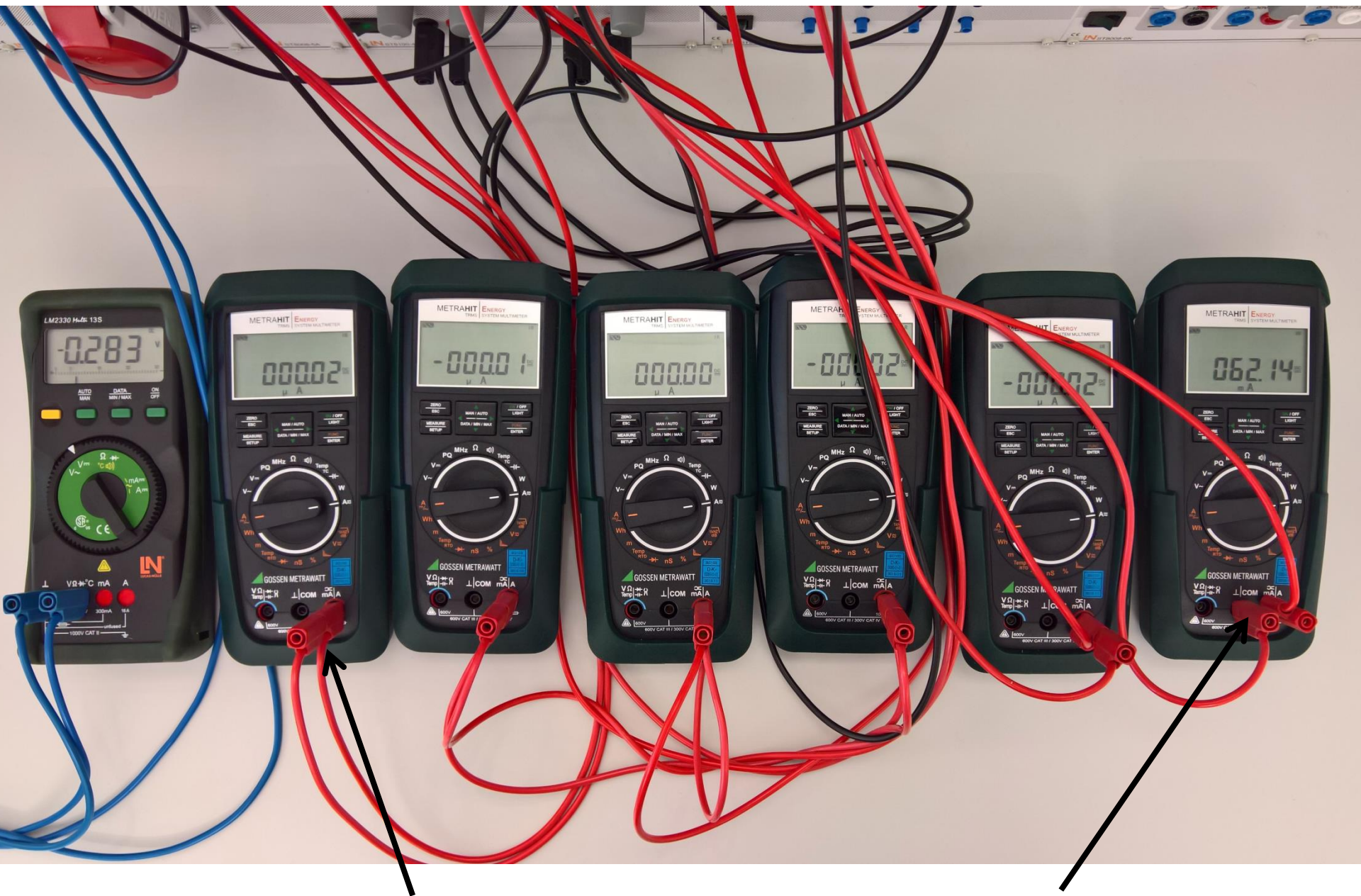
V  
o  
r  
z  
e  
i  
c  
h  
e  
n  
r  
i  
c  
h  
t  
u  
n  
g

