

## SE 200 | MEC Line Technische Mechanik



## Didaktisches Konzept für Versuche aus Statik und Festigkeitslehre

- intelligente und kommunikationsfähige Bauteile
- kabellose digitale Anbindung

# Inhaltsverzeichnis

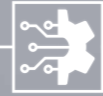
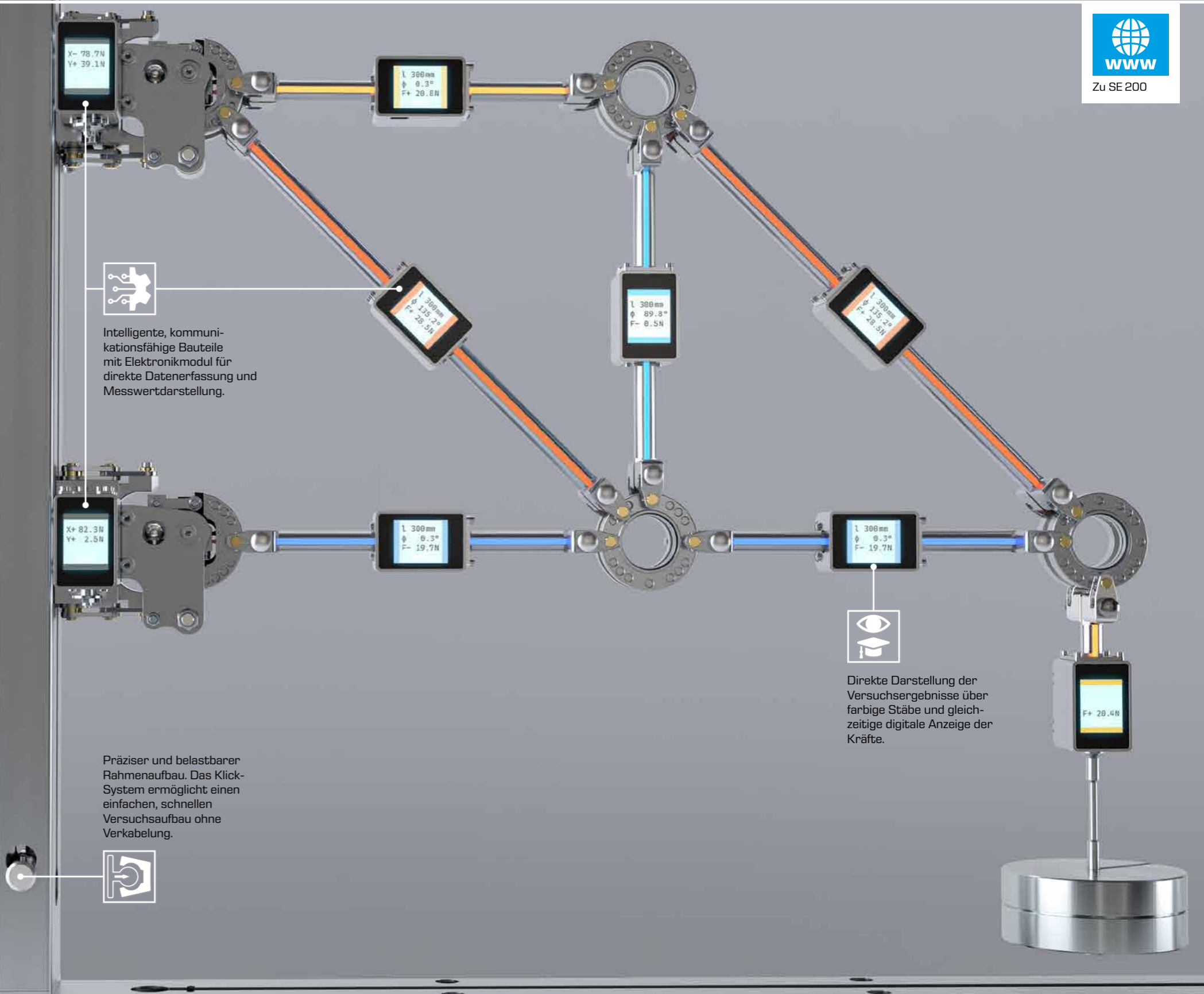
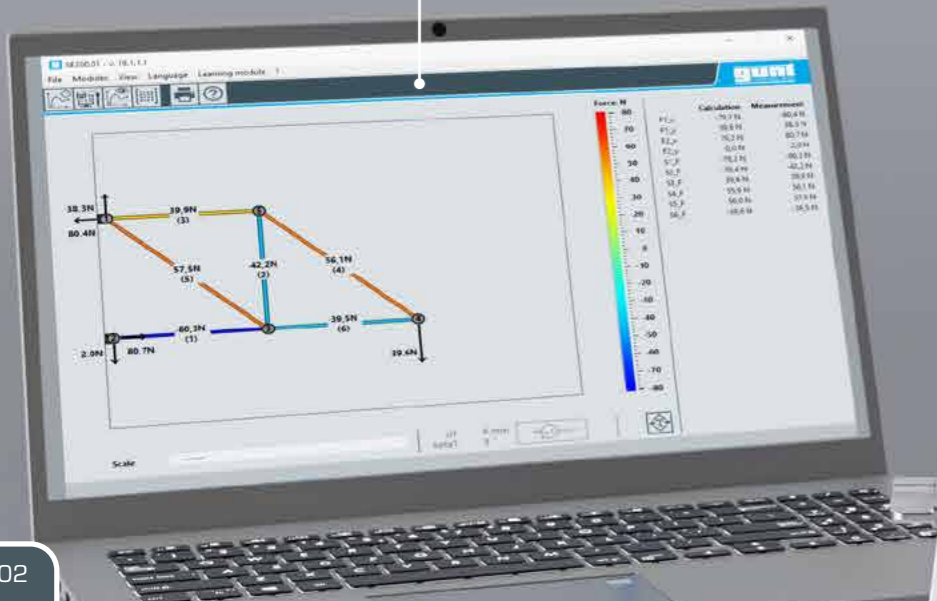
Didaktik und Methodik	04
Smarter Datenfluss	06
Aufbau der MEC Line	08
Intelligente Bauteile	10
Zubehör	12
SE 200.01 MEC – Kräfte in Fachwerken	14
SE 200.02 MEC – Kräfte an einer Hängebrücke	16
SE 200.05 MEC – Seilkräfte und Flaschenzüge	18
GUNT Science Media Center	20



Individuelle GUNT-Software inhaltlich abgestimmt auf die einzelnen Versuche, ermöglicht die Darstellung und die Auswertung in Echtzeit.



Im GUNT Science Media Center stehen zu allen Versuchen die Beschreibungen, Anleitungen, Übungen, Videos und E-Learning Kurse mit Grundlagenwissen, Theorie und Berechnungen zur Verfügung.



Intelligente, kommunikationsfähige Bauteile mit Elektronikmodul für direkte Datenerfassung und Messwertdarstellung.



Direkte Darstellung der Versuchsergebnisse über farbige Stäbe und gleichzeitige digitale Anzeige der Kräfte.



Präziser und belastbarer Rahmenaufbau. Das Klick-System ermöglicht einen einfachen, schnellen Versuchsaufbau ohne Verkabelung.

