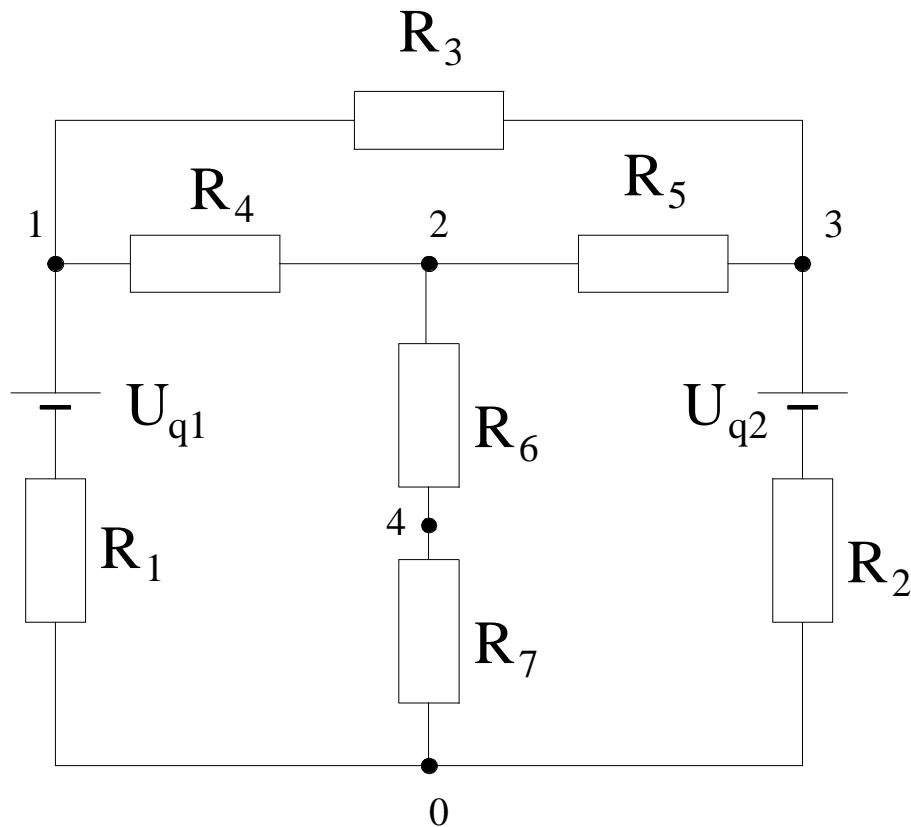


1 Organisatorisches

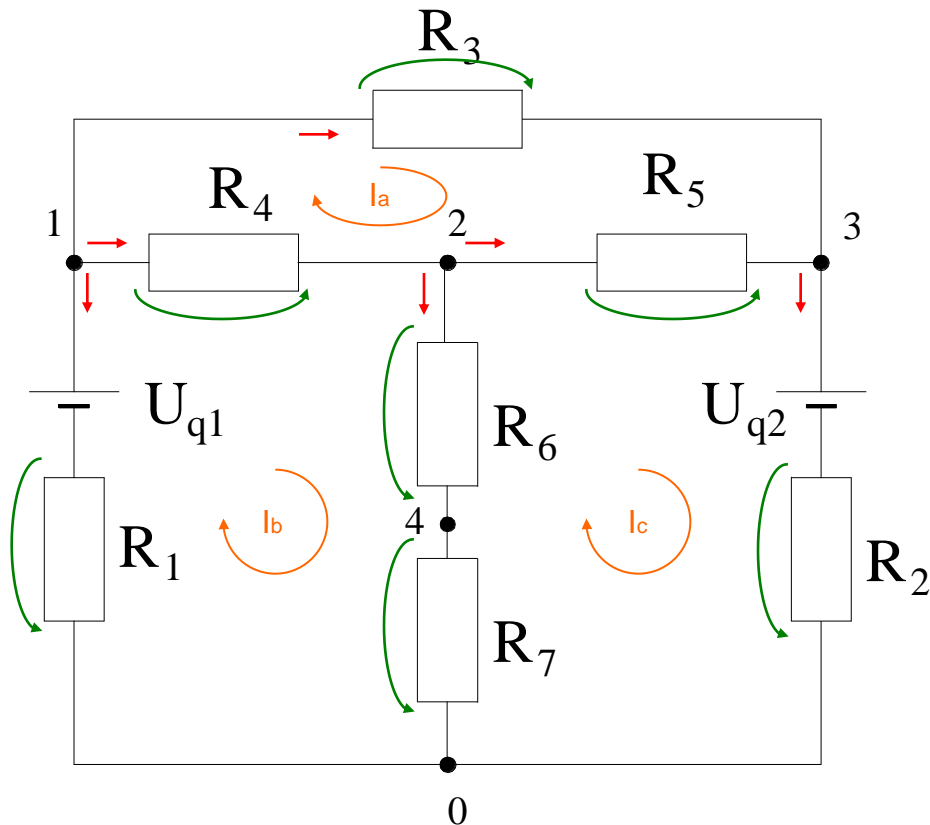
- ✓ Vorbereitungsaufgaben zur Netzwerkberechnung
- ✓ Eingangstestat
- ✓ Protokollabgabe: spätestens 2 Wochen nach Versuchsdurchführung per Mail beim Laboringenieur:
R.Holz@hszg.de
- ✓ Dateiname: Einreichername Studienjahrgang.pdf oder Einreichername Studienjahrgang.docx (z.B. **Schmidt KIA-EAb16.pdf**)
- ✓ Protokollrückgabe: per Mail an alle Gruppenmitglieder
- ✓ Nachweisführung der erfolgreichen Teilnahme: durch das testierte Protokoll

Gleichstromnetzwerk



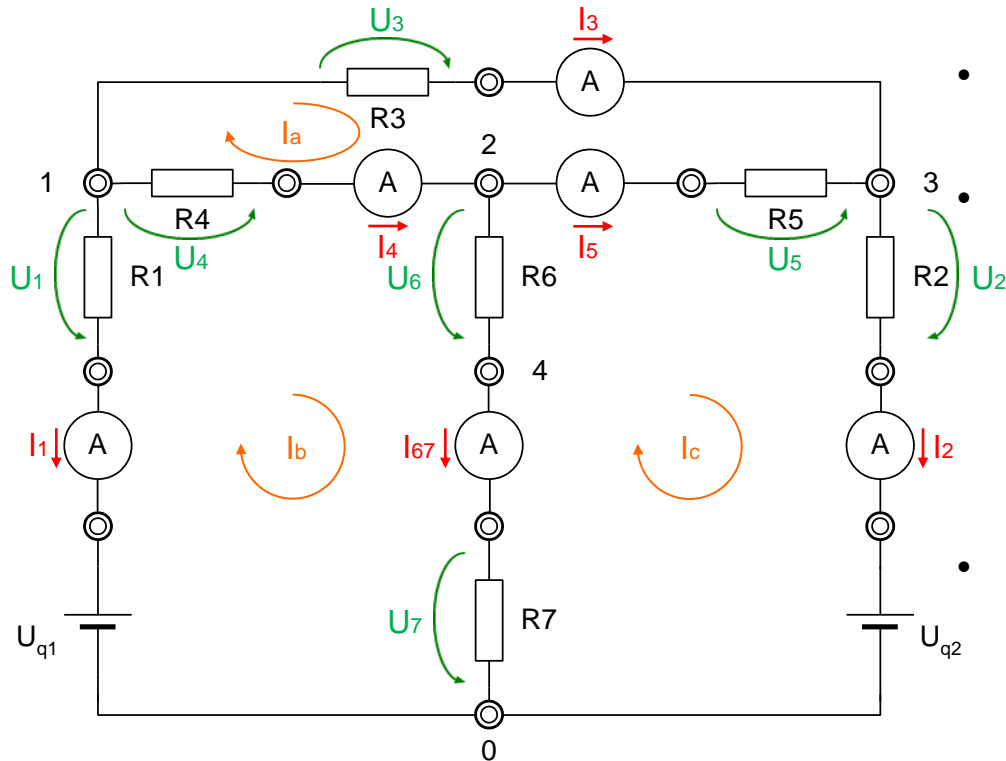
- 5.1 Aufbau der Messschaltung
- 5.2 Messen Sie alle Zweigströme
- 5.3 Messen Sie alle Spannungsfälle
- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x
- 5.5 Entfernen Sie den Widerstand R_7 . Betrachten Sie dann diese Schaltung zwischen dem Knotenpunkt 0 und der Klemme 4 als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

Gleichstromnetzwerk



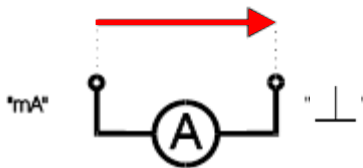
- 5.1 Aufbau der Messschaltung
- 5.2 Messen Sie alle Zweigströme
- 5.3 Messen Sie alle Spannungsfälle
- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x
- 5.5 Entfernen Sie den Widerstand R_7 . Betrachten Sie dann diese Schaltung zwischen dem Knotenpunkt 0 und der Klemme 4 als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

Messschaltung

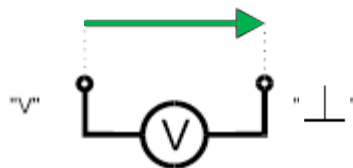


- 5.1 Aufbau der Messschaltung
- 5.2 Messen Sie alle Zweigströme
Hinweis:
Nur das Messgerät in dem der Strom erfasst wird belassen.
Die restlichen deaktivieren usw.!
- 5.3 Messen Sie alle Spannungsfälle
Hinweis:
Alle Strommessgeräte deaktivieren!

