

Messtechnik, Labor

Einführungsvorlesung
SS 2017

David Lindenthaler

lindenthaler@tugraz.at

Newsgroup (news.tugraz.at): tu-graz.lv.mt-labor

Inhaltsübersicht

- Inhalte des Labors
- Organisation und zeitlicher Ablauf
- Beurteilung
- Häufige Fragen und Sicherheitsrichtlinien

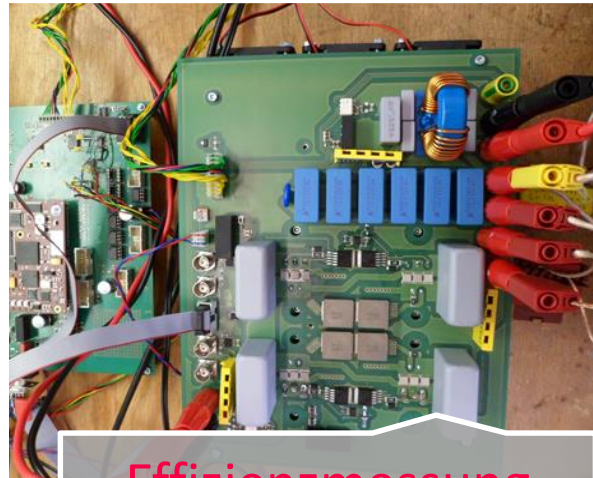
- Unterschriftenlisten

INHALTE

Einführende Beispiele



VKM Prüfstand mit Sensorik.¹



Effizienzmessung Umrichter.²

- Vielfältige Anwendungen in der Messtechnik
- Gemeinsamkeit:
Physikalische Größe



Weg dazwischen



Messergebnis

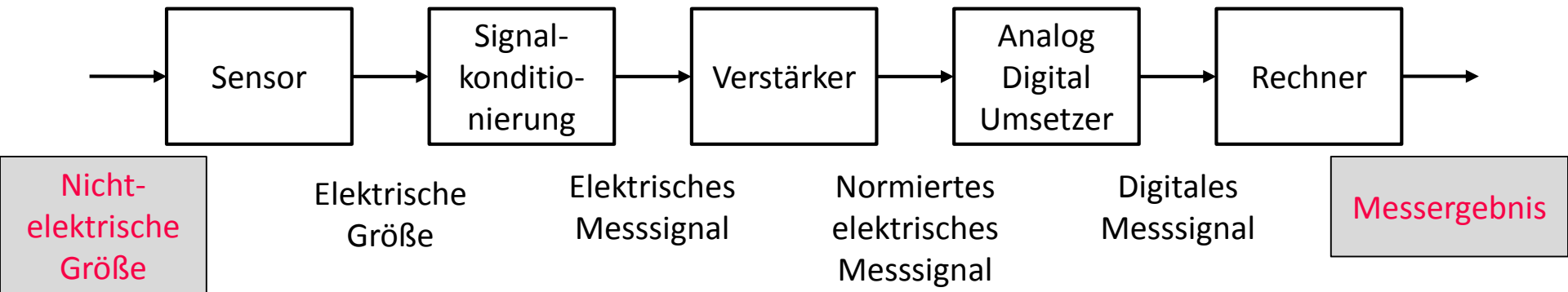
- **Weg dazwischen** von Anwendung abhängig
- Systematische Beschreibung der Verarbeitungsschritte bis zum **Messergebnis**

