

# Herausforderungen bei der Rückführung von elektrooptischen Streckenmessungen

C. Herrmann<sup>°</sup>, O. Heunecke\*, I. Neumann\*, M. Hennes<sup>°</sup>

<sup>°</sup> Geodätisches Institut , Karlsruher Institut für Technologie

\* Institut für Geodäsie, Universität der Bundeswehr München



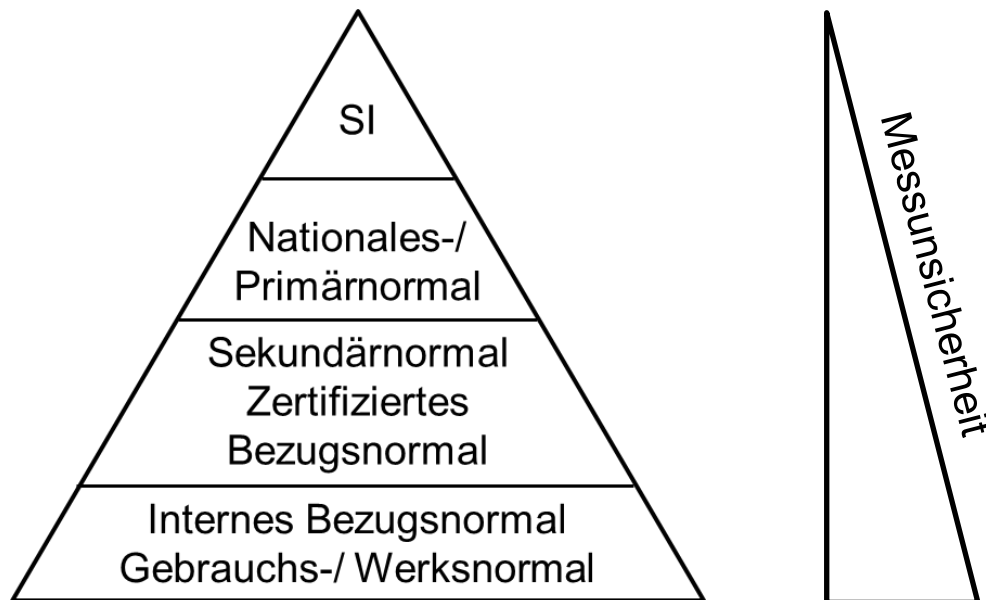
# Rückführung

- ... ist ein Vorgang, der in einer oder mehreren Stufen ein Messmittel mit einem nationalen oder internationalen Normal vergleicht
- in jeder Stufe: Kalibrierung
- Bezug zum System der SI-Einheiten
- Ziel: Einheitliches Maß