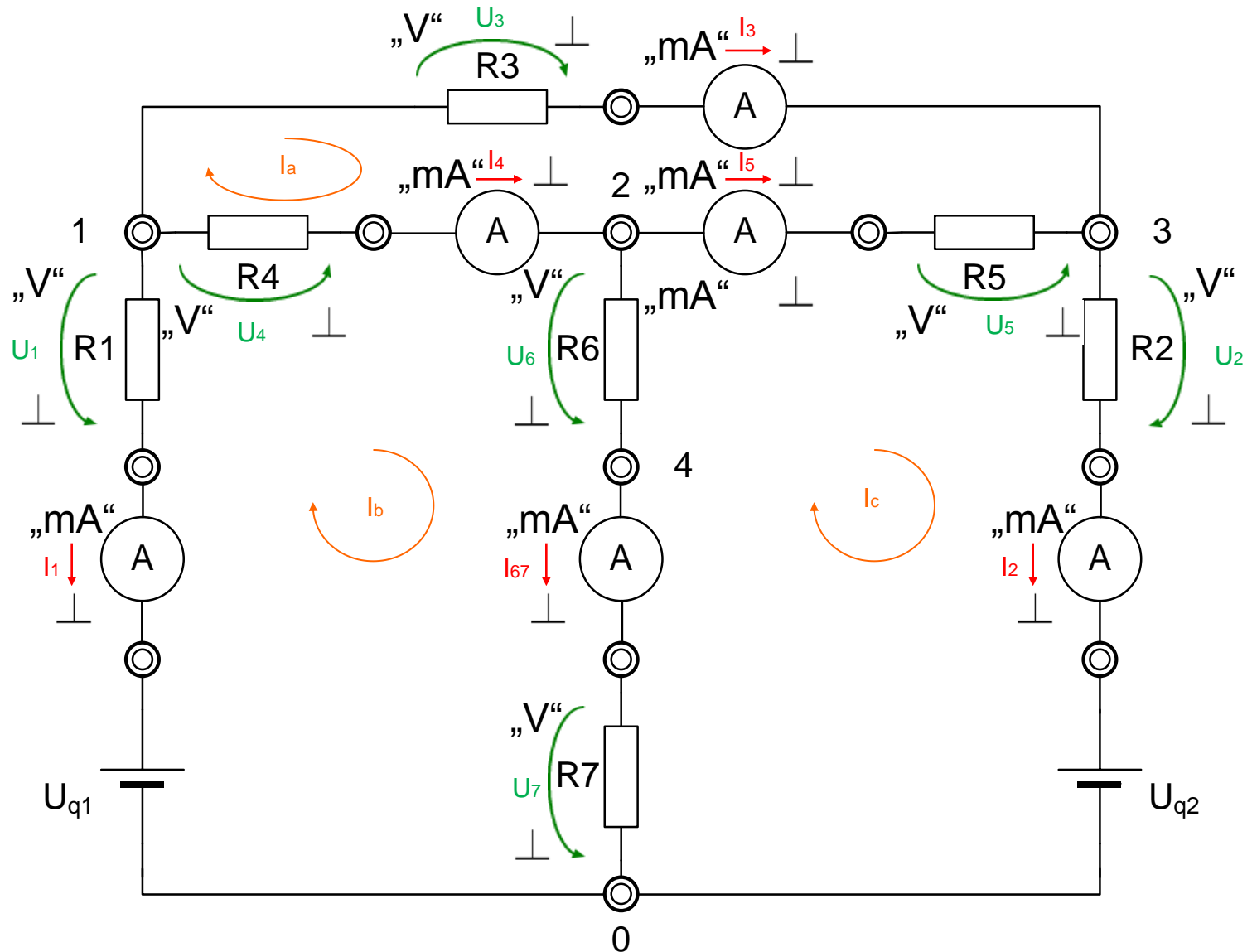
festgelegter Stromzählpfeil



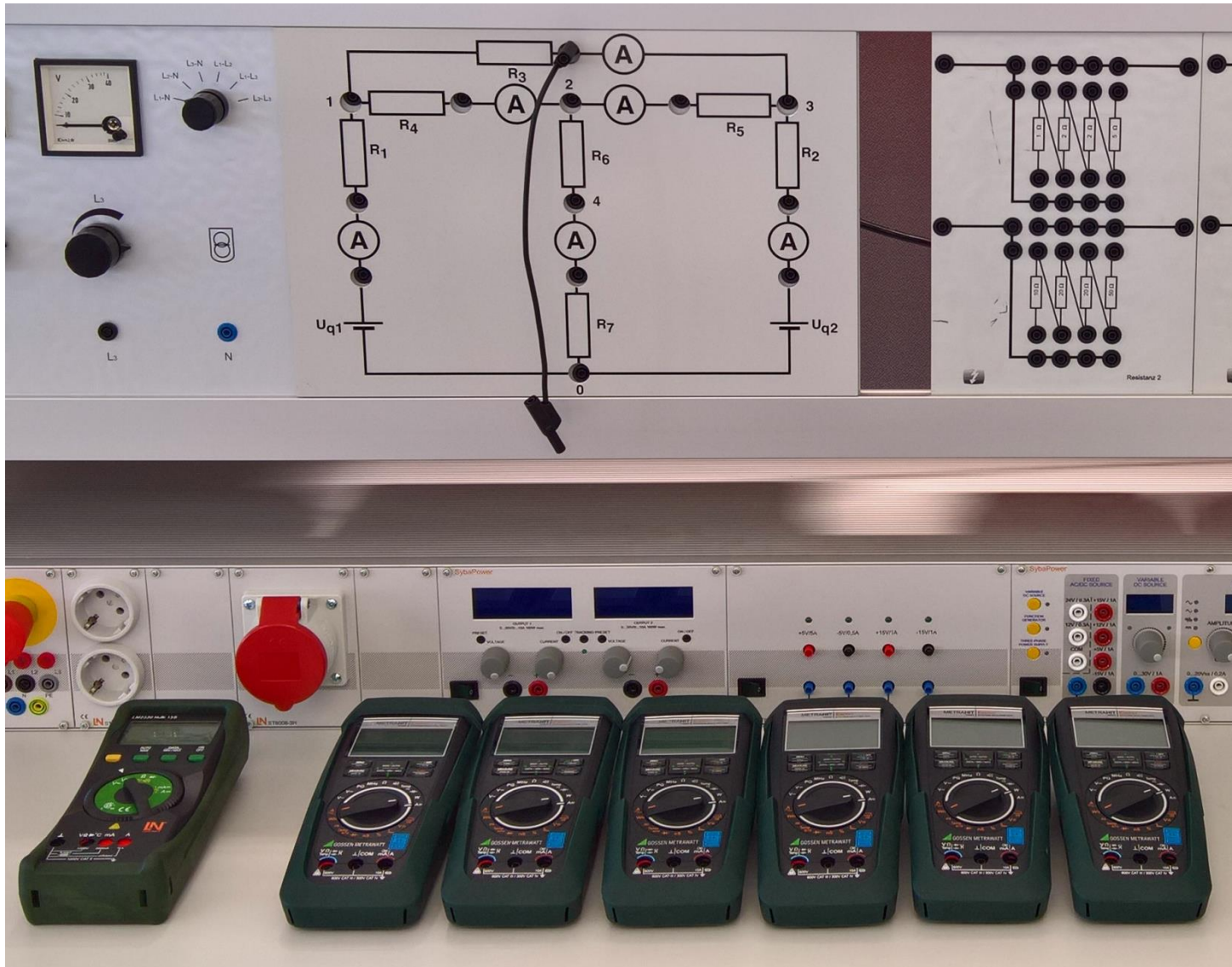
festgelegter Umlaufsinn



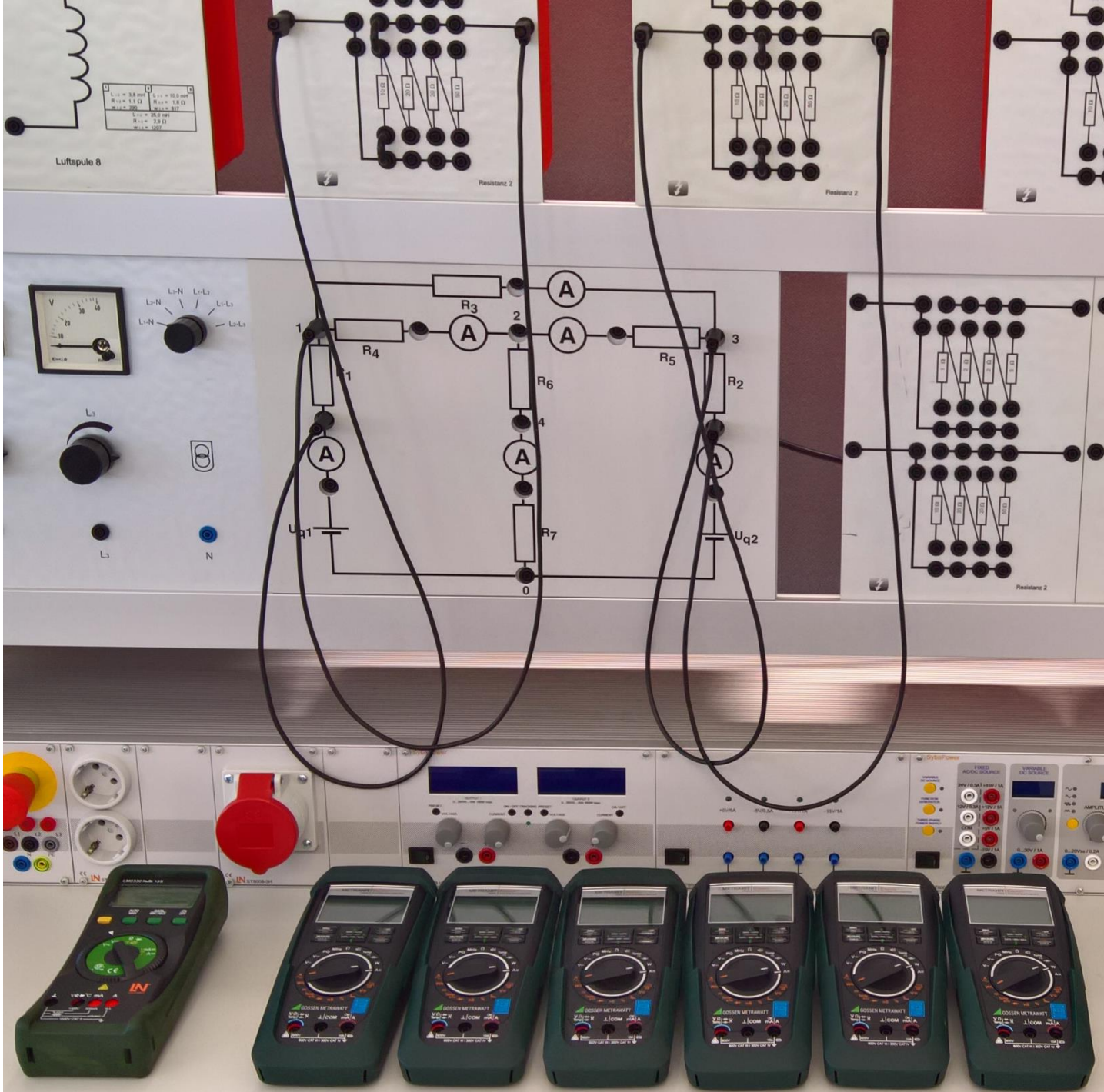
Messschaltung



Arbeitsplatz

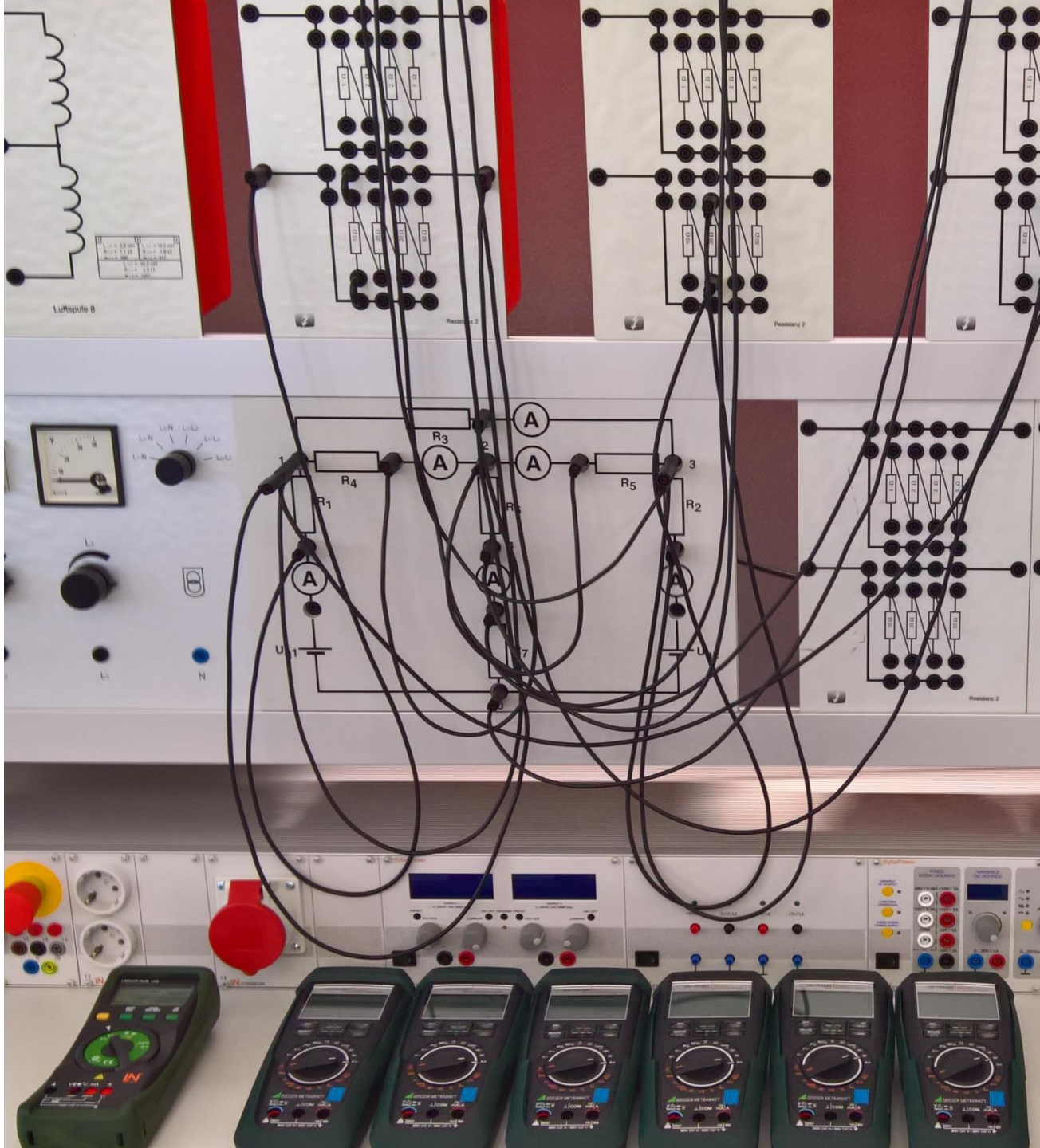


W
i
d
e
r
s
t
ä
n