→ **Messkette**

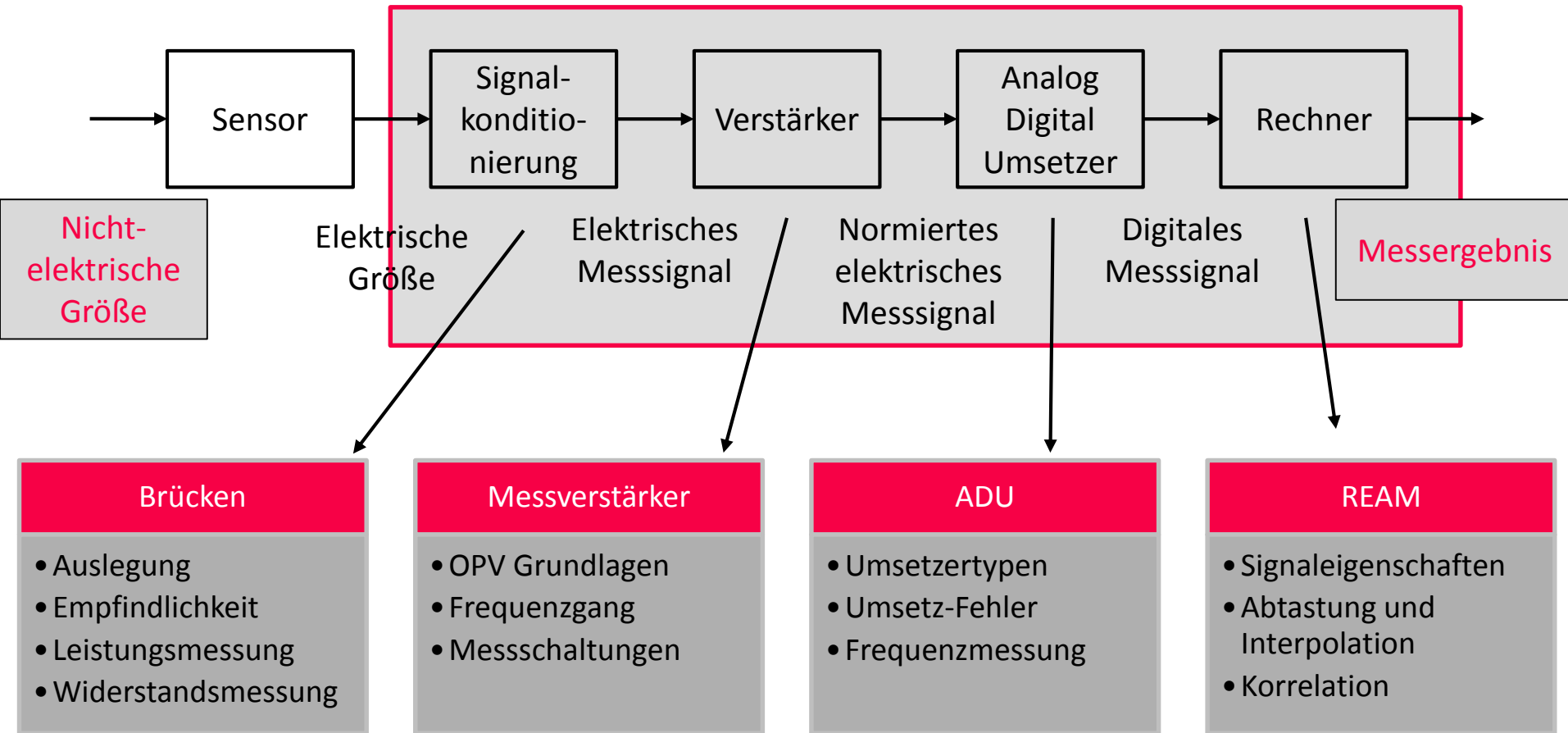
1) <http://www.bemani.ch/Site/images/Pr%C3%BCfstand/Maserati%20F1%20Motor.jpg>

2) <http://www.mikrocontroller.net/attachment/155727/Inverter.JPG>

Messkette als universelles Modell für Messungen



Themen im Labor



Sensorik-Teil wird im Labor nur gestreift; Vertiefungen für ausgewählte Sensoren sind im Lehrveranstaltungsangebot des Instituts zu finden.