# Didaktik und Methodik

Versuche mit allen Sinnen – für ein tieferes Lernerlebnis

## Die Grundlagen der technischen Mechanik gemäß Lehrbuch und Curriculum im Versuch erarbeiten

### Was

- statische Systeme im Kräftegleichgewicht
- Fachwerke: innere Reaktion und Auflagerreaktion aus äußeren Lasten
- elastische Reaktionen aus äußeren Lasten
- Analyse typischer Elemente aus dem Bauingenieurwesen: Balken, Träger, Brücken
- Stabilitätsprobleme kennenlernen

## Gleichzeitig mit digitalen Konzepten und Methoden der Messtechnik und Datenverarbeitung vertraut werden

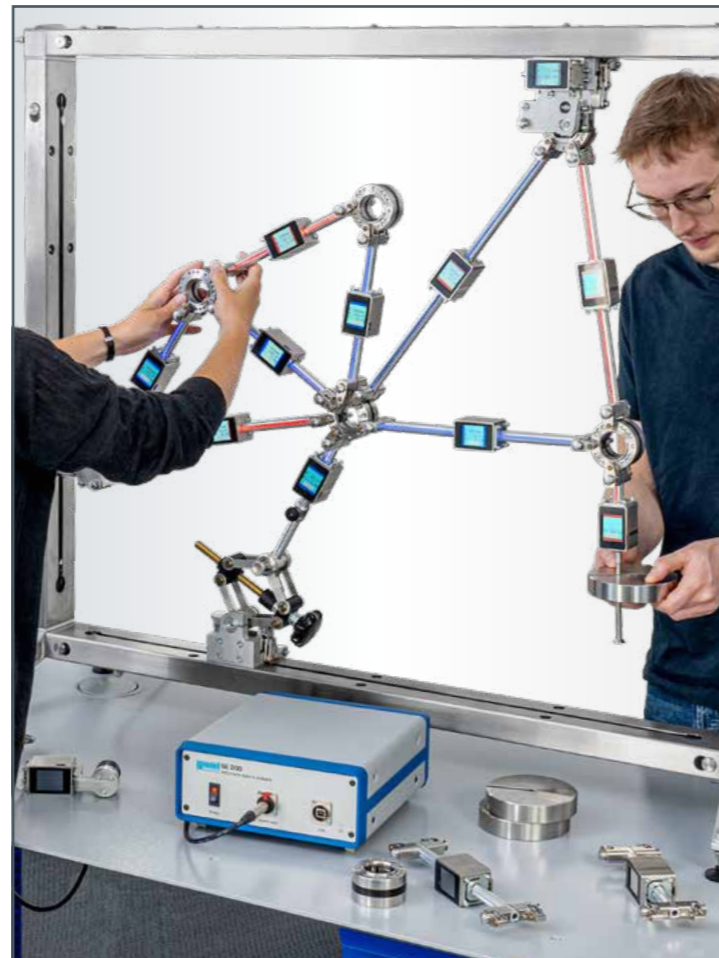
### Wie

- theoretische Unterrichtsthemen im Experiment umsetzen durch Planung von Versuchsreihen und Aufbau eigener Versuche
- Begriffe wie z.B. Einspannung oder gelenkiges Auflager technisch realisieren
- farbige Darstellung der Kräfte, Anzeige der Belastung sowie automatische Topologieübertragung für ein direktes Feedback
- mikroprozessorbasierte Messtechnik für Kraft und Winkel, Abstand, Lage und Identifikation
- Anwendung von Gray-Code (einfacher, einschrittiger Binärcode)
- Integration von FEM-Modellen, Festigkeitsnachweis usw.



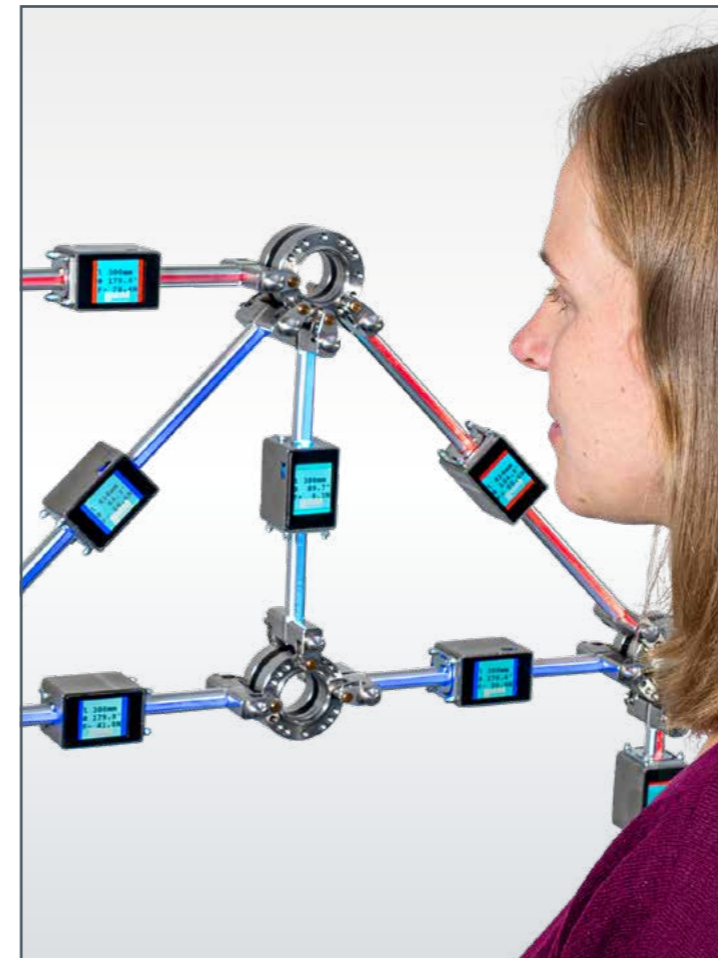
### Haptisches Erfahren

- fördert das Erfassen und Verinnerlichen von Lerninhalten über den Tastsinn
- manuelles Arbeiten und Geschick beim Aufbau von Versuchen
- keine störende Verkabelung der einzelnen Elemente
- stabile Bauteile mit Klick-System, einfach und schnell aufgebaut



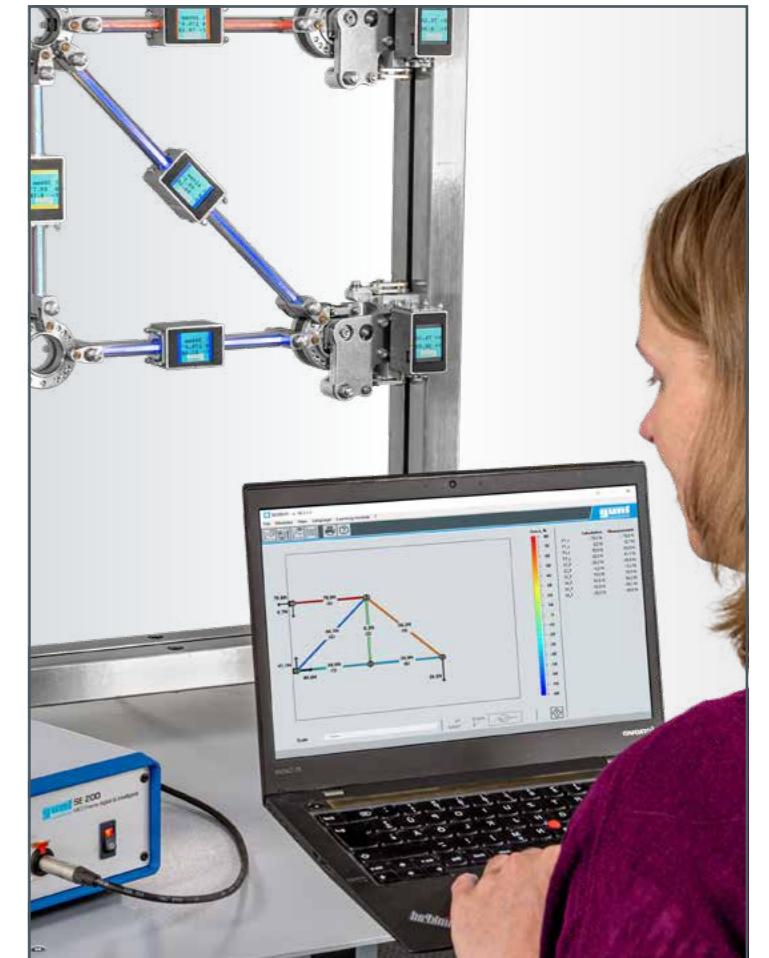
### Experimentelles Lernen

- fördert eigenaktives Lernen und effektive Teamarbeit
- Zubehör der Serie sind modular kombinierbar und ermöglichen Aufbau und Erweiterungen der Versuche
- eigene Versuche mit vielen Variationen möglich