d
e
s
t
e
c
k
e
n



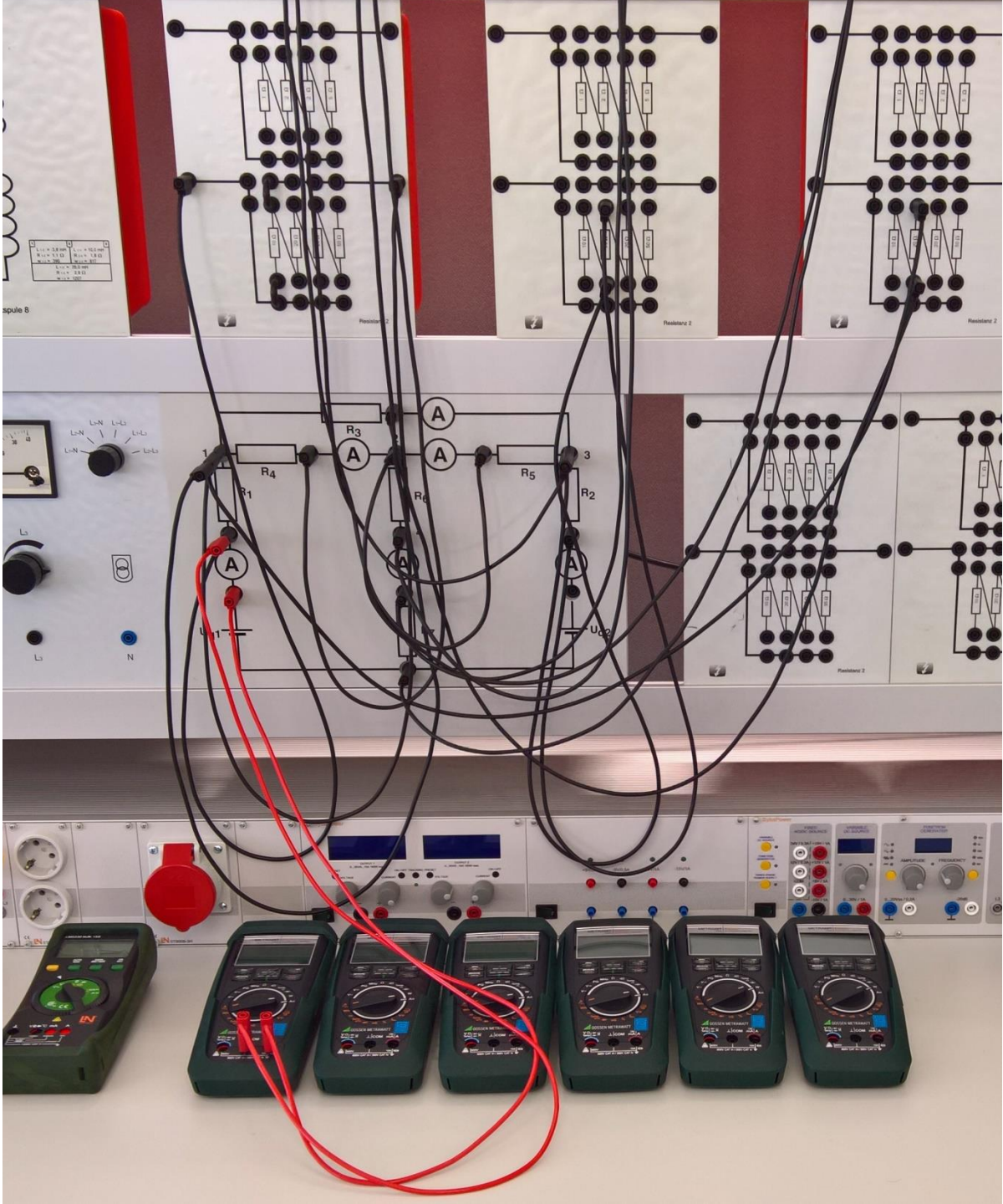
n
a
c
h
v
e
r
s
u
c
h
s
g
r
u
p
p
e

W
i
d
e
r
s
t
ä
n
d
e
s
t
e
c
k
e
n



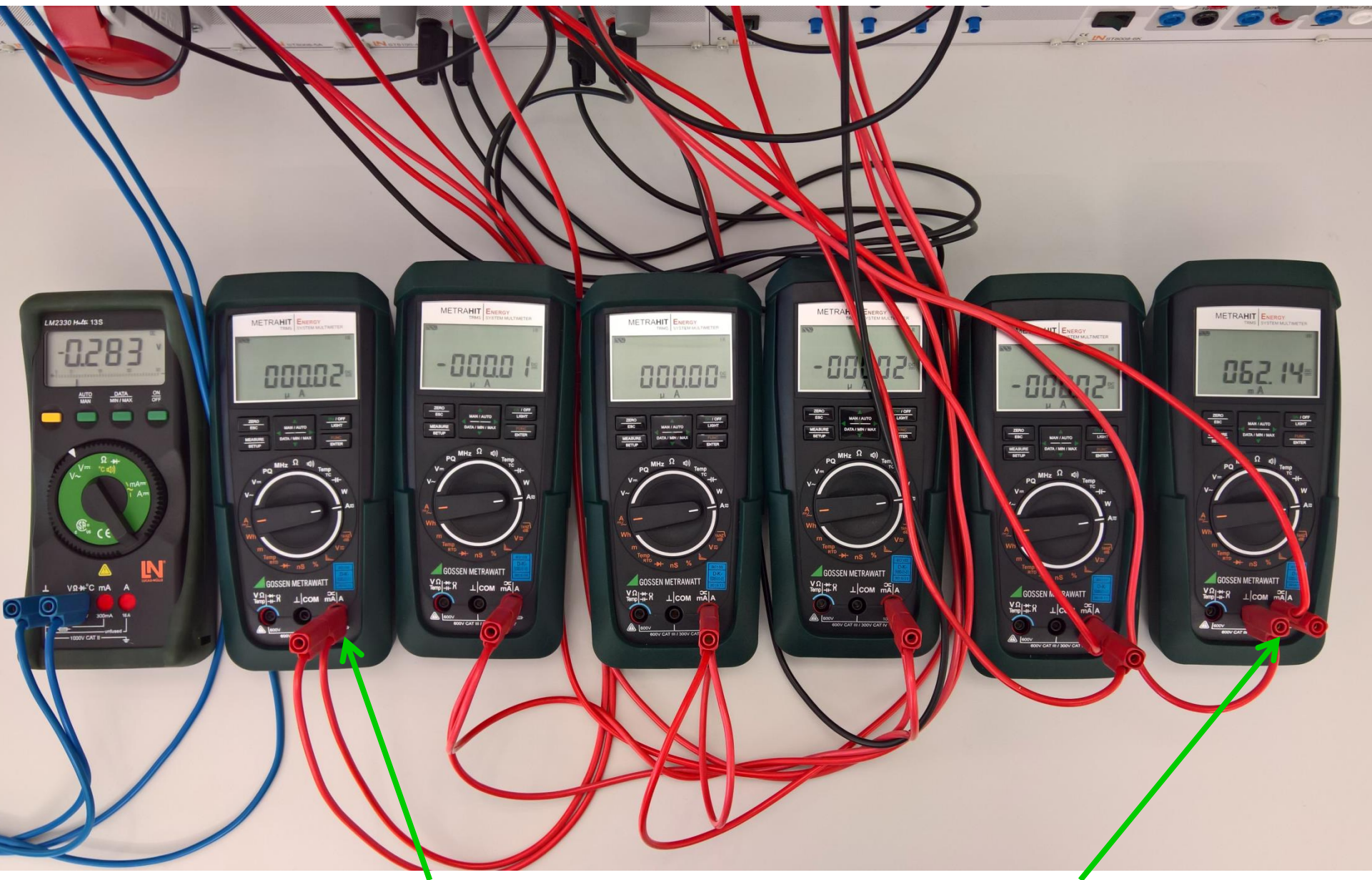
n
a
c
h
v
e
r
s
u
c
h
s
g
r
u
p
p
e

S
t
r
o
m
m
e
s
s
g
e
r
ä
t
e
n
a
c
h