S  
t  
r  
o  
m  
m  
e  
s  
s  
g  
e  
r  
ä  
t  
e  
  
n  
a  
c  
h



V  
o  
r  
z  
e  
i  
c  
h  
e  
n  
r  
i  
c  
h  
t  
u  
n  
g

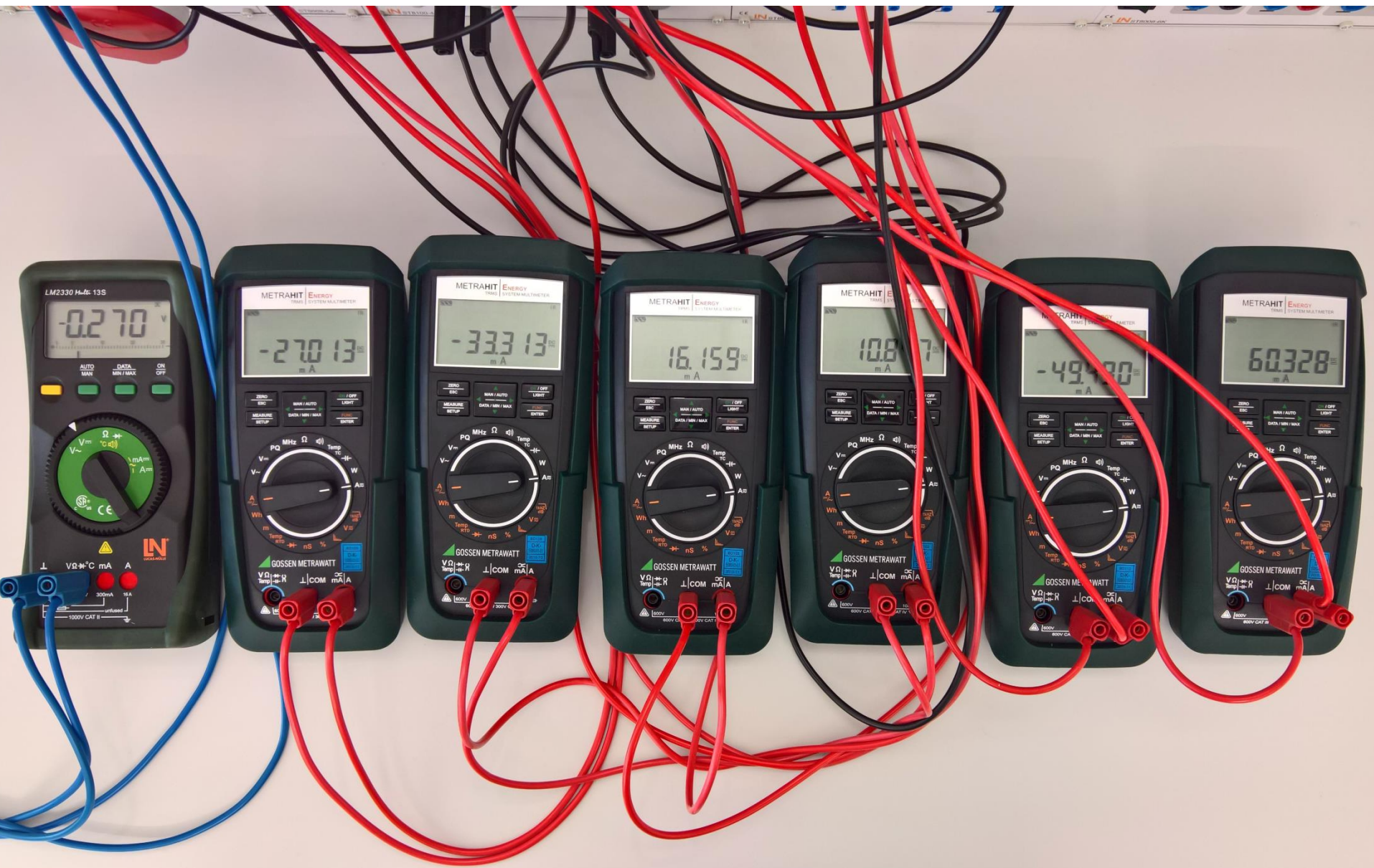




„deaktiviertes Messgerät“

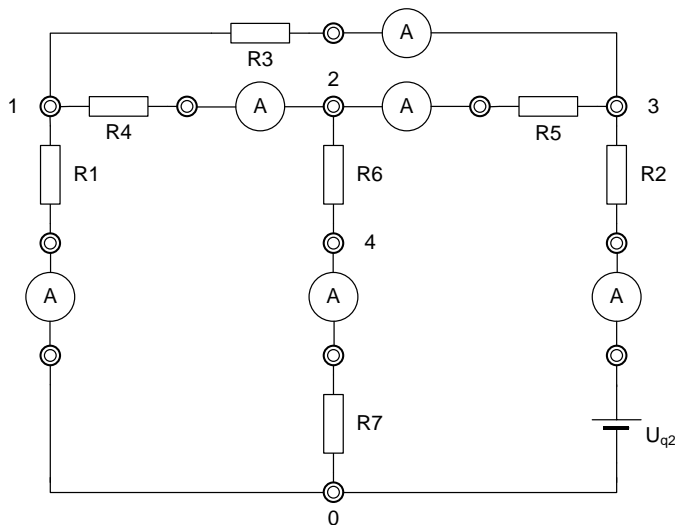
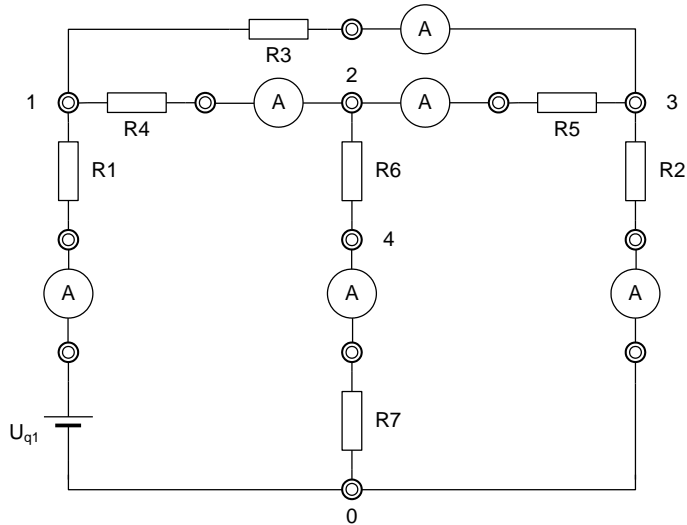
„aktiviertes Messgerät“



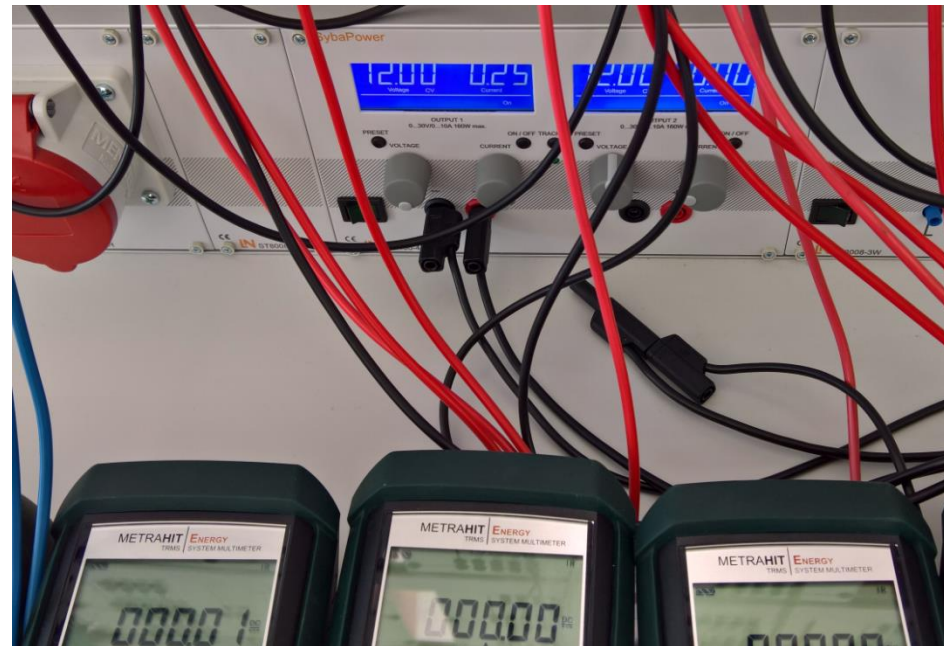


Alle Messgeräte „aktiviert“, größerer Messfehler!

# Überlagerungsmethode

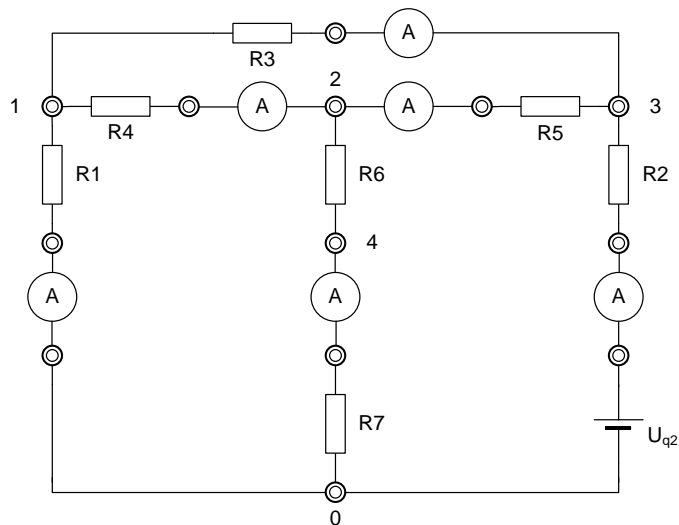
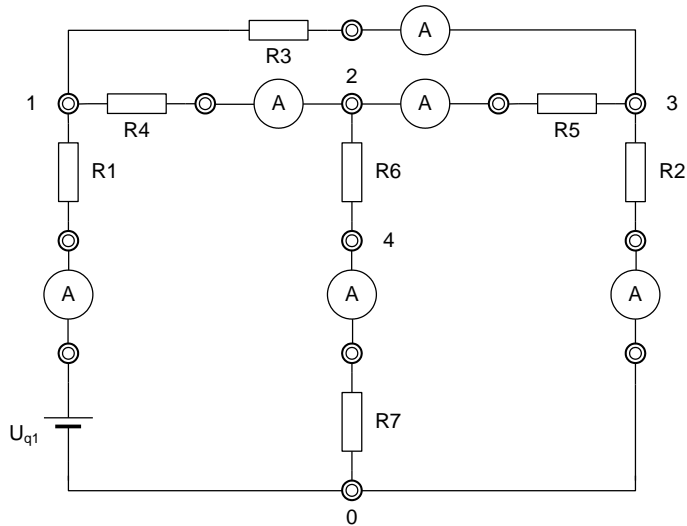


- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x  
Hinweis:  
Nur das Messgerät in dem der Strom erfasst wird belassen.  
Die restlichen deaktivieren usw.!