### Visuelles Erfassen

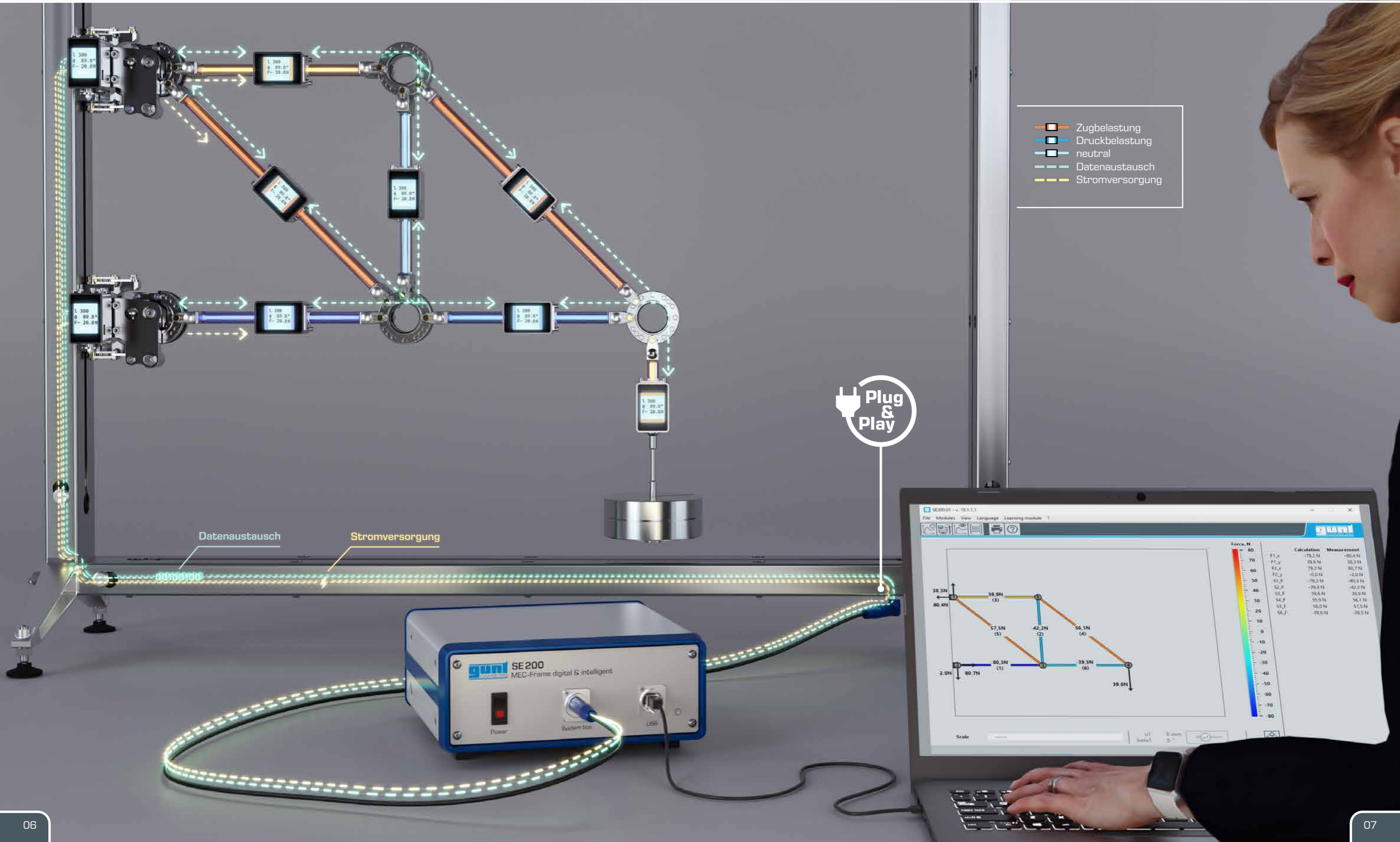
- fördert das Abstraktionsvermögen
- optische Darstellung von Versuchsvorgängen, die sonst unsichtbar und nur über Berechnung zu verstehen sind



### Logisches Denken

- fördert das Erkennen von Zusammenhängen durch Übertragung der Topologie
- Auswertung der Messergebnisse und Abschätzung von Fehlern

# Smarter Datenfluss – Informationen und Stromversorgung kabellos

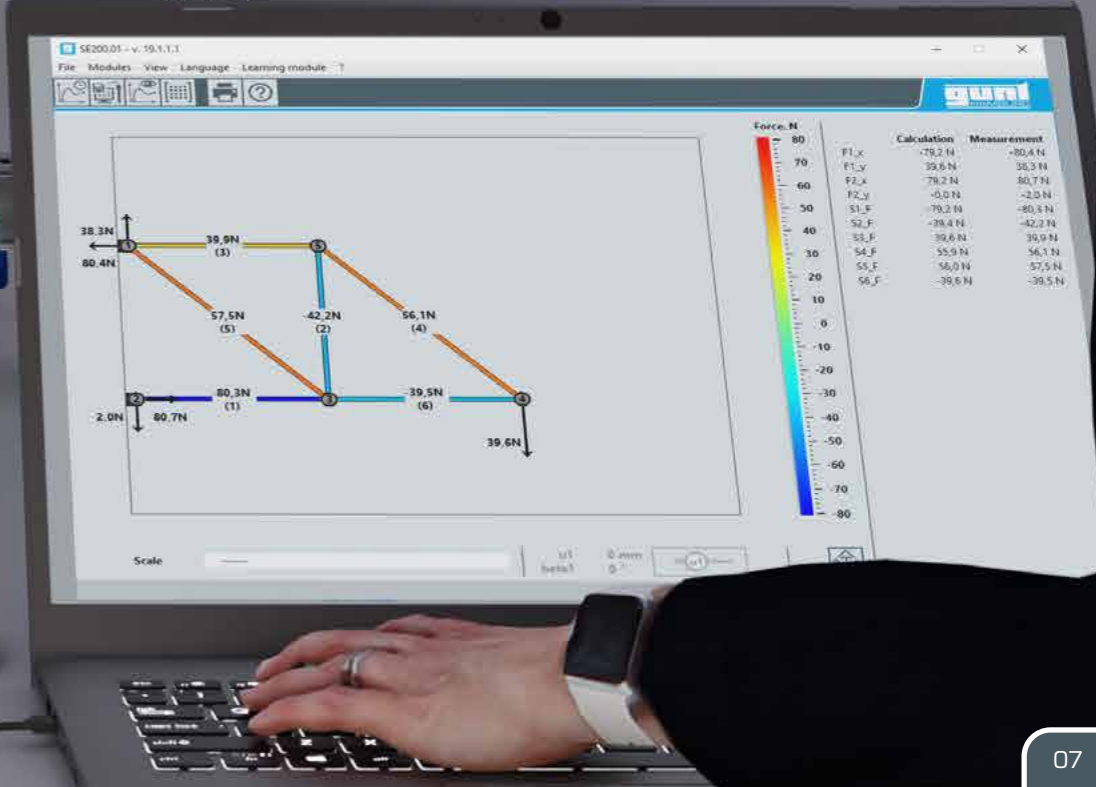


- Zugbelastung
- Druckbelastung
- neutral
- Datenaustausch
- Stromversorgung

Plug & Play

Datenaustausch

Stromversorgung



# Aufbau der MEC Line

Aus dem Montagerahmen und den Bauteilen für Versuche, Aufbau und Messtechnik entstehen vollständige Versuchsaufbauten. Passend zu den Versuchen wird eine Software mitgeliefert zur Visualisierung, Messdatenerfassung und -auswertung in Echtzeit.