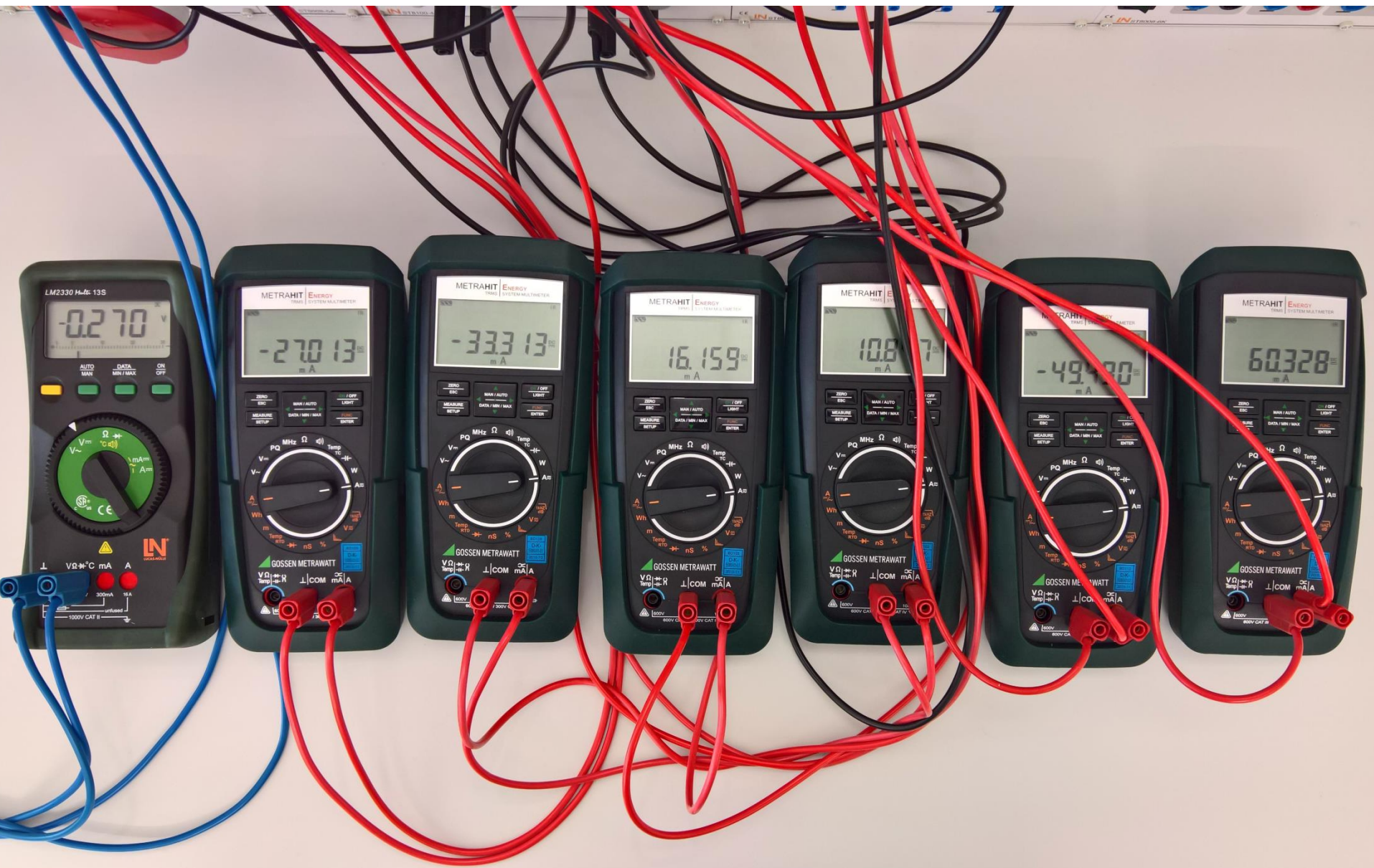
V
o
r
z
e
i
c
h
e
n
r
i
c
h
t
u
n
g

Vorzeichenrichtung



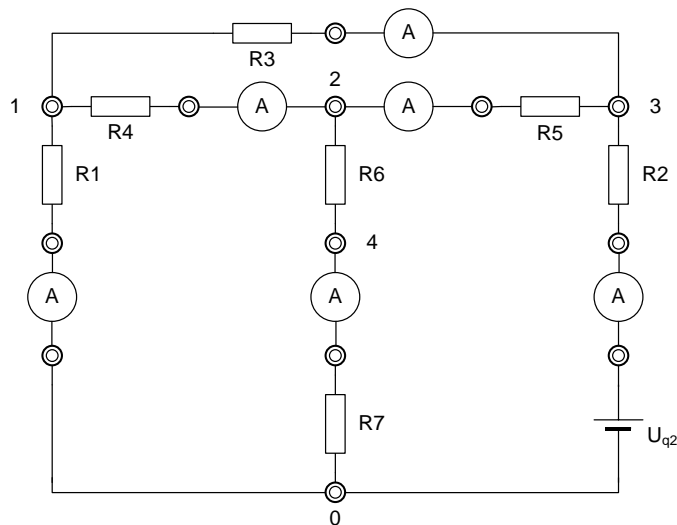
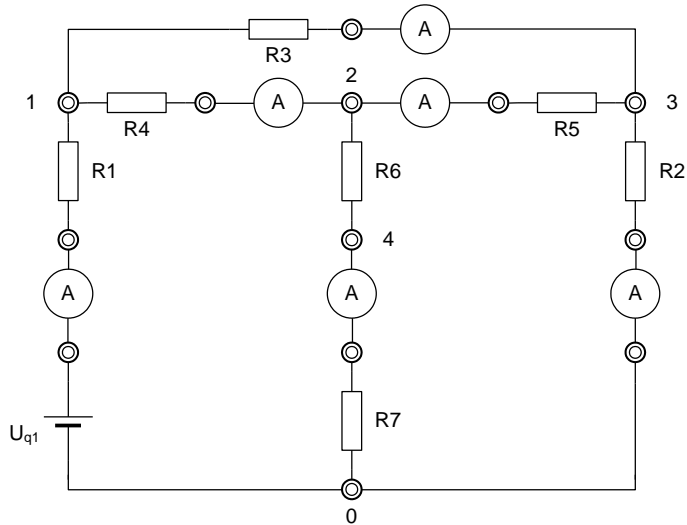
„deaktiviertes Messgerät“

„aktiviertes Messgerät“



Alle Messgeräte „aktiviert“ → größerer Messfehler!