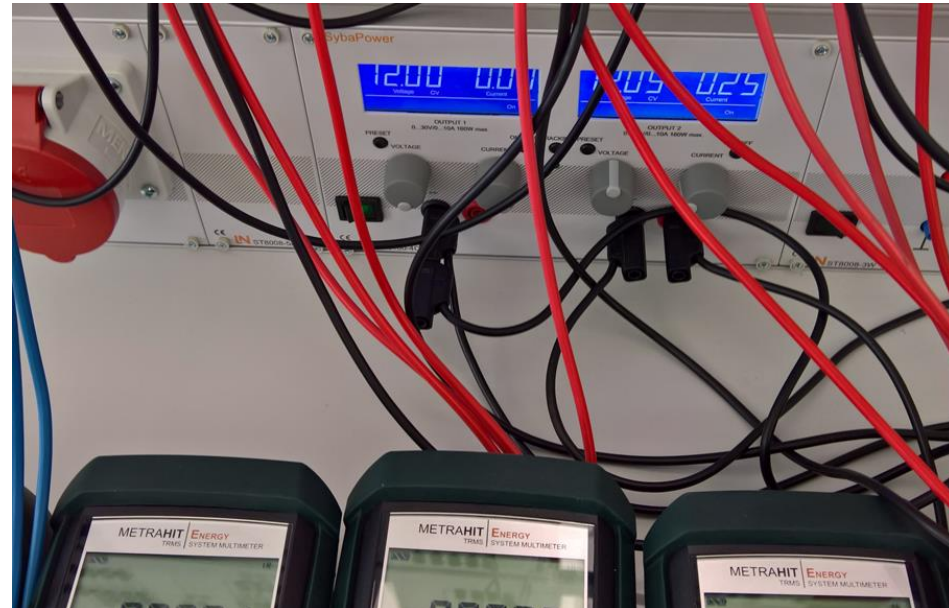




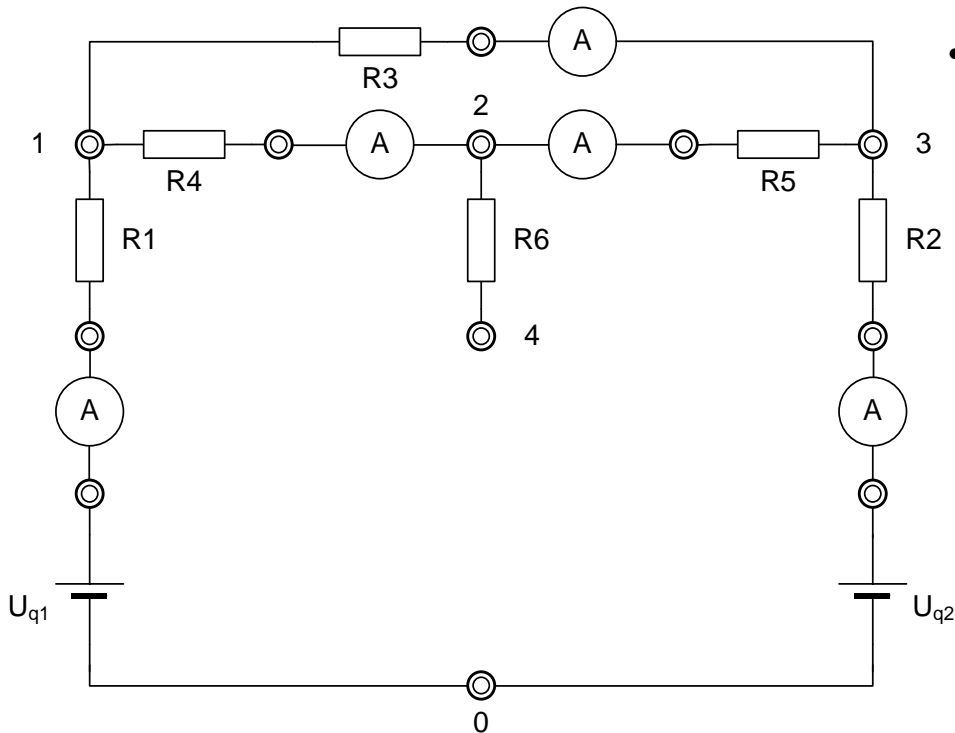
# Überlagerungsmethode



- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x  
Hinweis:  
Nur das Messgerät im Zweig x aktiv belassen. Die restlichen „deaktivieren“!

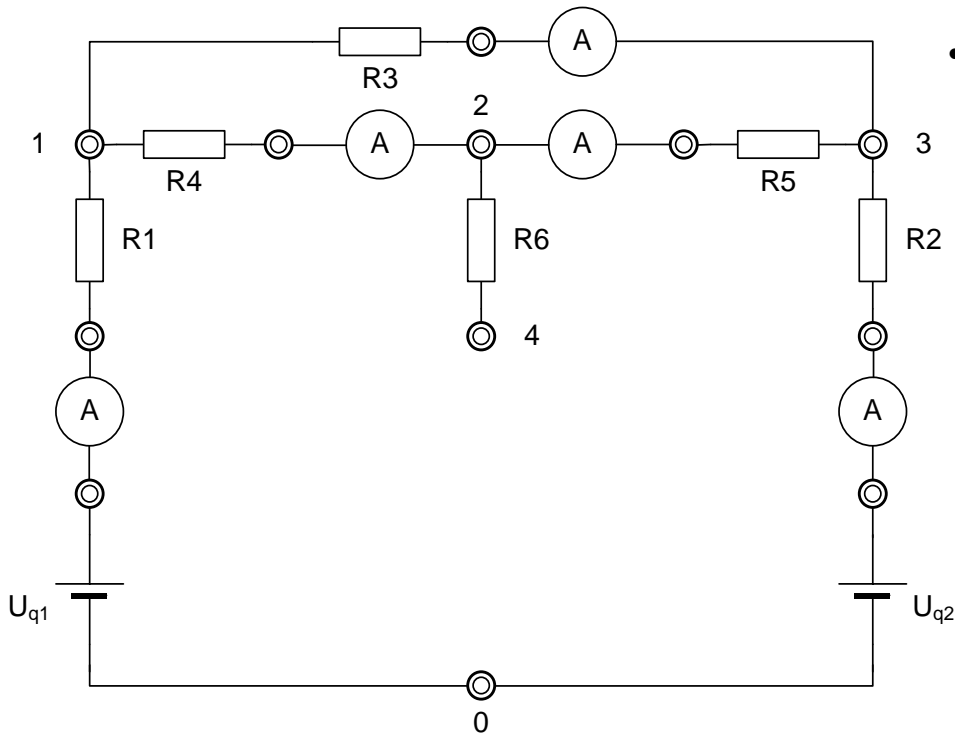


# Zweipolverfahren

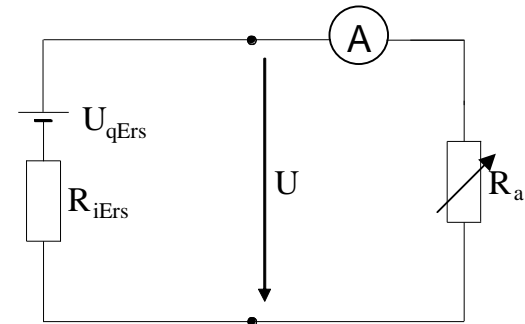


- 5.5 Entfernen Sie den Widerstand R7  
Betrachten Sie dann diese  
Schaltung zwischen den  
Knotenpunkten 0 und 4 als **aktiven  
Zweipol**  
Hinweis:  
Alle Strommessgeräte  
überbrücken!