## MEC – Frame digital & intelligent

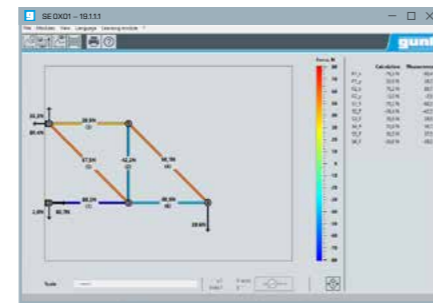
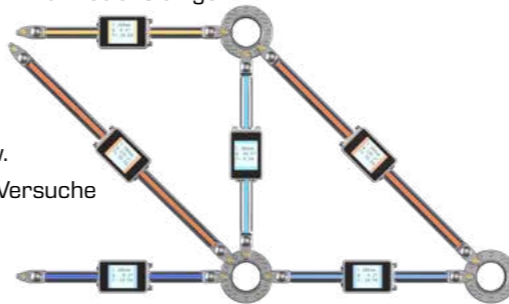
Montagerahmen zur Aufnahme intelligenter, kommunikationsfähiger Bauteile mit einem Mastermodul für digitale Anbindung und Messdatenerfassung



Zu SE 200

## Bauteile für Versuche zur Statik und Festigkeitslehre als Zubehör

- intelligente und kommunikationsfähige Stäbe mit Elektronikmodul
  - Brückenbauteile und Träger
  - Flaschenzüge usw.
- Alle Bauteile für die Versuche inkl. GUNT-Software

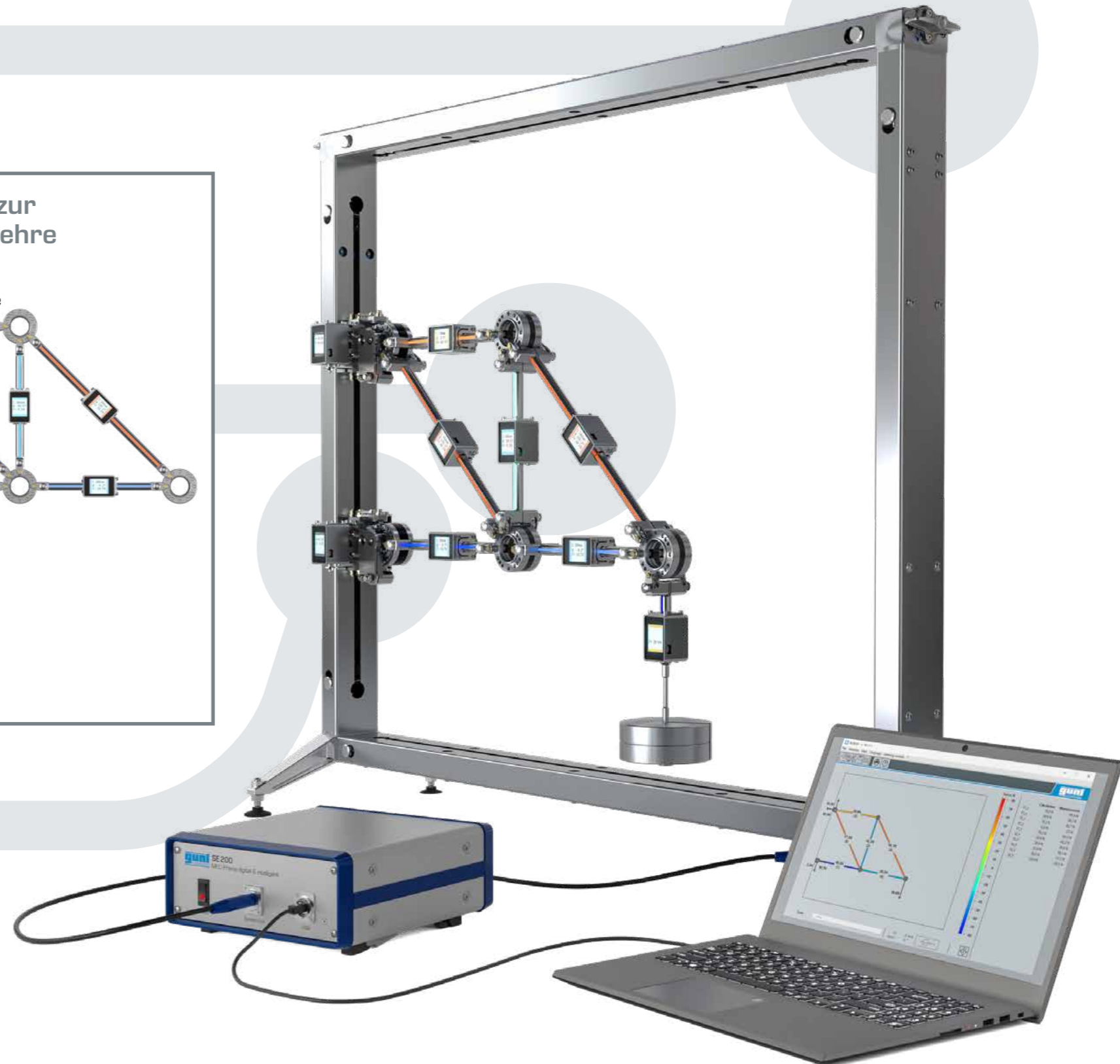


## Bauteile für den Aufbau und die Messtechnik als Zubehör

Intelligente und kommunikationsfähige Lasten, Auflager, Abstandsmessung usw. ausgestattet mit einem Elektronikmodul für Datenerfassung und Messwertdarstellung



Zugang zum GUNT Science Media Center



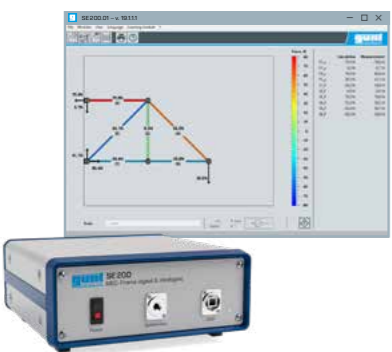
# Intelligente und kommunikationsfähige Bauteile für den Aufbau und die Messtechnik

## Bauteile für den Aufbau



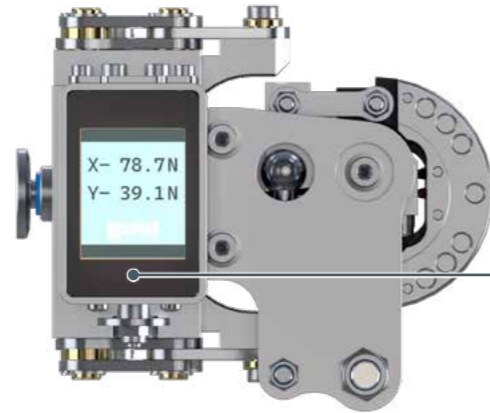
### Montagerahmen

- Grundelement zum Aufbau vielseitiger Versuche
- Klick-System für einfachen Auf- und Umbau, ganz ohne Werkzeug
- Edelstahl-Hohlprofile mit integrierter elektrischer Leitung
- definierte Rastpunkte für exakte Topologieermittlung und -übertragung