Messbrücken und Leistungsmessung

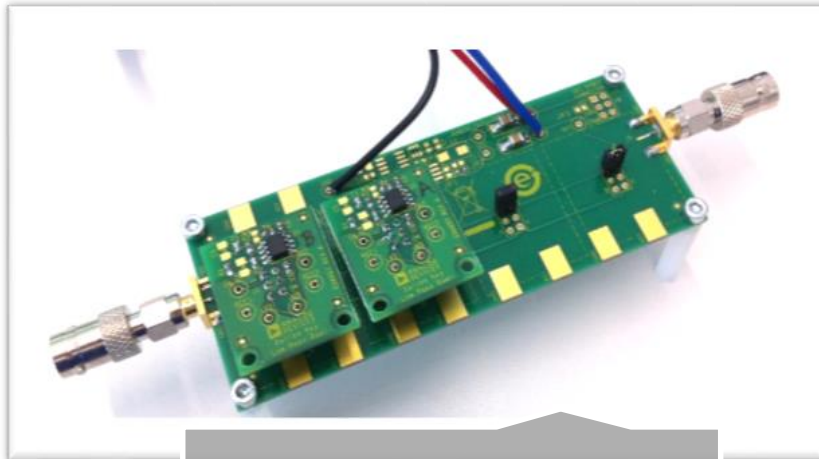


Dehnmessstreifen in Brückenschaltung zur Drehmomentmessung.¹

- Abgleich der Messbrücke
 - U_0 und R_4 **nicht beliebig genau** messbar/einstellbar
 - Freiheitsgrade erkennen und richtig nutzen
- Leistungsmessung
 - Analoges und digitales Gerät

1) https://de.wikipedia.org/wiki/Drehmomentaufnehmer#/media/File:Torque_shaft.gif

Messverstärker



Aktive Filterschaltung vierter Ordnung mit zwei OPVs.

- Realer Operationsverstärker
 - Offsetspannung
 - Eingangsruhestrom
 - Slew Rate
 - ...
- Verstärkerschaltungen
 - Invertierender und Nichtinvertierender Verstärker
 - Integrator
 - ...

Analog Digital Umsetzer und Frequenzmessung



4 Kanal ADC auf
Soundkarte.¹

- Fehler bei Analog Digital Umsetzern
 - Verstärkungsfehler
 - Offset Fehler
 - Nichtlinearitäten
 -
- Verschiedene Arten von Umsetzern, **Vergleich** von
 - Wandlungsdauer
 - Auflösung
 - Komplexität
 - ...

1) https://en.wikipedia.org/wiki/Analog-to-digital_converter#/media/File:WM_WM8775SEDS-AB.jpg

Rechnergestützte Erfassung und Analyse von Messdaten



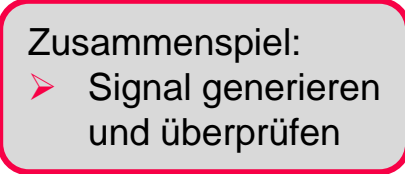
- Unterschied: kontinuierliche und abgetastete Signale
 - Antialiasing-Filter und Aliasing-Effekt
 - Kenngrößen von Signalen
 - ...
- Korrelation
 - Periodizität von stark verrauschten Signalen
 - ...

1) <https://reference.digilentinc.com/reference/instrumentation/analog-discovery/start>

Voraussetzungen für Labor (aus GET und Schaltungstechnik Labor)

- Oszilloskop
 - Kanal-Kopplung: AC/DC bei Mischsignalen
 - Zeitskalierung, Amplitudenskalierung und interne Multiplikatoren
 - Trigger: Pegel, Kanal, Flanke, Kopplung (AC/DC)
 - Massenproblematik
- Funktionsgenerator
 - Amplitudeneinstellung: Spitze, Spitze-zu-Spitze, RMS, Mittelwert
 - Zeiteinstellung: Periodendauer, Frequenz, Tastverhältnis
 - Bezugsmasse des Ausgangs
- Multimeter
 - DC/AC Messung bei AC/DC und Mischsignalen
 - RMS und TrueRMS bei nicht-sinusförmigen Signalen
 - Korrekte Beschaltung bei Strom, Spannung und Widerstandsmessung
 - Messfehlerbestimmung mit Datenblatt, R_{iV} , R_{iA}
- *Hilfreich*: Vorlesungsprüfung

Zusammenspiel:
➤ Signal generieren
und überprüfen



ORGANISATION

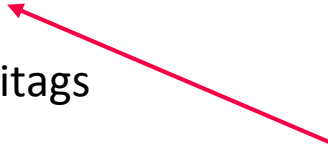
Laborübungen

- **BR**
Messbrücken & Leistungsmessung
 - **MV**
Messverstärker
 - **ADU**
Analog/Digital-Umsetzer, Frequenzmessung
 - **REAM**
Rechnergestützte Erfassung und Analyse von Messdaten
- Betreuung der Übungen durch 16 Studienassistenten/-innen und 4 Laborleiter
- Hörerlabor I,
Raum PZ 402 **028**
Inffeldgasse 23, 2.Stock
- Hörerlabor II
Raum PZ 402 **100**
Inffeldgasse 23, 2.Stock