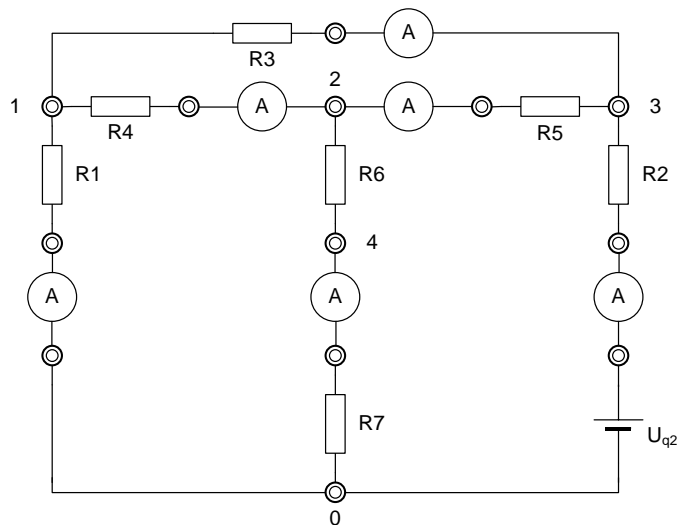
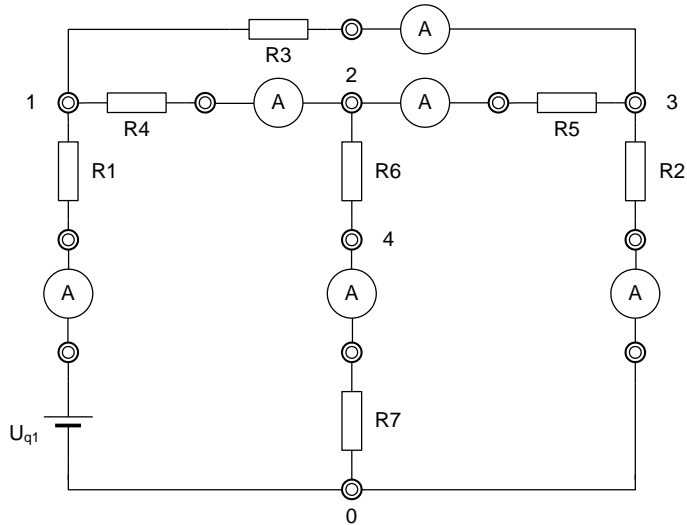
Überlagerungsmethode



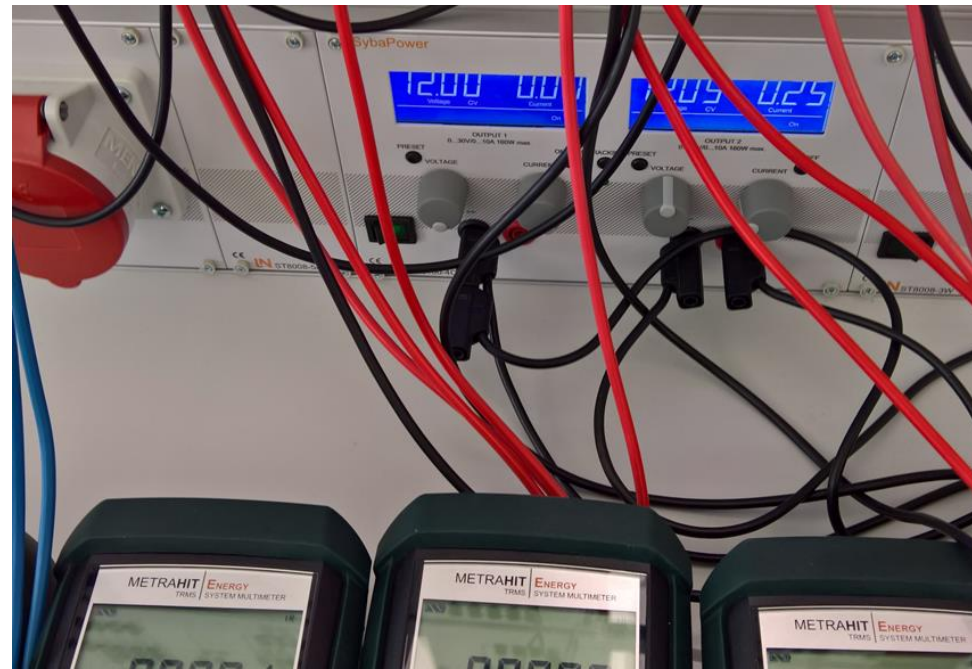
- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x
Hinweis:
Nur das Messgerät im Zweig x aktiv belassen. Die restlichen „deaktivieren“!



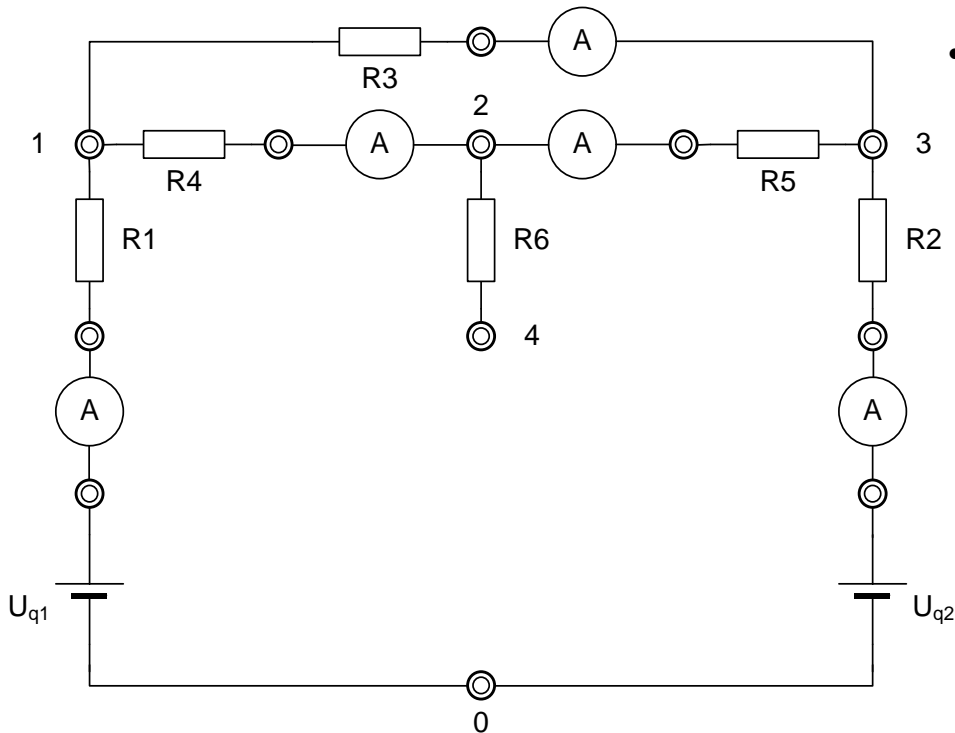
Überlagerungsmethode



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

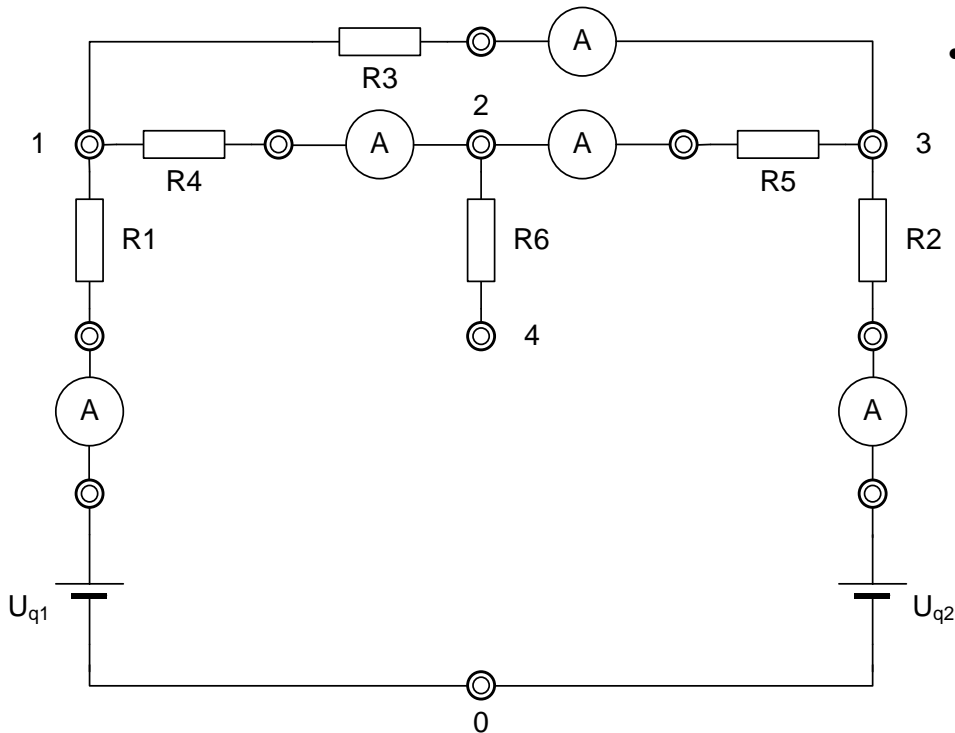


Zweipolverfahren

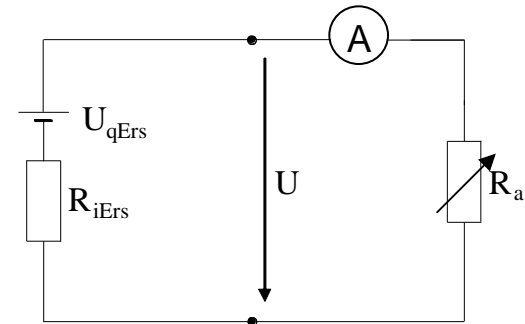


- 5.5 Entfernen Sie den Widerstand R7
Betrachten Sie dann diese
Schaltung zwischen dem
Knotenpunkt 0 und der Klemme 4
als **aktiven Zweipol**
Hinweis:
Alle Strommessgeräte deaktivieren!