### Mastermodul und Software

- Mastermodul erfasst sämtliche Daten von den Elektronikmodulen und übermittelt diese via USB an die GUNT-Software
- automatische Identifizierung der intelligenten, kommunikationsfähigen Bauteile inkl. Lage und Ausrichtung oder Position
- Anbindung des Mastermoduls via Plug&Play und nur 1 Power-BUS Leitung



### Auflager

- Festlager für Anschluss intelligenter, kommunikationsfähiger Bauteile per Klick-System
- horizontaler oder vertikaler Einbau an verschiedenen Positionen im Montagerahmen
- automatische Erkennung der Einbaulage und dynamische Anpassung in der GUNT-Software

### Elektronikmodul

- ausgestattet mit Planar Beam Wägezellen zur direkten Kraftmessung in x, y-Richtung
- integrierter Beschleunigungsaufnehmer zur Winkelmessung für die korrekte Darstellung der Geometrie



### Stab

- werkzeugloser Auf- und Umbau von verschiedenen Fachwerken ohne Verkabelung
- Darstellung der Kraft als Messwert und als farbige Beleuchtung direkt am Stab
- Stäbe gelenkig mit Knotenscheiben verbunden; Belastung nur auf Druck oder Zug

### Elektronikmodul

- ausgestattet mit Planar Beam Wägezelle zur direkten Kraftmessung in x-Richtung
- Kommunikation in beide Stabrichtungen zur Topologieermittlung
- integrierter Beschleunigungsaufnehmer zur Winkelmessung für die korrekte Darstellung der Geometrie

## Bauteile für die Messtechnik



### Last

- Erzeugung von Gewichtskräften durch Einzellast
- Erzeugung von Streckenlasten durch Kombination mehrerer Lastelemente
- **Elektronikmodul** mit Gray-Code Leser zur Positionserfassungs- und -übermittlung an die GUNT-Software



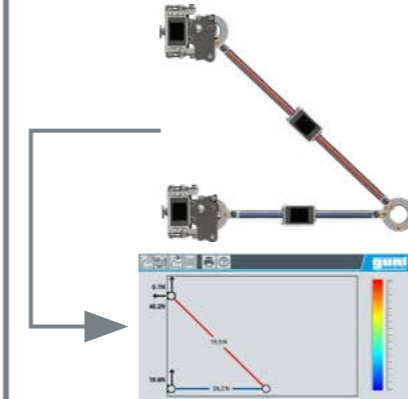
### Streckenlast

- Erzeugung von Gewichtskräften durch Einzellast
- Erzeugung von Streckenlasten durch Kombination mehrerer Lastelemente
- **Elektronikmodul** mit Gray-Code Leser zur Positionserfassungs- und -übermittlung an die GUNT-Software



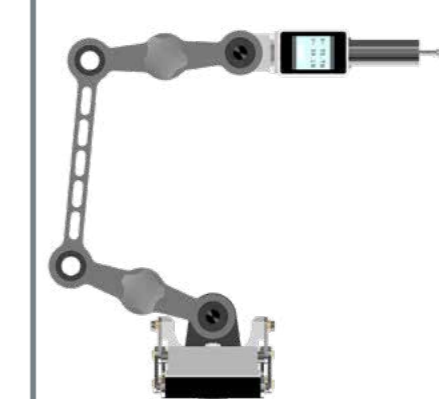
### Vertikale Last

- verschiedene Gewichte im Lieferumfang enthalten
- visuelle Darstellung der Kraft als farbige Beleuchtung
- **Elektronikmodul** enthält Planar Beam Wägezelle zur direkten Kraftmessung; Übertragung der Lage mit Hilfe der Topologie



### Topologie

- Echtzeitübertragung der Topologie zur Geometriedarstellung in der GUNT-Software
- exakte Visualisierung der Versuche bereits während des Aufbaus
- spezieller Algorithmus zur Topologieübertragung, entwickelt von GUNT



### Abstandsmesser

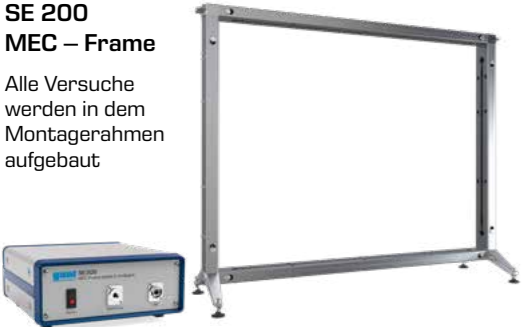




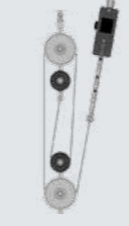





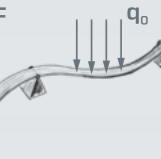





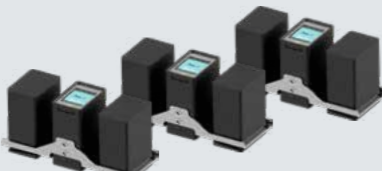

- Gelenkarm mit großer Reichweite
- **Elektronikmodul** enthält Linearpotentiometer zur Erfassung von Wegen und einen Beschleunigungsaufnehmer zur Erfassung der Messrichtung



### Belastungseinheit

- stufenlose Erzeugung von Zug- und Druckkräften in beliebiger Richtung
- visuelle Darstellung der Kraft
- **Elektronikmodul** enthält Planar Beam Wägezelle zur direkten Kraftmessung und einen Beschleunigungsaufnehmer zur Erfassung der Messrichtung

# Zubehör

<b>SE 200 MEC – Frame</b> <small>Alle Versuche werden in dem Montagerahmen aufgebaut</small> 	<b>SE 200.01 Kräfte in Fachwerken</b> 	<b>SE 200.02 Kräfte an einer Hängebrücke</b> 	<b>SE 200.03 Parabolische Bogenbrücke</b> 	<b>SE 200.04 Reibung an der schiefen Ebene</b> 	<b>SE 200.05 Seilkräfte und Flaschenzüge</b> 	<b>SE 200.06 Dreigelenkbogen</b> 	<b>SE 200.07 Gerberträger</b> 	<b>SE 200.08 Knickung</b> 	<b>SE 200.09 Verformung von Rahmen</b> 	<b>SE 200.10 Torsion von Stäben</b> 	<b>SE 200.11 Biegelinie von Trägern</b> 
<b>SE 200.21 Auflager</b> 	2	2	2	–	min. 1 max. 2	2	2	–	2	–	2
<b>SE 200.22 Belastungseinheit</b> 	max. 2	–	–	–	–	–	–	1	1	–	1
<b>SE 200.23 Abstandsmessung</b> 	max. 1	–	2	–	–	–	–	min. 1 max. 2	min. 1 max. 2	–	min. 1 max. 2
<b>SE 200.24 Vertikale Last</b> 	min. 1 max. 2	–	max. 1	–	min. 1 max. 2	1	max. 1	–	1	–	max. 1
<b>SE 200.25 Last (Satz mit 5 Stück)</b> 	–	1	1	–	–	1	1	–	–	–	–
<b>SE 200.26 Streckenlast (Satz mit 3 Stück)</b> 	–	max. 1	max. 1	–	–	max. 1	max. 1	–	–	–	–
<b>SE 200.27 Stabset</b> 	beliebig	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

# SE 200.01 MEC – Kräfte in Fachwerken

- intelligente, kommunikationsfähige Stäbe mit Elektronikmodulen für die Datenerfassung und Messwertdarstellung
- Aufbau von verschiedenen Fachwerken ohne Verkabelung
- automatische Identifikation und Zuordnung der Stäbe in der GUNT-Software
- Messwerte und farbige Darstellung der Kraft direkt am Stab
- berechnete Verschiebung des Fachwerks kann in der Software verstärkt dargestellt werden