# Zweipolverfahren



- 5.6 Messen Sie die  $U$  und den  $I$  in Abhängigkeit vom Außenwiderstand  $R_a$  ( $R_a$  entspricht  $R_7$ )



$$U = U_{qErs} - I R_{iErs}$$

Leerlauf:  $R_a = \infty$       Kurzschluss:  $R_a = 0$

$$I = 0$$

$$I = I_K$$

$$U = U_{qErs}$$

$$U = 0$$

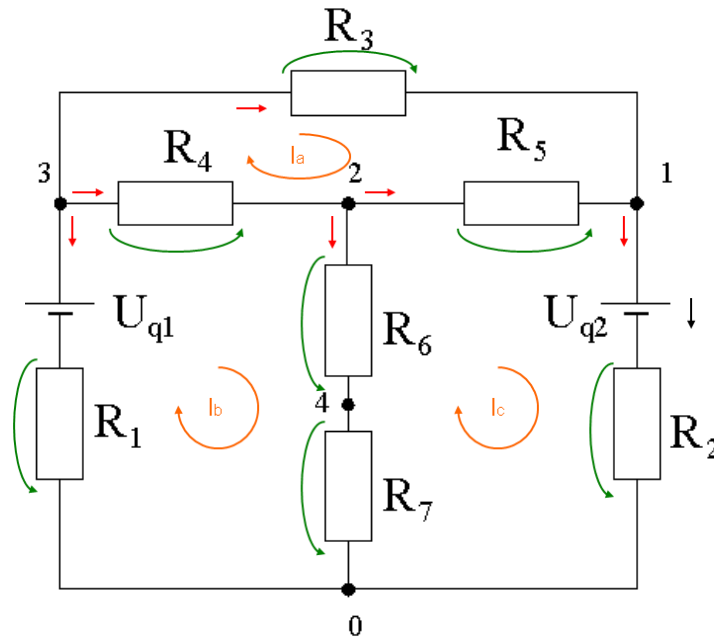
# Messwertetabellen

Versuchs variante Nr.	$R_3$ in $\Omega$	$R_4$ in $\Omega$	$R_5$ in $\Omega$	$R_6$ in $\Omega$	$R_7$ in $\Omega$	$I_1$ in mA	$I_2$ in mA	$I_3$ in mA	$I_4$ in mA	$I_5$ in mA	$I_6$ in mA
1	20	500	100	50	50	27,24	-31,50	16,91	10,92	-50,53	62,02
2	500	100	20	50	50	25,13	-66,80	1,89	23,27	-68,78	92,46
3	100	20	500	50	50	78,57	-12,77	-7,81	86,65	-4,88	91,69
4	20	50	200	100	100	32,37	-13,47	-2,77	37,90	-9,94	48,06
5	50	200	20	100	100	16,53	-33,44	9,78	6,96	-44,14	51,46
6	200	20	50	100	100	35,16	-17,06	-0,30	35,73	-16,82	53,38
7	50	100	200	200	200	15,52	-8,87	-0,29	16,58	-8,47	25,17
8	100	200	50	200	200	8,61	-17,27	2,11	5,80	-20,02	26,46
9	200	50	100	200	200	17,58	-9,03	-0,04	17,79	-9,04	27,13

$$U_{q1} = U_{q2} = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$



Versuchs- variante Nr.	R <sub>3</sub> in $\Omega$	R <sub>4</sub> in $\Omega$	R <sub>5</sub> in $\Omega$	R <sub>6</sub> in $\Omega$	R <sub>7</sub> in $\Omega$	U <sub>1</sub> in V	U <sub>2</sub> in V	U <sub>3</sub> in V	U <sub>4</sub> in V	U <sub>5</sub> in V	U <sub>6(0)</sub> in V	U <sub>7</sub> in V
1	20	500	100	50	50	-0,28	-0,62	0,33	5,52	-5,06	3,10	3,10
2	500	100	20	50	50	0,33	-1,34	0,95	2,33	-1,38	4,62	4,62
3	100	20	500	50	50	-1,04	-0,26	-0,78	1,74	-2,44	4,59	4,59
4	20	50	200	100	100	-0,33	-0,27	-0,06	1,90	-1,99	4,81	4,81
5	50	200	20	100	100	-0,17	-0,67	0,49	1,40	-0,89	5,15	5,15
6	200	20	50	100	100	-0,43	-0,34	-0,08	0,72	-0,83	5,34	5,34
7	50	100	200	200	200	-0,19	-0,18	-0,01	1,66	-1,70	5,03	5,03
8	100	200	50	200	200	-0,09	-0,35	0,21	1,16	-1,01	5,29	5,29
9	200	50	100	200	200	0,18	0,18	0,01	0,89	0,91	5,43	5,43

Versuchs- variante Nr.	U <sub>q1</sub> = 0 V						U <sub>q2</sub> = 0 V					
	I <sub>1</sub> in mA	I <sub>2</sub> in mA	I <sub>3</sub> in mA	I <sub>4</sub> in mA	I <sub>5</sub> in mA	I <sub>6</sub> in mA	I <sub>1</sub> in mA	I <sub>2</sub> in mA	I <sub>3</sub> in mA	I <sub>4</sub> in mA	I <sub>5</sub> in mA	I <sub>6</sub> in mA
1	224,69	-257,36	-222,66	-1,87	-34,55	32,58	-253,46	224,34	239,58	12,82	-15,91	28,33
2	73,51	-140,03	-16,37	-56,15	-123,67	66,75	-101,46	74,89	18,80	80,65	53,42	25,37
3	91,29	-106,11	-88,66	-5,32	-17,47	10,86	-176,90	94,97	82,41	94,99	12,64	82,28
4	229,22	-247,45	-255,54	-5,85	-20,84	14,10	-264,35	230,26	219,28	44,36	10,76	33,90
5	156,58	-190,89	-130,24	-26,27	-60,03	34,28	-173,63	156,18	140,04	33,11	15,82	17,05
6	130,94	-146,01	-36,36	-95,68	-112,23	16,37	-169,22	132,25	36,74	128,15	92,25	35,67
7	157,77	-165,54	-140,25	-17,63	-26,07	8,45	-174,42	157,66	140,08	34,34	17,67	16,79
8	111,88	-129,37	-82,47	-29,24	-46,53	17,53	-120,67	111,66	85,00	35,50	26,52	8,94
9	97,30	-106,43	-43,95	-52,25	-62,15	9,06	-115,30	97,17	43,88	71,09	52,28	18,06