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: $R_a = 0$

$$I = 0$$

$$I = I_K$$

$$U = U_{qErs}$$

$$U = 0$$

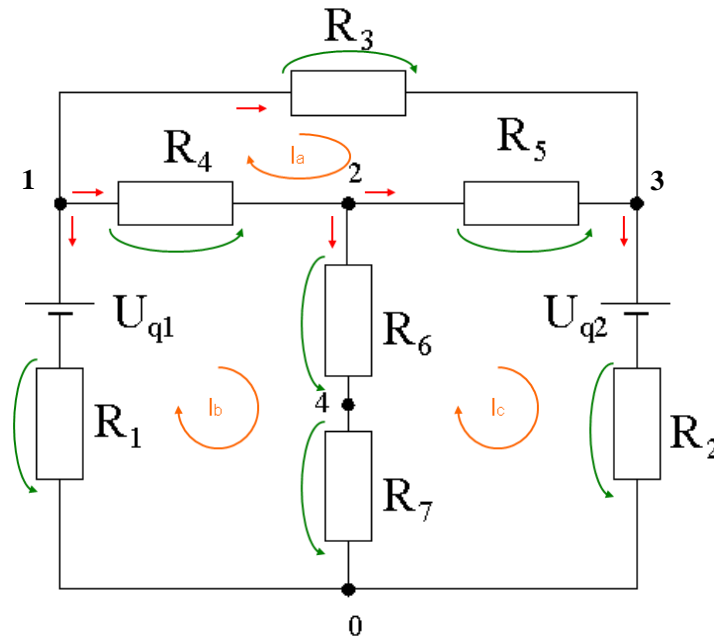
Messwertetabellen

Versuchs variante Nr.	R_3 in Ω	R_4 in Ω	R_5 in Ω	R_6 in Ω	R_7 in Ω	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 ₃ in Ω	R ₄ in Ω	R ₅ in Ω	R ₆ in Ω	R ₇ in Ω	U ₁ in V	U ₂ in V	U ₃ in V	U ₄ in V	U ₅ in V	U ₆₍₀₎ in V	U ₇ 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 _{q1} = 0 V						U _{q2} = 12 V					
	I ₁ in mA	I ₂ in mA	I ₃ in mA	I ₄ in mA	I ₅ in mA	I ₆ in mA	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	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	ΔI_1 in %	ΔI_2 in %	ΔI_3 in %	ΔI_4 in %	ΔI_5 in %	ΔI_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 Ω (U_i/I_k)	$R_{i\text{ Meßbr.}} =$ in Ω	$R_{i\text{ err.}} =$ in Ω (aus R-Werten)	ΔR_i in %	ΔR_i in %
1	12	83,67	143,42	143,10	142,94	-0,11%	-0,33%
2	12	150,89	79,53	79,28	79,06	-0,28%	-0,59%
3	12	153,04	78,41	77,94	77,82	-0,15%	-0,75%
4	12	81,38	147,46	147,10	146,87	-0,16%	-0,40%
5	12	91,55	131,08	131,00	130,58	-0,32%	-0,38%
6	12	98,70	121,58	122,20	121,00	-0,98%	-0,48%
7	12	43,44	276,24	273,60	273,33	-0,10%	-1,05%
8	12	47,23	254,08	252,00	251,27	-0,29%	-1,11%
9	12	48,86	245,60	240,20	240,00	-0,08%	-2,28%

- Zweipol

1 Rechnung						2 Messung					
$R_i = 142 \Omega$						$U_i = 12,06$	V	$I_k = 82 \text{ mA}$			
Stufe	R_a / Ω	R_a / R_i	U / U_i	I / I_k	P / P_{\max}	U / V	U / U_i	I / mA	I / I_k	P / mW	P / P_{\max}
0	0	0	0	1	0	0	0	82	1	0	0
1	20	0,14	0,12	0,88	0,43	1,6	0,13	73,6	0,90	117,76	0,47
2	40	0,28	0,22	0,78	0,69	2,73	0,23	65,52	0,8	178,87	0,71
3	60	0,42	0,30	0,70	0,84	3,53	0,29	58,85	0,72	207,74	0,83
4	80	0,56	0,36	0,64	0,92	4,3	0,36	53,6	0,65	230,48	0,92
5	100	0,70	0,41	0,59	0,97	4,92	0,41	49,24	0,6	242,26	0,97
6	120	0,85	0,46	0,54	0,99	5,66	0,47	44,09	0,54	249,55	0,996
7	142	1	0,5	0,5	1	5,98	0,5	41,88	0,51	250,44	1
8	160	1,13	0,53	0,47	0,996	6,33	0,52	39,5	0,48	250,03	0,998
9	200	1,41	0,58	0,42	0,97	6,99	0,58	34,9	0,43	243,95	0,97
10	300	2,11	0,68	0,32	0,87	8,13	0,67	27,1	0,33	220,32	0,88
11	400	2,82	0,73	0,26	0,77	9,35	0,78	18,7	0,23	174,85	0,7
12	1000	7,04	0,88	0,12	0,43	10,55	0,87	10,39	0,13	109,61	0,44
13	2000	14,8	0,93	0,07	0,25	11,15	0,92	5,47	0,07	60,99	0,24
14	10000	70,42	0,99	0,01	0,05	11,85	0,98	1,17	0,01	13,86	0,06
15	∞	∞	1	0	0	12,06	1	0	0	0	

Tabelle Zweipol

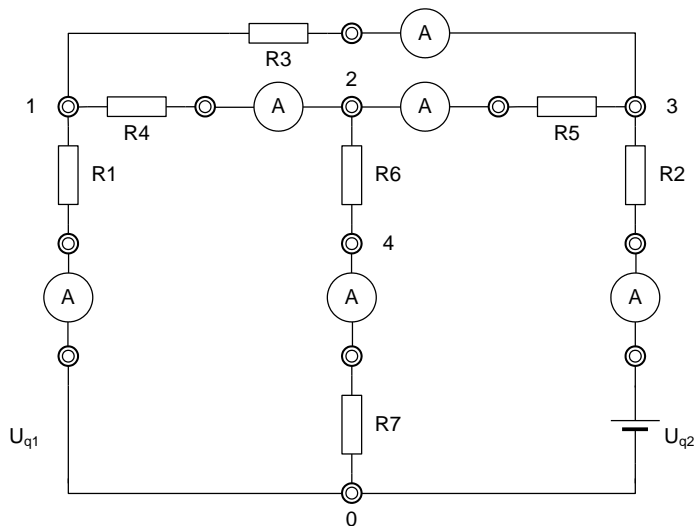
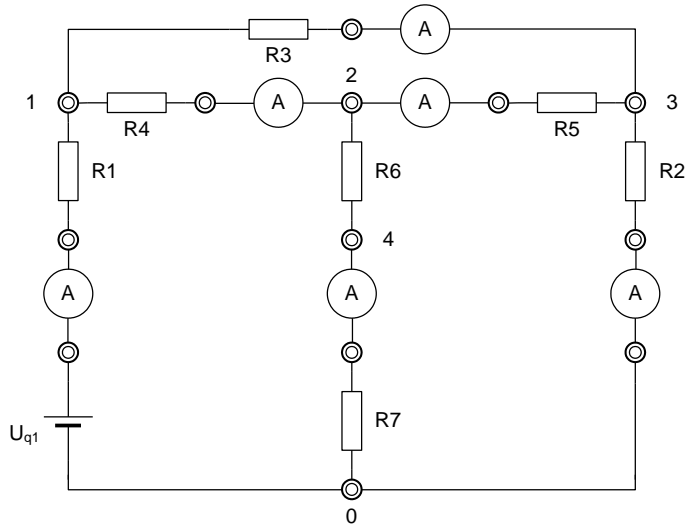
Rechengrößen

Versuchs variante Nr.	R ₃ in Ω	R ₄ in Ω	R ₅ in Ω	R ₆ in Ω	R ₇ in Ω	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	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

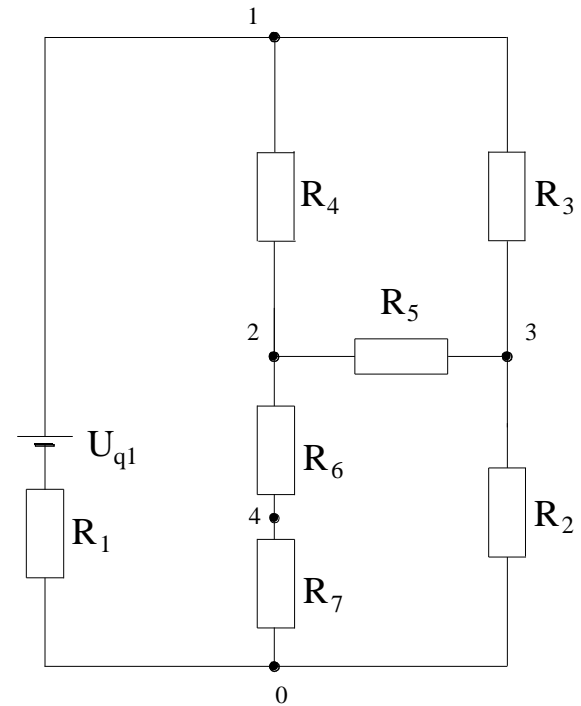
Versuchs variante Nr.	R ₃ in Ω	R ₄ in Ω	R ₅ in Ω	R ₆ in Ω	R ₇ in Ω	U ₁ in V	U ₂ in V	U ₃ in V	U ₄ in V	U ₅ in V	U ₆₍₀₎ in V	U ₇ in V
1	10	500	100	50	50	-0,29	-0,66	0,37	5,49	-5,12	3,11	3,11
2	500	100	10	50	50	-0,26	-1,33	1,06	2,44	-1,37	4,65	4,65
3	100	10	500	50	50	-0,83	-0,22	-0,61	1,78	-2,39	4,70	4,70
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	0,91	-0,91	5,47	5,47