**Lerninhalte**

- Messung der Stabkräfte in einem statisch bestimmten und statisch überbestimmten, ebenen Fachwerk
- Abhängigkeit der Stabkräfte von der äußeren Kraft
- Vergleich der Messergebnisse mit mathematischen Lösungsverfahren
- Grundprinzip: Messung von Kräften mit Hilfe von DMS-Messtechnik

## Aufgaben

- Aufbau eines beliebigen Fachwerks mit mind. 6 Stäben und 1 Last
  - exakte Erfassung der Geometrie mit Echtzeitübertragung in GUNT-Software
  - Anzeige der Messwerte direkt am Stab, bei Bedarf ausblendbar

- Berechnung der äußeren Kräfte: Belastung durch Last, Reaktion der Auflager

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = 0$$

$$\sum F_y = F_{2y} + F_w = 0$$

$$\sum M_2 = F_{1x} \cdot l + F_w \cdot 2 \cdot l = 0$$

Vereinfachte Skizze für das aufgebaute Fachwerk

Freischnitten der Auflagerkräfte

Aufstellen der Gleichgewichtsbedingungen

- Berechnung der inneren Kräfte: Knotenpunktverfahren oder Ritterschnittverfahren auswählen und anwenden

Ritterschnittverfahren: Freischnitten der Stabkräfte an Knoten 3 und 4

Knotenpunktverfahren: Freischnitten der Stabkräfte am Knoten 3

- Prüfen der Berechnung: Vergleich der Ergebnisse mit Messwerten und Ergebnissen in der GUNT-Software

Farbige Darstellung der Kräfte und Anzeige der Messwerte in Matrix-Form

g in N/mm		U in mm		F in N	
247,1	-70,2	0	0	-247,1	70,2
-70,2	19,9	0	0	70,2	-19,9
0	0	232,1	84,2	-232,1	-84,2
0	0	84,2	29,9	-84,2	-29,9
-247,1	70,2	-232,1	-84,2	484,2	14
70,2	-19,9	-84,2	-29,9	14	49,8
				-0,4	-26,1

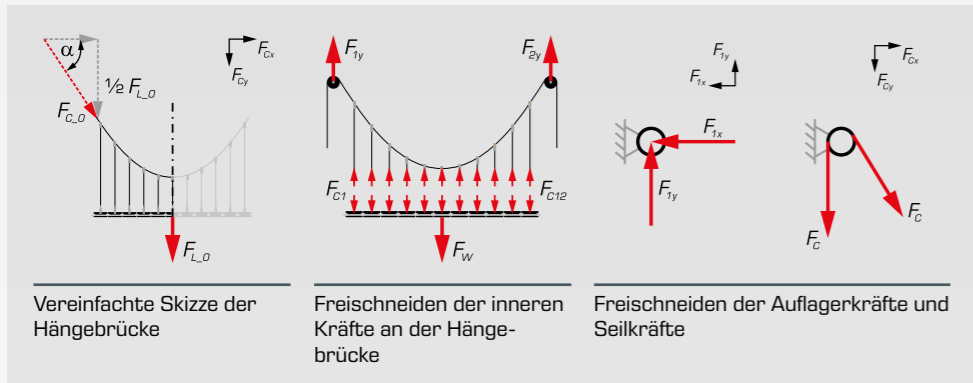


# SE 200.02 MEC – Kräfte an einer Hängebrücke

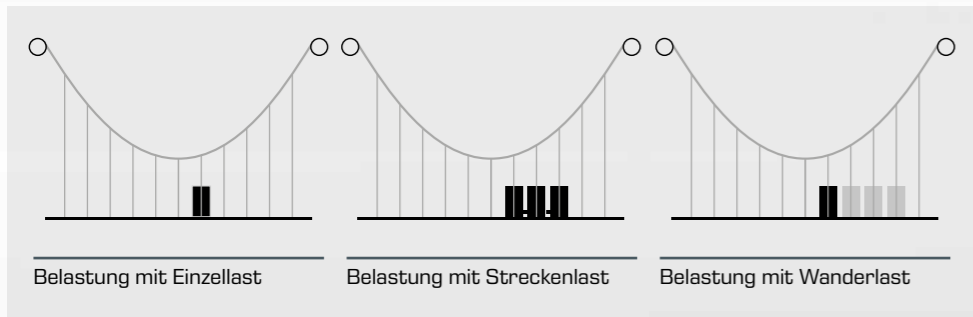
## Aufgaben

- 1** Aufbau einer Hängebrücke mit steifer Fahrbahn und ohne zusätzliche Belastung
- exakte Erfassung der Geometrie mit Echtzeitübertragung in GUNT-Software
  - Anzeige der Messwerte direkt an den Auflagern, bei Bedarf ausblendbar.

- 2** Berechnung der äußeren und inneren Kräfte ohne zusätzliche Belastung



- 3** Berechnung der äußeren und inneren Kräfte mit zusätzlicher Belastung durch Einzellast, Flächenlast oder wandernde Last



- 4** Prüfen der Berechnung: Vergleich der Ergebnisse mit den gemessenen Werten an Last/Auflagern und den Ergebnissen aus der GUNT-Software

	F1x,1	F1y,1	F1x,2	F1y,2	F2x,1	F2y,1	F2x,2	F2y,2
N	N	N	N	N	N	N	N	N
3	10,0	42,3	22,9	10,5	42,5	22,4		
4	12,5	30,9	27,0	11,7	42,0	22,9		
5	12,6	30,1	26,6	11,7	41,5	23,3		
6	12,3	28,2	26,2	11,7	41,1	23,7		
7	12,3	26,7	25,9	11,6	40,7	24,1		
8	12,2	25,0	25,5	11,5	40,3	24,5		
9	12,2	23,5	25,1	11,5	40,0	24,9		
10	11,9	22,2	24,7	11,4	39,7	25,2		
11	11,8	21,1	24,3	11,3	39,5	25,7		
12	11,8	20,2	23,9	11,3	39,7	25,3		

Aufnahme der Messwerte bei Belastung mit einer Wanderlast

- Aufbau einer Hängebrücke zusammen mit intelligenten, kommunikationsfähigen Zubehören
- Versuche mit steifer oder flexibler Fahrbahn
- automatische Identifikation und Zuordnung der Lasten in der GUNT-Software



**Lerninhalte**

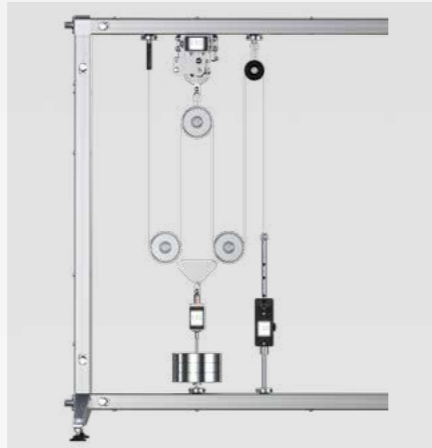
- Messung der Tragseilkräfte an einer
  - ▶ unbelasteten Hängebrücke
  - ▶ belasteten Hängebrücke
- Messung der Auflagerkräfte in Abhängigkeit von der Belastung der Hängebrücke
- Verhalten einer Hängebrücke mit steifer oder flexibler Fahrbahn
- Untersuchung von Streckenlasten
- Wirkung einer Wanderlast