Versuchs- variante Nr.	$I_{1q1} + I_{1q2}$ in mA	$I_{2q1} + I_{2q2}$ in mA	$I_{3q1} + I_{3q2}$ in mA	$I_{4q1} + I_{4q2}$ in mA	$I_{5q1} + I_{5q2}$ in mA	$I_{6q1} + I_{6q2}$ in mA	$\Delta I_1$ in %	$\Delta I_2$ in %	$\Delta I_3$ in %	$\Delta I_4$ in %	$\Delta I_5$ in %	$\Delta I_6$ in %
1	28,77	-33,02	16,92	10,95	-50,46	60,91	-5,32	-4,60	-0,06	-0,27	0,14	1,82
2	27,95	-65,14	2,43	24,5	-70,25	92,12	-10,09	2,55	-22,22	-5,02	-2,09	0,37
3	85,61	-11,14	-6,25	89,67	-4,83	93,14	-8,22	14,63	24,96	-3,37	1,04	-1,56
4	35,13	-17,19	-36,26	38,51	-10,08	48	-7,86	-21,64	-92,36	-1,58	-1,39	0,13
5	17,05	-34,71	9,8	6,84	-44,21	51,33	-3,05	-3,66	-0,20	1,75	-0,16	0,25
6	38,28	-13,76	0,38	32,47	-19,98	52,04	-8,15	23,98	-178,95	10,04	-15,82	2,57
7	16,65	-7,88	-0,17	16,71	-8,4	25,24	-6,79	12,56	70,59	-0,78	0,83	-0,28
8	-8,79	-17,71	2,53	6,26	-20,01	26,47	-2,05	-2,48	-16,60	-7,35	0,05	-0,04
9	18	-9,26	0,07	18,84	-9,87	27,12	-2,33	-2,48	-42,86	-5,57	-8,41	0,04

Versuchsvariante Nr.	$U_I = U_{qErs} =$ in V	$I_k =$ in mA	$R_{i \text{ ber.}} =$ in $\Omega$ ( $U/I_k$ )	$R_{i \text{ Meßbr.}} =$ in $\Omega$	$R_{i \text{ err.}} =$ in $\Omega$ (aus R-Werten)	$\Delta R_i$ in %	$\Delta R_i$ in %
1	12	83,67	143,42	143,10	142,94		
2	12	150,89	79,53	79,28	79,06		
3	12	153,04	78,41	77,94	77,82		
4	12	81,38	147,46	147,10	146,87		
5	12	91,55	131,08	131,00	130,58		
6	12	98,70	121,58	122,20	121,00		
7	12	43,44	276,24	273,60	273,33		
8	12	47,23	254,08	252,00	251,27		
9	12	48,86	245,60	240,20	240,00		

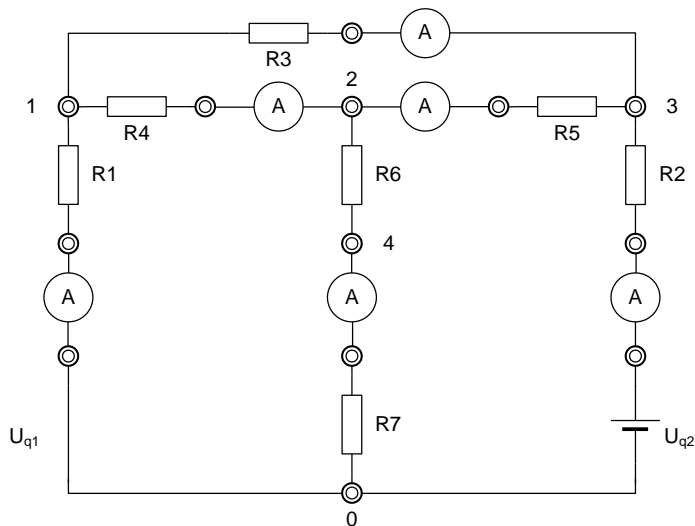
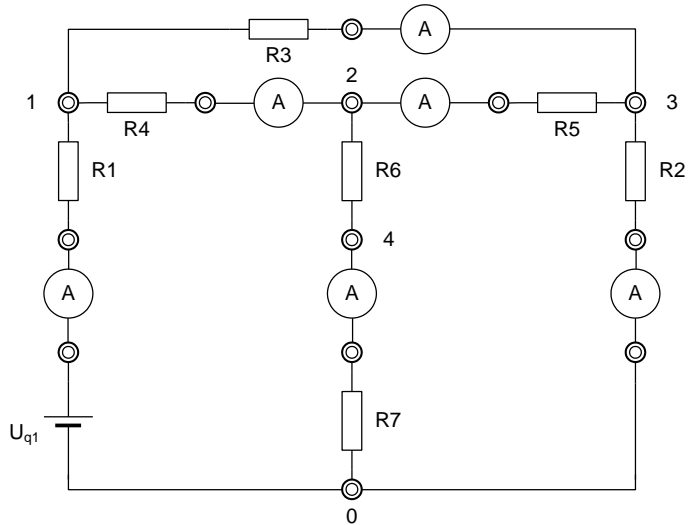
Rechengrößen

Versuchs variante Nr.	R <sub>3</sub> in Ω	R <sub>4</sub> in Ω	R <sub>5</sub> in Ω	R <sub>6</sub> in Ω	R <sub>7</sub> in Ω	I <sub>1</sub> in mA	I <sub>2</sub> in mA	I <sub>3</sub> in mA	I <sub>4</sub> in mA	I <sub>5</sub> in mA	I <sub>6</sub> in mA
1	10	500	100	50	50	-29,27	-32,90	18,30	10,98	-51,22	62,20
2	500	100	10	50	50	-26,50	-66,50	2,10	24,37	-68,61	92,98
3	100	10	500	50	50	-82,98	-10,90	-6,12	89,10	-4,79	93,88
4	20	50	200	100	100	-35,14	-13,6	-3,6	38,71	-10,03	48,74
5	50	200	20	100	100	-16,75	-35,5	9,8	6,97	-45,3	52,27
6	200	20	50	100	100	-38,02	-16,4	-0,2	38,25	-16,22	54,46
7	50	100	200	200	200	-16,93	-8,5	0	16,93	-8,46	25,39
8	100	200	50	200	200	-8,74	-17,9	2,4	6,3	-20,35	26,65
9	200	50	100	200	200	-18,21	-9,1	0	18,21	-9,1	27,31