Zeitlicher Ablauf des Labors

- Alle Infos unter <http://www.emt.tugraz.at/teaching/mtlab>
- KW 12, 13, 14 und 17: **Laborabhaltung**
 - Dazwischen Osterferien
 - Übungen nicht aufbauend,
 - **Zufällige** Einteilung in Dreiergruppen, Übungszeit laut TUGraz-Online- Gruppe
 - Freie Übung jeweils mittwochs und freitags
- KW 18 und 19: **Kolloquien**
 - Termin laut TUGraz-Online- Gruppe
 - Einzeltermine
 - 2.5 h je Teilnehmer

Übungsreihenfolge und
Gruppeneinteilung folgt
noch



Zeitlicher Ablauf pro Termin / Woche (1)

- 1. Vorbereitung**
- 2. Laborabhaltung**
- 3. Freie Übung**

Zeitlicher Ablauf pro Termin / Woche (2)

1. Vorbereitung

- Ziel: Theoretischer Hintergrund zur Übung
- Hilfsmittel zum Vorbereiten: **Skriptum** und vorgefertigte Protokolle
- **Ohne Vorbereitung**
 - nicht genügend Zeit für gesamte Übung
 - keine Zeit um sich mit Messgeräten auseinanderzusetzen
- Vorgefertigtes Protokoll mitbringen (**ein** Ausdruck je Gruppe)
- Protokoll darf/soll **soweit sinnvoll** ausgearbeitet werden
 - Messergebnisse, Diskussion → **nicht sinnvoll**
 - Wirkt sich **negativ** auf Beurteilung des Protokolls aus
 - Formeln, Schaltungen → **sinnvoll**
 - Mehr Zeit für Aufgabenstellungen und zum Üben
- Downloads (Skriptum und Laborprotokolle) unter <http://www.emt.tugraz.at/teaching/mtlab>

Zeitlicher Ablauf pro Termin / Woche (3)

2. Laborabhaltung

- Schaltungsaufbau, **Bedienung** der Geräte
- Ein Protokoll pro Gruppe erstellen, Abgabe beim Studienassistenten
 - Richtlinien beachten! (Achsenbeschriftung, Berechnungsbeispiele, ...)
- Bei Fragen → Studienassistent/-in oder Laborleiter
- Abwesenheiten:
 - 1 x fehlen ist **ohne Konsequenz** erlaubt; **keine** Entschuldigung notwendig
 - Öfter als 1 x fehlen → **negative** Beurteilung

3. Freie Übung

- Freitag und **Mittwoch**, fair use, 1.5h
- Nicht verpflichtend; **nicht** immer jede Übung betreut
- Nochmaliges aufbauen der Übung, Geräte bedienen, ...

4. Korrektur des Protokoll

- Erhalt per Email nach einer Woche
- Verwendung der korrigierten Protokolle während des **Kolloquiums**

Ablauf Kolloquium

- Einzelübungen, je 2.5 h, **keine Hilfe** vom Prüfer
 - Kombination/Variation mehrerer Laborübungen
Fixbestandteil: **Bedienung** der Laborgeräte (Funktionsgenerator, Oszilloskop, ...)
 - Messergebnisse laut Aufgabenstellung **dokumentieren**
 - Protokolle und Laborskript dürfen verwendet werden
- Checkpoints, z.B.:
„Zeigen Sie ... Ihrem Prüfer“ oder *„Demonstrieren Sie ...“*
 - Können **KO-Kriterien** sein
 - Ohne Erfüllung **kein Weiterarbeiten** möglich
 - Zu Beginn der Messaufgabe, elementare Aufgabenstellungen
 - Können **normale Unterpunkte** sein
 - Weiterarbeiten bei Nichterfüllung **möglich**
- Beurteilung des Kolloquiums
 - Auswertung der **schriftlichen** Dokumentation und der Checkpoints