Vertiefung

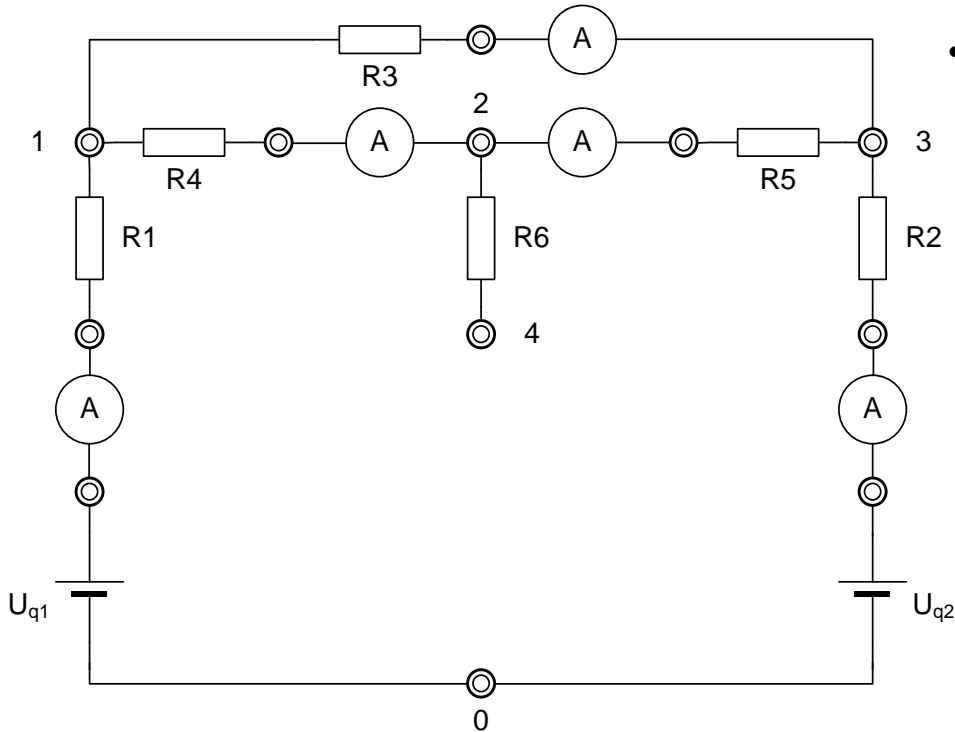
Überlagerungsmethode



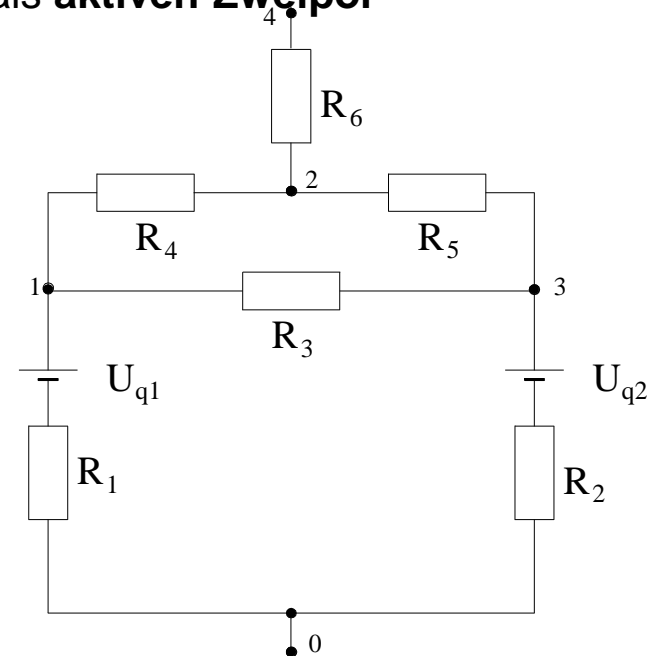
- 5.4 Bestimmen Sie nach der Überlagerungsmethode die Stromstärke im Zweig x



Zweipolverfahren

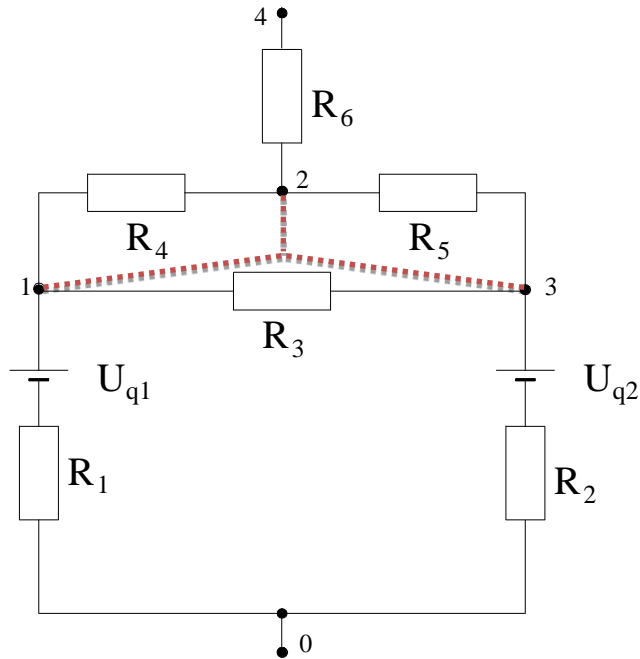


- 5.5 Entfernen Sie den Widerstand R_7
Betrachten Sie dann diese
Schaltung zwischen dem
Knotenpunkt 0 und der Klemme 4
als **aktiven Zweipol**



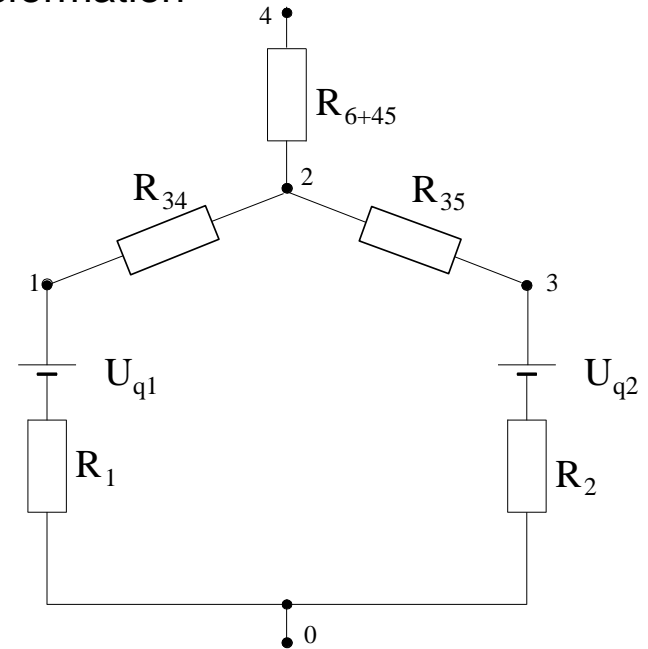
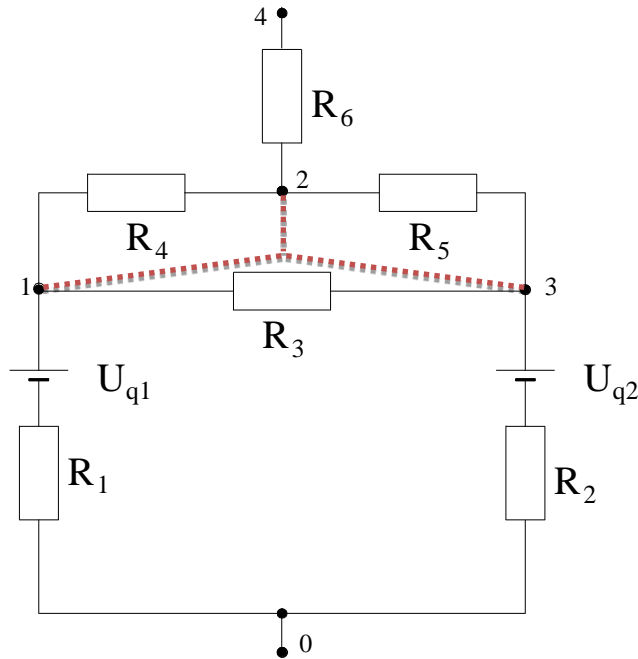
Zweipolverfahren

Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes R_{iErs} zwischen dem Knotenpunkt 0 und der Klemme 4 durch z.B. Dreieck-Stern-Transformation