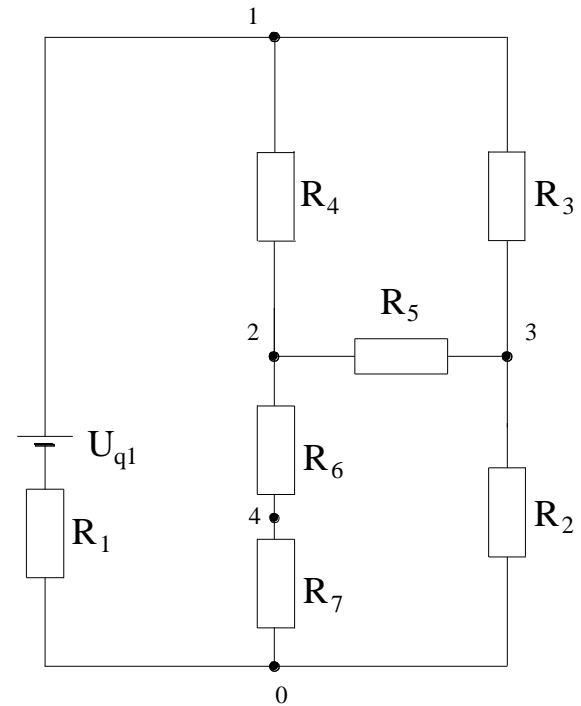
Versuchs variante Nr.	R <sub>3</sub> in Ω	R <sub>4</sub> in Ω	R <sub>5</sub> in Ω	R <sub>6</sub> in Ω	R <sub>7</sub> in Ω	U <sub>1</sub> in V	U <sub>2</sub> in V	U <sub>3</sub> in V	U <sub>4</sub> in V	U <sub>5</sub> in V	U <sub>6(0)</sub> in V	U <sub>7</sub> in V
1	10	500	100	50	50	-0,29	-0,66	0,37	5,49	-5,12	3,11	3,11
2	500	100	10	50	50	-0,26	-1,33	1,06	2,44	-1,37	4,65	4,65
3	100	10	500	50	50	-0,83	-0,22	-0,61	1,78	-2,39	4,70	4,70
4	20	50	200	100	100	-0,35	-0,27	-0,07	1,94	-2,01	4,88	4,88
5	50	200	20	100	100	-0,17	-0,71	0,49	1,39	-0,91	5,23	5,23
6	200	20	50	100	100	-0,38	-0,33	-0,05	0,76	-0,81	5,45	5,45
7	50	100	200	200	200	-0,17	-0,17	0	1,69	-1,69	5,08	5,08
8	100	200	50	200	200	-0,09	-0,36	0,24	1,26	-1,02	5,33	5,33
9	200	50	100	200	200	-0,18	-0,18	0	0,81	-0,81	5,47	5,47

# Vertiefung

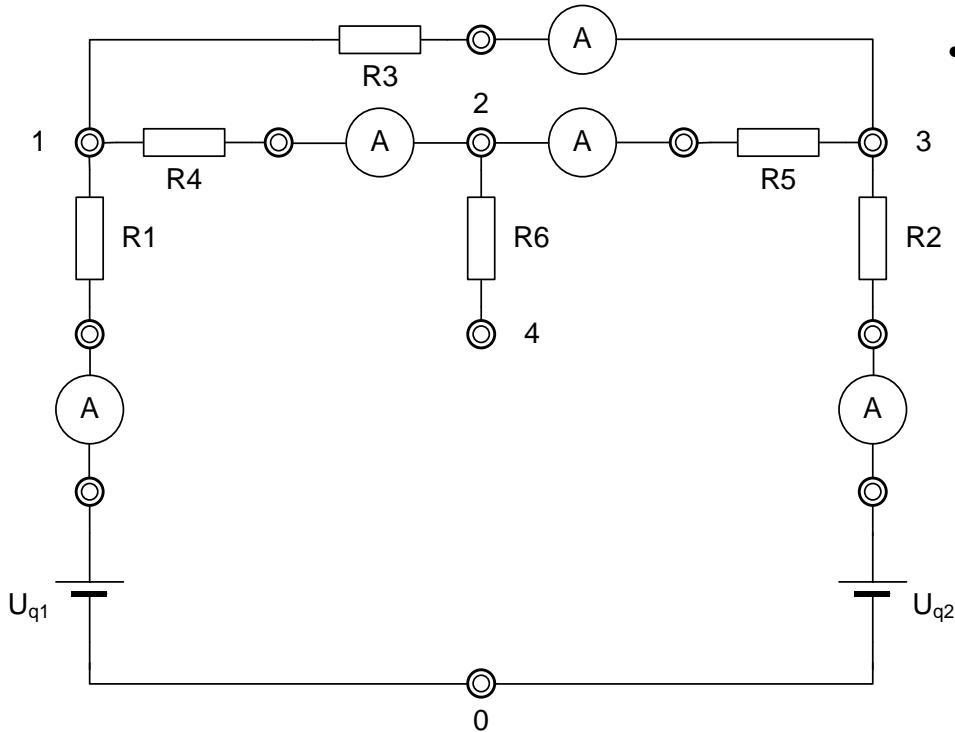
# Überlagerungsmethode



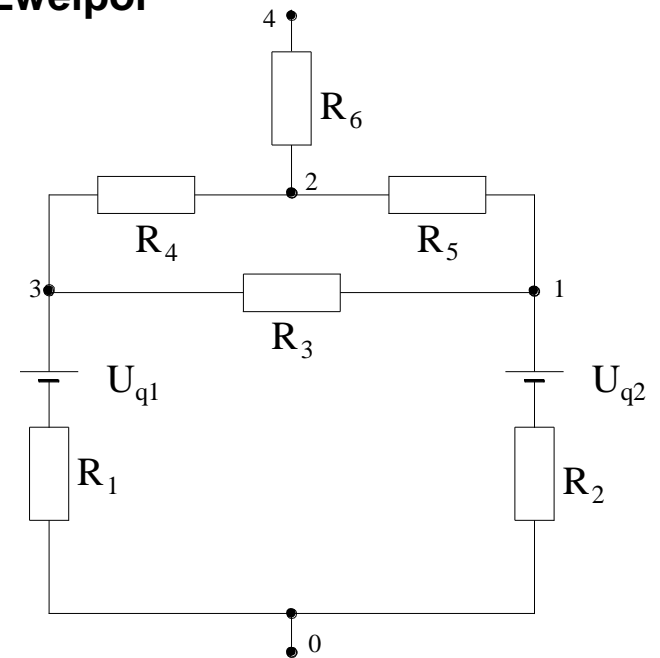
- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x



# Zweipolverfahren



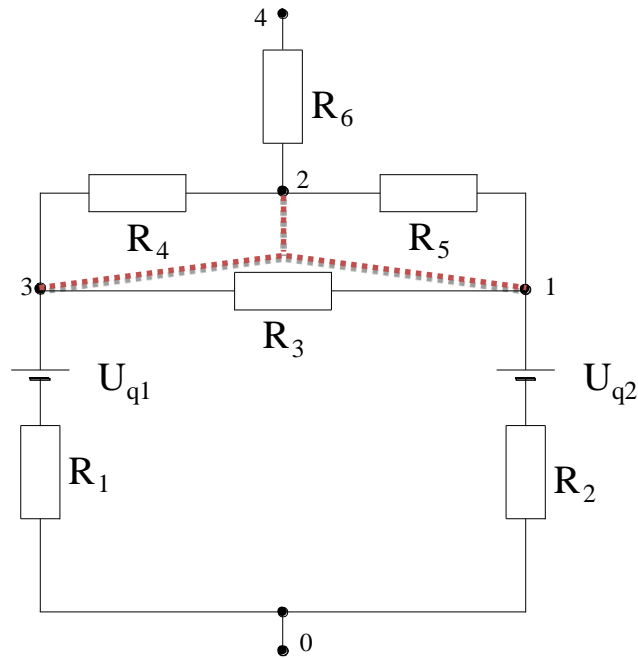
- 5.5 Entfernen Sie den Widerstand  $R_7$   
Betrachten Sie dann diese  
Schaltung zwischen den  
Knotenpunkten 0 und 4 als **aktiven  
Zweipol**