# SE 200.05 MEC – Seilkräfte und Flaschenzüge

## Aufgaben

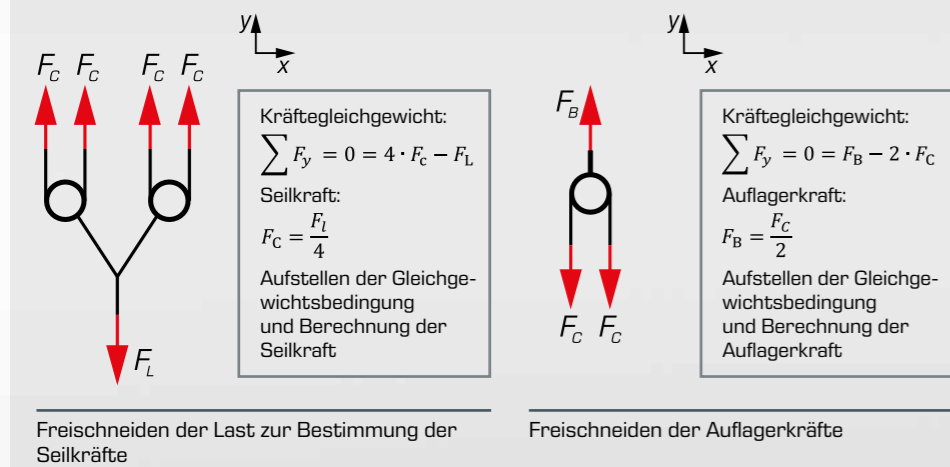
- 1** Aufbau eines vierseiligen Flaschenzugs mit mindestens einer losen und einer festen Rolle

  - exakte Erfassung der Geometrie mit Echtzeitübertragung in GUNT-Software
  - Anzeige der Messwerte direkt an den Tragseilen, bei Bedarf ausblendbar

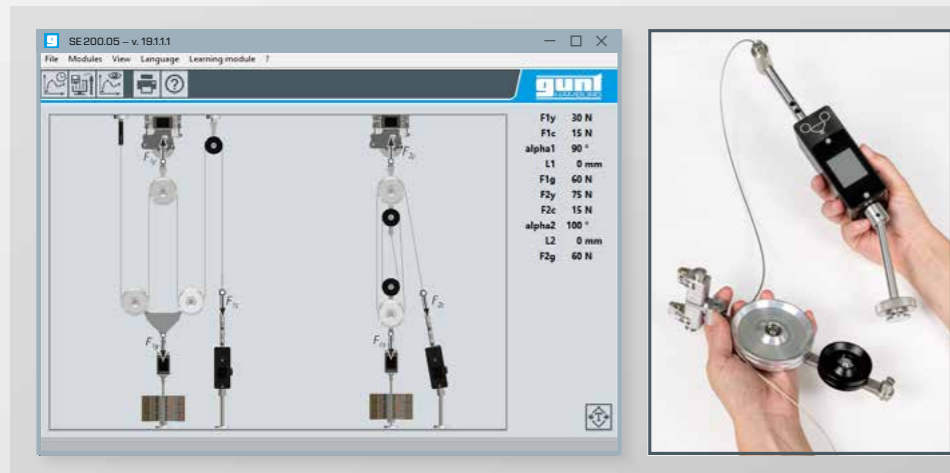


- intelligente, kommunikationsfähige Tragseile mit Elektronikmodulen für die Datenerfassung und Messwertdarstellung
- 2 verschiedene Flaschenzüge gleichzeitig untersuchen
- je Flaschenzug 2 Aufbauvarianten möglich
- automatische Identifikation und Zuordnung der Flaschenzüge in der GUNT-Software

- 2** Berechnung der Seilkräfte und Auflagerkräfte

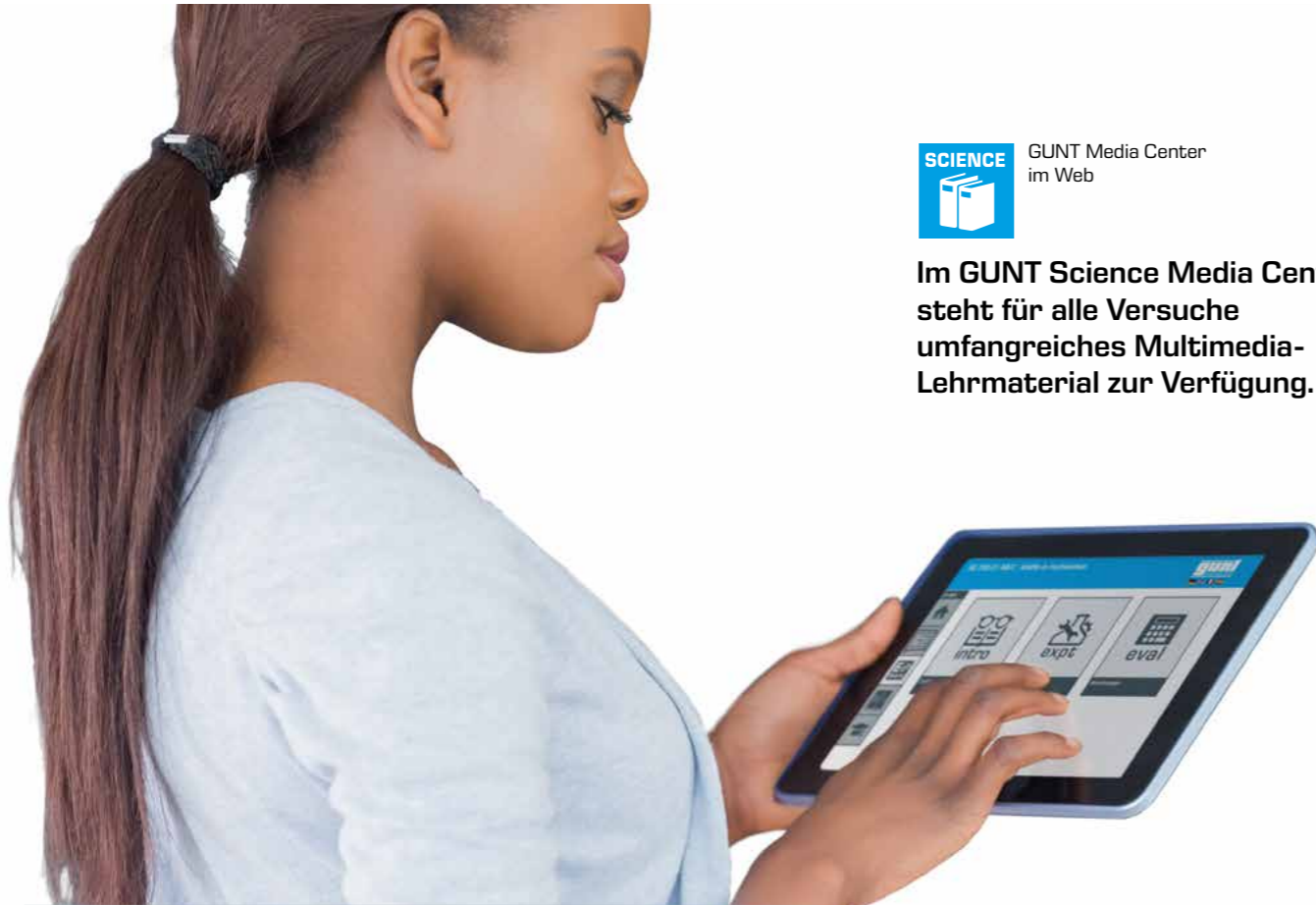


- 3** Prüfen der Berechnung: Vergleich der Ergebnisse mit den gemessenen Werten an Tragseil/Auflager und den Ergebnissen aus der GUNT-Software



- Lerninhalte**
- Kennenlernen verschiedener Flaschenzüge
  - Messung von
    - Seilkräften
    - Lagerkräften
  - Winkelabhängigkeit der Kräfte
  - Kraftmessung bei unterschiedlichen Belastungen