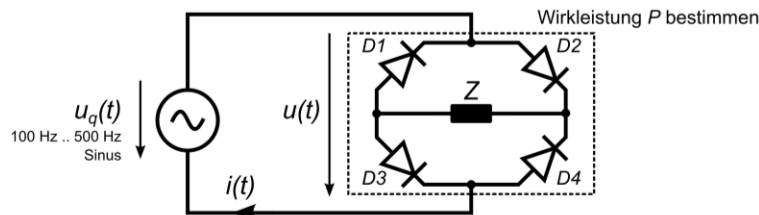
→ **Beispielhafte Aufgabenstellung**

Beispiel für Kolloquium – SS2014 (1)

Sie haben zur selbständigen Lösung der gestellten Aufgabe 2 Stunden und 30 Minuten Zeit. Gehen Sie die Aufgabe in Ruhe und überlegt an. Zur Benotung werden die schriftliche Unterlagen benotet, die Sie abgeben. Achten Sie daher auf eine übersichtliche und gut lesbare Dokumentation. Als Unterlagen stehen Ihnen das Laborskriptum sowie die Laborprotokolle Ihrer eigenen Gruppe zur Verfügung. Sie dürfen alle Geräte auf Ihrem zugewiesenen Arbeitsplatz verwenden.

Leistungsmessung:

Das Ziel dieser Aufgabe ist die Messung der elektrischen Wirkleistung an einer Gleichrichterschaltung.



Gleichrichtung durch Brückengleichrichter.

1. Teil: Messschaltung (40%)

- Wie groß darf die Versorgungsspannung $u_q(t)$ sein, damit die maximale Leistung an der Impedanz Z kleiner als 250 mW ist. Vernachlässigen Sie für diese Abschätzung die Brückengleichrichtung (Z direkt von $u_q(t)$ versorgt).
- Erweitern Sie die Schaltung, sodass der Strom $i(t)$ mittels einer Spannungsmessung über einen zusätzlichen Widerstand R_S erfasst werden kann.
- Wählen Sie einen Widerstandswert für R_S , sodass die Rückwirkung auf die ursprüngliche Schaltung möglichst gering ist.
- Ermitteln Sie den Widerstandswert für den Strommesswiderstand möglichst genau mit einer separaten strom- bzw. spannungsrichtigen Schaltung.
- Bauen Sie die entworfene Schaltung auf, kontrollieren Sie die Signalverläufe auf Plausibilität und zeigen Sie die Ergebnisse dem Prüfer.

KO
Checkpoint

Beispiel für Kolloquium – SS2014 (2)

2. Teil: Verstärker (30%)

Verstärken Sie das Signal für den Strom $i(t)$, sodass die Amplitude im V-Bereich liegt und der Maximalwert 10 V nicht überschreitet.

- (a) Bestimmen Sie den Verstärkungsfaktor.
- (b) Wählen Sie den Verstärkertyp und dimensionieren Sie die Bauteilwerte.
- (c) Bauen Sie die entworfene Schaltung auf, kontrollieren Sie die Signalverläufe auf Plausibilität und zeigen Sie die Ergebnisse dem Betreuer.

3. Teil: Messdatenerfassung (30%)

- (a) Erfassen Sie die Signalverläufe mit LabView. Wie wählen Sie die Abtastfrequenz? Ist ein Anti-Aliasing-Filter notwendig? Begründen Sie Ihre Antworten.
- (b) Skizzieren Sie die notwendigen Berechnungsschritte zur Bestimmung der Wirkleistung an der Gleichrichterschaltung ($u(t)$ und $i(t)$).
- (c) Implementieren Sie das Programm und zeigen Sie die Ergebnisse Ihrem Prüfer. Achten Sie bei der Berechnung auf ein ausreichend großes Summationsintervall.

Normaler
Checkpoint

Mögliche Strategien zur Fehlersuche (1)

Diese Folie darf in
ausgedruckter Form
zum Kolloquium
mitgebracht werden.