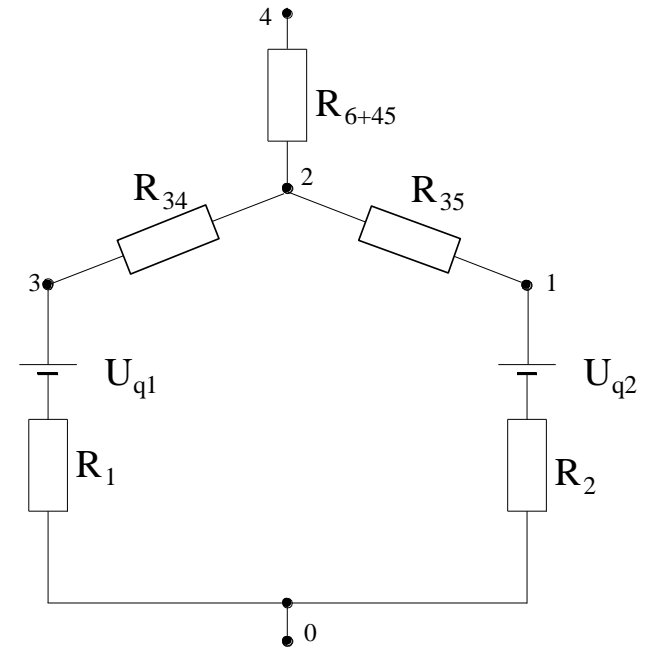
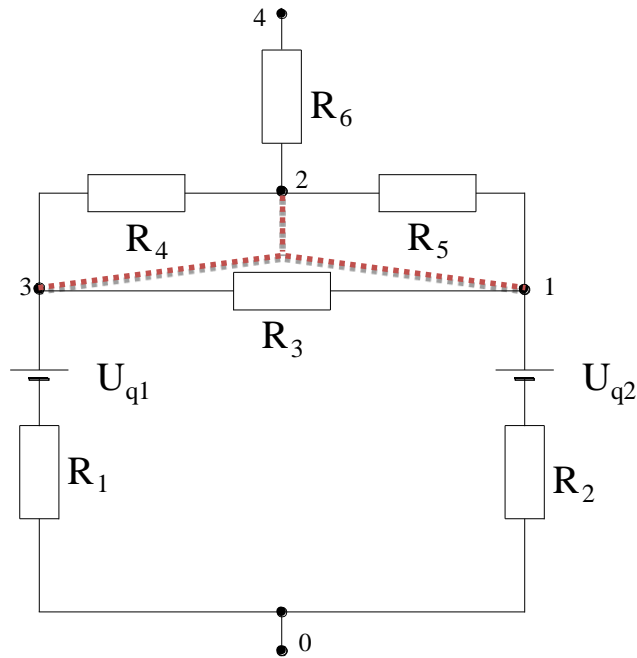
# Zweipolverfahren

Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes  $R_{iErs}$  zwischen den Knotenpunkten 0 und 4 durch z.B. Dreieck-Stern-Transformation

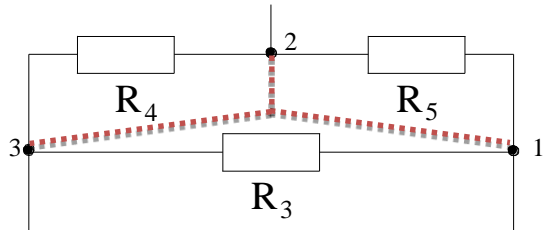


# Zweipolverfahren

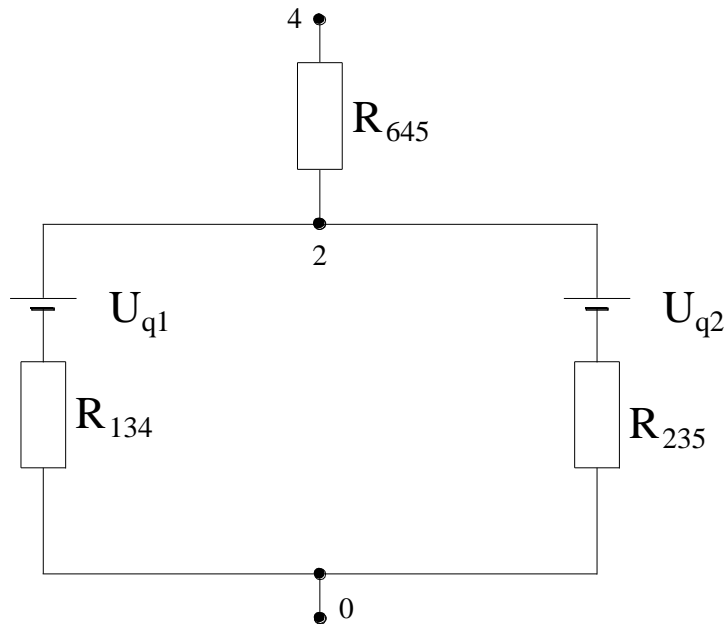
Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes  $R_{iErs}$  zwischen den Knotenpunkten 0 und 4 durch z.B. Dreieck-Stern-Transformation



# Zweipolverfahren



Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes  $R_{iErs}$  zwischen den Knotenpunkten 0 und 4



$$R_{45} = \frac{R_4 R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4 + R_5}$$

$$R_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

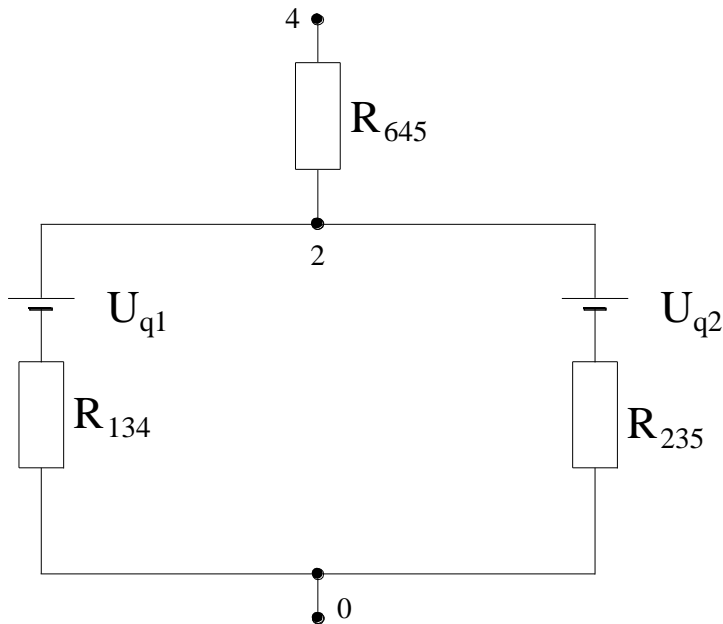
$$R_{iErs} = R_6 + R_{45} + (R_1 + R_{34}) \parallel (R_2 + R_{35})$$