# GUNT Science Media Center



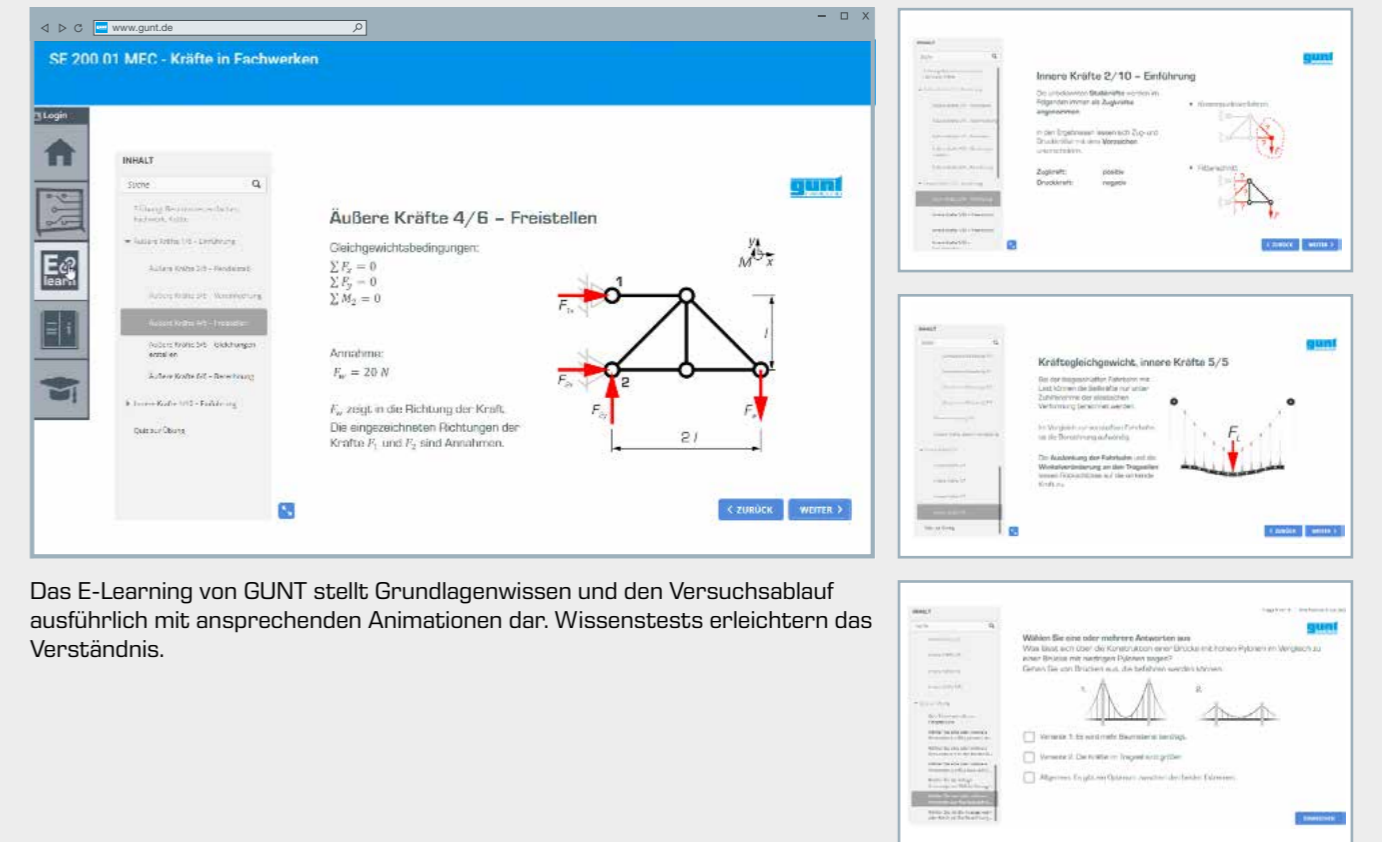
**SCIENCE** GUNT Media Center  
im Web

Im GUNT Science Media Center steht für alle Versuche umfangreiches Multimedia-Lehrmaterial zur Verfügung.

Kunden haben die Möglichkeit, auf Dateien und Produktinformationen ausgewählter Produkte jederzeit und von jedem Ort zuzugreifen. Neben digitalen Arbeitsblättern und der Anleitung, ist der Zugang zum E-Learning enthalten.



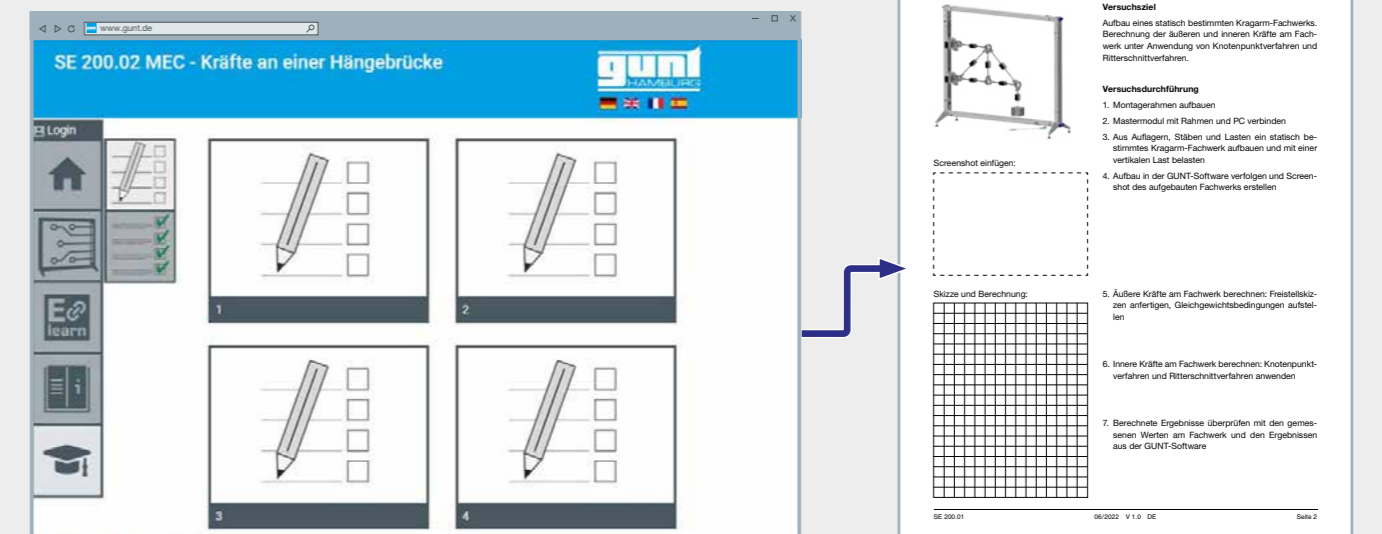
## Der E-Learning Kurs



Das E-Learning von GUNT stellt Grundlagenwissen und den Versuchsablauf ausführlich mit ansprechenden Animationen dar. Wissenstests erleichtern das Verständnis.

## Digitale Arbeitsblätter

Für die einzelnen Versuche stehen digitale Arbeitsblätter zur Verfügung. Der Zugang zu den Lösungen ist passwortgeschützt.



# Unser Produktprogramm



# 1

**Technische Mechanik und Konstruktionslehre**



# 2

**Mechatronik**



# 3

**Thermische Energietechnik**



# 4

**Technische Strömungsmechanik**



# 5

**Prozesstechnik**



# 6

**Energy & Environment**

**Systeme für die technische Ausbildung**  
Gesamtprogramm



Neuer Katalog  
**Gesamtprogramm**

- Planung und Beratung
- Technischer Service
- Inbetriebnahme und Schulung



# Kontakt

G.U.N.T. Gerätebau GmbH  
Hanskampring 15-17  
22885 Barsbüttel  
Deutschland

+49 40 67 08 54 - 0  
sales@gunt.de  
www.gunt.de



Besuchen Sie uns  
im Internet unter  
[www.gunt.de](http://www.gunt.de)