Unachtsamkeitsfehler

- Laborboxen, Messgeräte, Quellen... eingeschaltet?
- Messbereich sinnvoll? (z.B.: Amplitude, Zeitbasis, ...)
- Eingangssignal sinnvoll? (z.B.: Frequenz, Amplitude, DC Anteil, ..)
- Verbunde Massen bei **Oszilloskop**, **Signalquelle** und **Messverstärker**
- Funktionsgeneratoren / Netzteil (es gibt verschiedene Typen)
 - Output aktivieren und **richtigen Anschluss** wählen
- Oszilloskop: Trigger, Eingangsverstärker, Zeitbasis,

Mögliche Strategien zur Fehlersuche (2)

Diese Folie darf in
ausgedruckter Form
zum Kolloquium
mitgebracht werden.

Fehlerortung

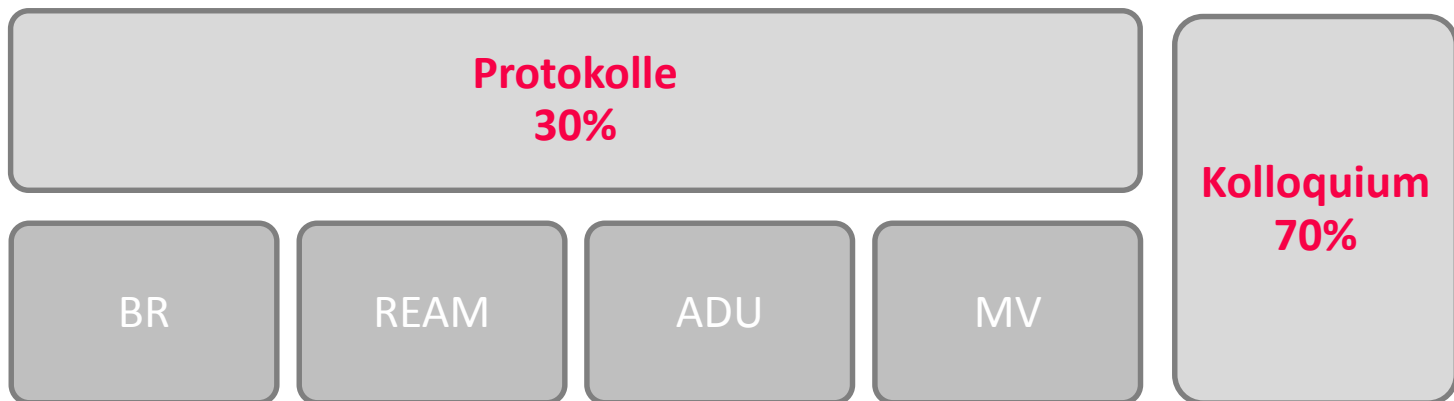
1. Signalquelle von Schaltung trennen
2. Signal am Ausgang kontrollieren
3. Einen **Teil** der Schaltung hinzufügen
4. Weiter mit Punkt 2

BEURTEILUNG

Beurteilung

- Protokolle
 - Benotung mit + (=1), o (=3), - (=5)
- Kolloquium **muss positiv sein**
- Gewichtung: **30%** Protokolle, **70%** Kolloquium
 - Veränderung der positiven Kolloquiumsnote um ± 1

→ **Labor positiv**



- **Abmeldung** noch heute ohne Konsequenzen möglich

HÄUFIGE FRAGEN & UNFALLSCHUTZ

Häufige Fragen zur Anmeldung

- Chancen auf Fixplatz
 - Eher gering: in den letzten Semestern 1 bis 2 Fixplätze
- Unterschriftenliste unterschreiben bei Wartelistenplatz?
 - Nicht notwendig: Studierende, welche nachrücken werden von mir per Email kontaktiert um zu unterschreiben
- Gruppenwechsel möglich
 - Nur wenn sich zwei Tauschwillige finden; Email an mich

Richtlinien zum Unfallschutz

- Einschalten nur mit Erlaubnis des Betreuers!
- Vor Schaltungsänderungen den Stromkreis **allpolig** abschalten!
- Bei Gefahr Stromkreis **allpolig** abschalten!
- Keine blanken Leiter berühren!
- Am zugewiesenen Laborplatz bleiben!
- Unfälle und Beinaheunfälle sofort melden!

Mit der Unterschrift erklären Sie, dass Sie die Richtlinien zum Unfallschutz verstanden haben und diese im Labor befolgen werden.

Fragen?