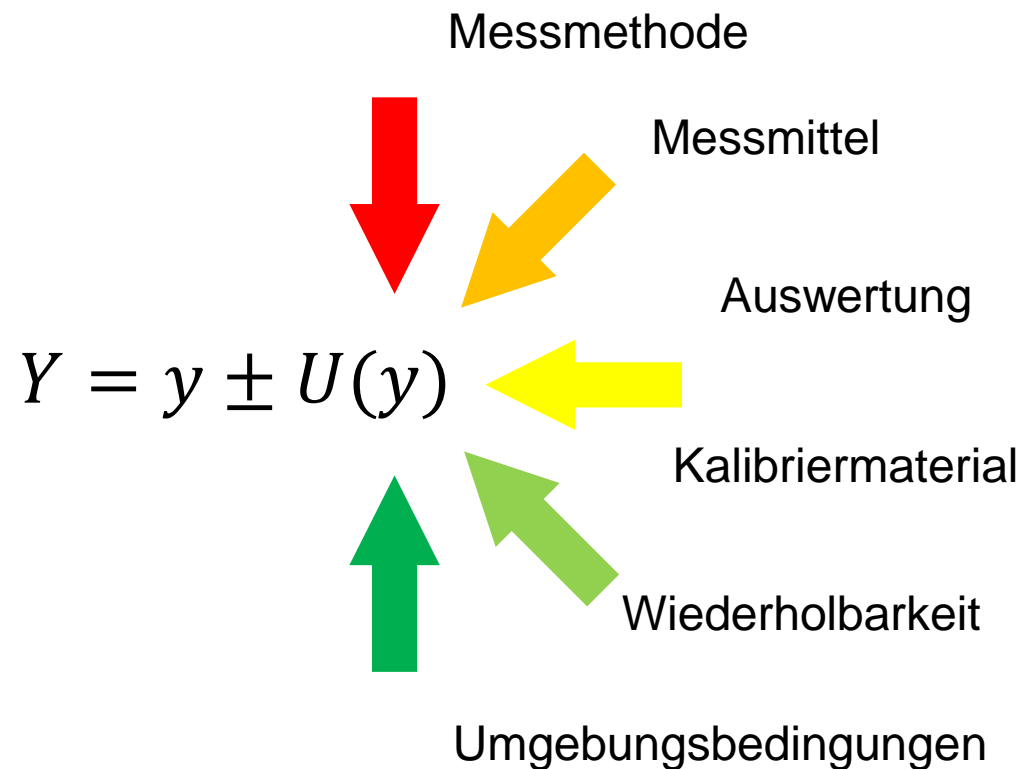
# Rückführung

- ununterbrochene Kette von Vergleichen
- Messunsicherheit für jedes Glied der Kette
- allgemein anerkannte Verfahren und entsprechende Dokumentation
- Kompetenz der ausführenden Institutionen



# Rückführung

- Messunsicherheit
- Beachtung aller Einflussfaktoren



## Rückführung Länge

- Vergleichsstrecke (Uni BW München)
- GKGM organisiert Ringversuch
- Angestrebte Standardunsicherheit für den Maßstab:  $u_{ppm} < 2 \cdot 10^{-7}$
- Teilstrecken:  $u_{dist} < 0,1 \dots 0,2 \text{ mm}$



## Denkbare Messmittel

- „Mehr-Farben“-EDM
- Interferometrie
- (Mekometer,  $u_{dist} = 0,2 \text{ mm} + 0,2 \text{ ppm}$ )

 z.B. Lasertracking

# Unsicherheitsbetrachtung

- Abschätzung der potentiellen Unsicherheitsquellen, um die angestrebte Standardunsicherheit der Strecken zu gewährleisten

Einflussgrößen	Interferometrie	Unsicherheit IFM
Atmosphäre	Temperatur, Luftdruck, Feuchte	$\Sigma$ : ~ 0.1 ppm
Zielzeichen	CCR Rundheit und Spiegelflächen	1.5 $\mu\text{m}$ 3 $\mu\text{m}$
Bezugspunkt	Nullpunktskorrektur Zentrierung	5 $\mu\text{m}$ variabel
Gerätemaßstab	Frequenz	~ 0.1 ppm
Alignement	Alignement	10 $\mu\text{m}$
Spezifische Einflussgrößen der Messmethode	CCR-Aufnahme bei Zwischenpunkten, Stative für Zwischenpunkte	50 $\mu\text{m}$  10 $\mu\text{m}$
Auswertung	Korrekturen- und Reduktionsmodelle	~ 0.1 ppm (Unterschiede)

# Rückführungsaspekte

- Für Messungen mit mehr als einer Eingangsgröße in das Messmodell sollte jede der Eingangsgrößen rückführbar sein
- Der Aufwand für die Rückführung der Eingangsgrößen sollte im Verhältnis zu deren Beitrag zum Messergebnis stehen
- D. h. zertifizierte Messgeräte (z. B. Lasertracker, EDM) – auch für die Einflussfaktoren (Temperatur, Druck, Feuchte, etc.)
- Diskussion: Welche Einflussfaktoren müssen tatsächlich rückgeführt werden?
- Auch nicht rückgeführte Einflussfaktoren werden im Unsicherheitsbudget berücksichtigt
- Zur Rückführung muss die kalibrierende Institution akkreditiert sein

# Kritische Größen

- Atmosphäre repräsentativ für den Signalweg
  - Temperatur !!!
  - Luftdruck
  - Feuchte ?
- Gerätemaßstab
- Korrektions- und Reduktionsmodell
- Messmethode kritisch prüfen



# Zusammenfassung

- Rückführung der Messgröße Länge in Geodäsie kaum behandelt
- Einheitlicher Maßstab muss gewährleistet werden
- Rückführung bedeutet die konsequente Verwendung von zertifizierten Messmitteln
- Auf ein Korrektions- bzw. Reduktionsmodell festlegen
- Strenge der Rückführung muss diskutiert werden
- Ringversuch an der UniBw vergleicht verschiedene Messmittel bei der Längenmessung

- Chain Links by MyTudut, Creative Commons Licence (CC BY-NC-SA 2.0)
- <http://www.geoprecis.com/equipment/33b.jpg>
- IMG 4761 by cgommel, Creative Commons Licence (CC BY-NC-SA 2.0)
- asdf