# Zweipolverfahren

Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes  $R_{iErs}$  zwischen den Knotenpunkten 0 und 4

$$R_{iErs} = R_6 + R_{45} + (R_1 + R_{34}) \parallel (R_2 + R_{35})$$

Umwandlung der Spannungsquellen in Ersatzstromquellen:

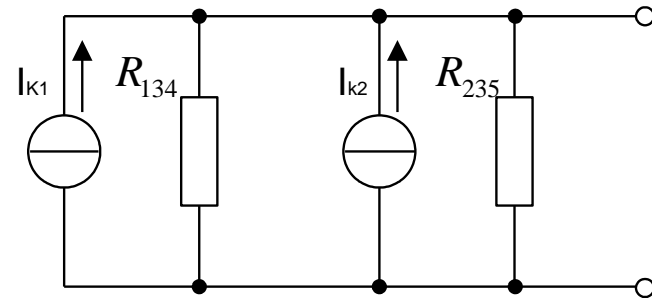
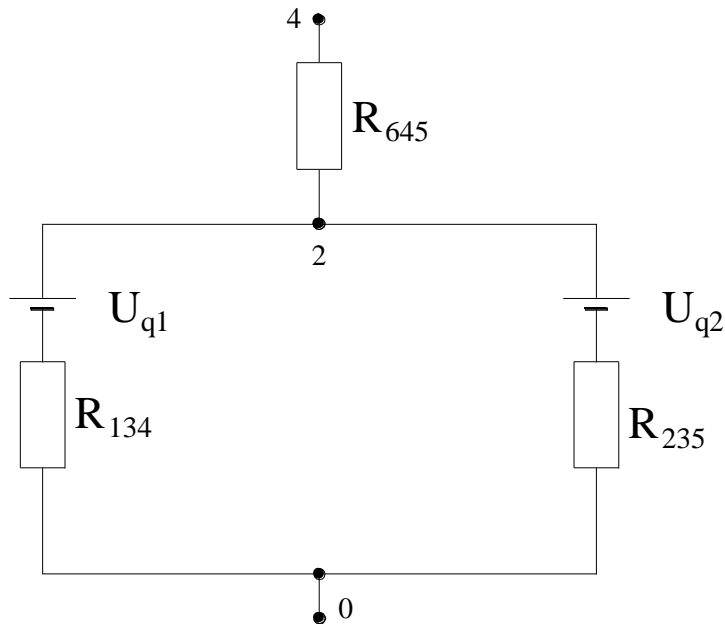


# Zweipolverfahren

Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes  $R_{iErs}$  zwischen den Knotenpunkten 0 und 4

$$R_{iErs} = R_6 + R_{45} + (R_1 + R_{34}) \parallel (R_2 + R_{35})$$

Umwandlung der Spannungsquellen in Ersatzstromquellen:



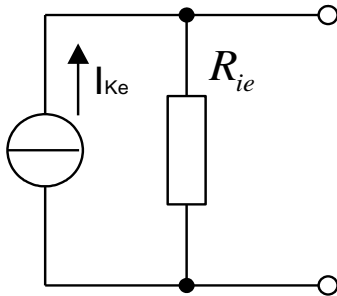
$$I_{k1} = \frac{U_{q1}}{R_{134}} \quad I_{k2} = \frac{U_{q2}}{R_{235}}$$

Parameter der Ersatzstromquelle:



# Zweipolverfahren

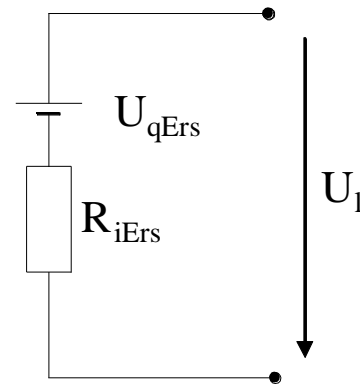
Parameter der Ersatzstromquelle:



$$\underline{\underline{I_{ke}}} = \sum_1^2 I_{kev} = I_{k1} + I_{k2}$$

$$\frac{1}{R_{ie}} = \underline{\underline{G_{ie}}} = \sum_1^2 G_{iv} = \frac{1}{R_{134}} + \frac{1}{R_{235}}$$

Umwandlung der Ersatzstromquelle in die Ersatzspannungsquelle:

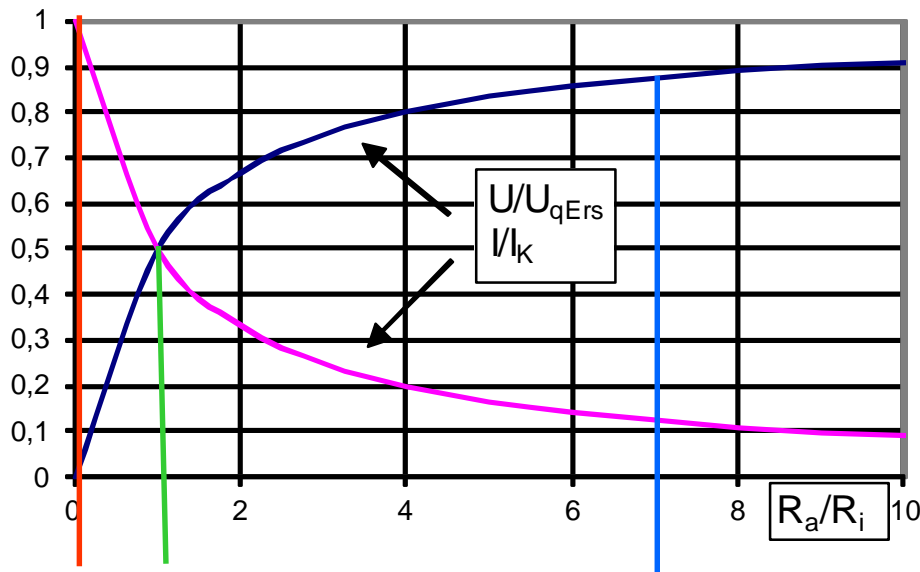


$$I_{ke} \cdot R_{ie} = \underline{\underline{U_{qErs}}} = \frac{I_{ke}}{G_{ie}}$$

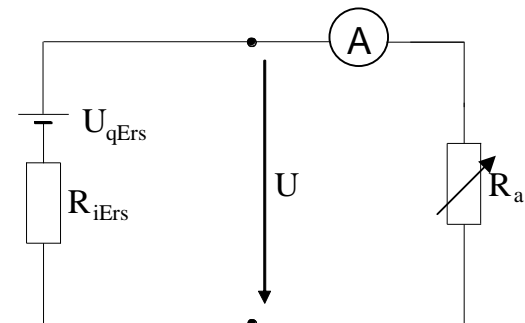
$$R_{iErs} = R_{ie} + R_{645} \quad I_k = \frac{U_{qErs}}{R_{iErs}}$$

# Zweipolverfahren

- 5.6 Messen Sie die  $U$  und den  $I$  in Abhängigkeit vom Außenwiderstand  $R_a$  ( $R_a$  entspricht  $R_7$ )



Anpassung:  
 $R_a = R_i$



$$U = U_{qErs} - I R_{iErs}$$

Leerlauf:  $R_a = \infty$       Kurzschluss:  $R_a = 0$

$$I = 0$$

$$U = U_{qErs}$$

$$I = I_K$$

$$U = 0$$