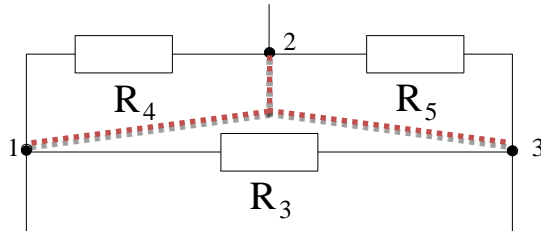


Zweipolverfahren

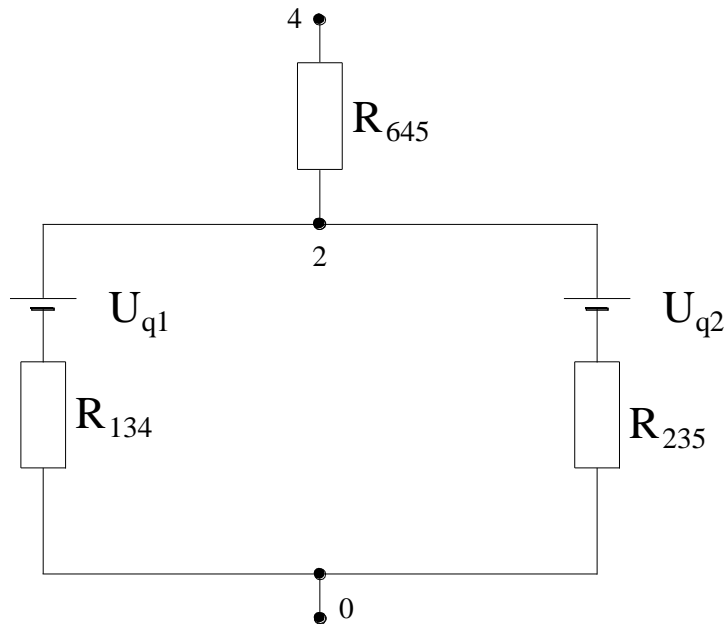
Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes R_{iErs} zwischen dem Knotenpunkt 0 und der Klemme 4 durch z.B. Dreieck-Stern-Transformation



Zweipolverfahren



Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes R_{iErs} zwischen dem Knotenpunkt 0 und der Klemme 4



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

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

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

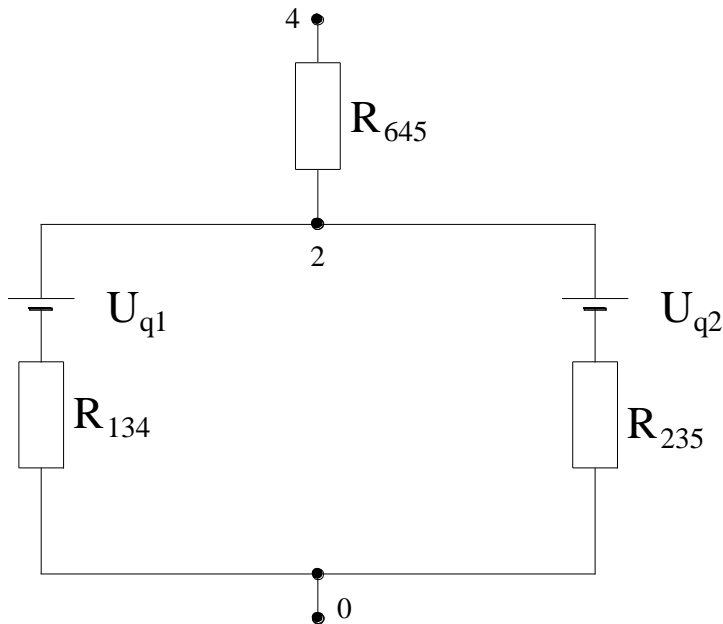
$$R_{iErs} = R_6 + R_{45} + (R_1 + R_{34}) \parallel (R_2 + R_{35})$$

Zweipolverfahren

Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes
 R_{iErs} zwischen dem Knotenpunkt 0 und der
Klemme 4

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

Umwandlung der Spannungsquellen in
Ersatzstromquellen:

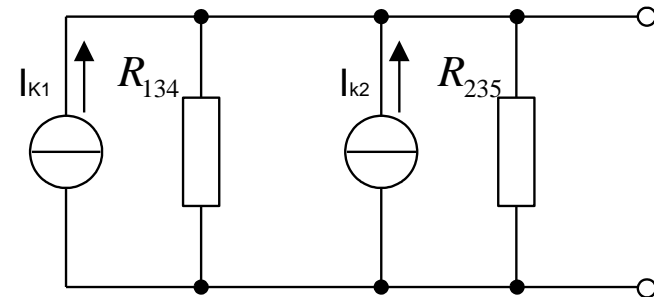
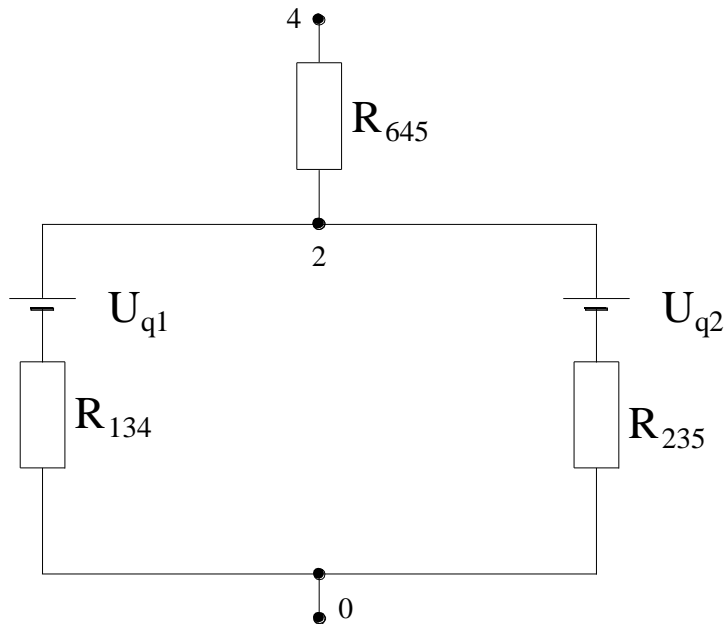


Zweipolverfahren

Ermittlung des Ersatzinnenwiderstandes
 R_{iErs} zwischen dem Knotenpunkt 0 und der
 Klemme 4

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

Umwandlung der Spannungsquellen in
 Ersatzstromquellen:

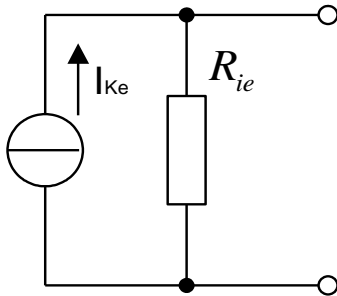


$$I_{k1} = \frac{U_{q1}}{R_{134}} \quad I_{k2} = \frac{U_{q2}}{R_{235}}$$

Parameter der Ersatzstromquelle:

Zweipolverfahren

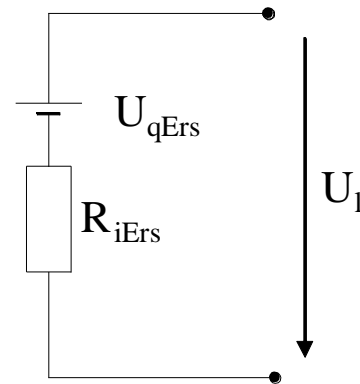
Parameter der Ersatzstromquelle:



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

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

Umwandlung der Ersatzstromquelle in die Ersatzspannungsquelle:

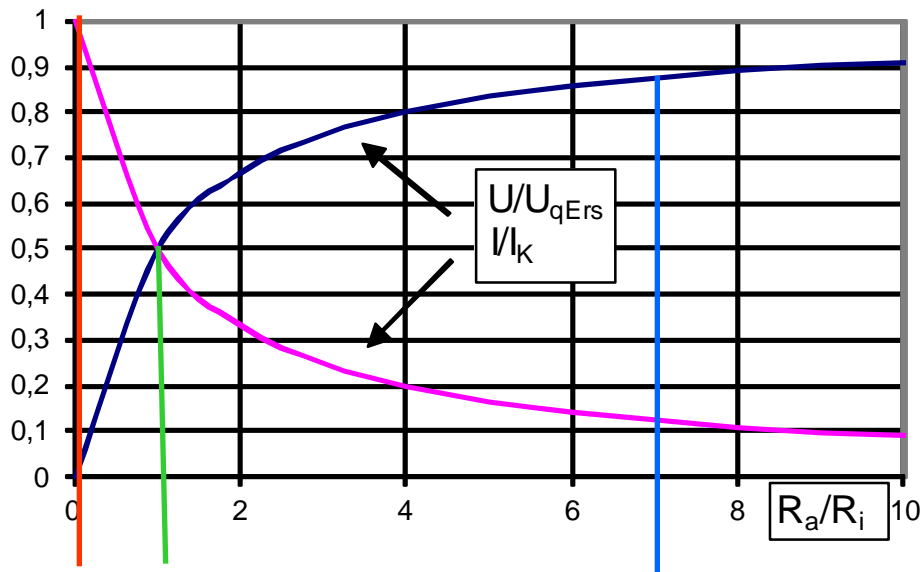


$$I_{ke} \cdot R_{ie} = \underline{\underline{U_{qErs}}} = \frac{I_{ke}}{G_{ie}}$$

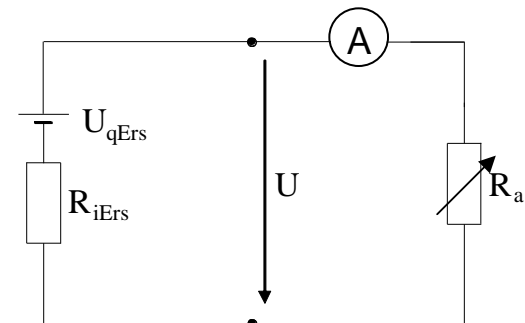
$$R_{iErs} = R_{ie} + R_{645} \quad I_k = \frac{U_{qErs}}{R_{iErs}}$$

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: $R_a = 0$

$I = 0$	$I = I_K$
$U = U_{qErs}$	$U = 0$