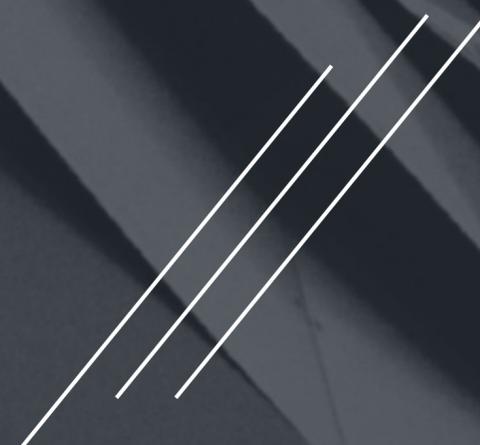


# LABORATORIEN DES LEHRSTUHLHS FÜR HOCHBAU



**LAB**  
LABORATORIES KKPS



# NAVIGATION

Vollbildmodus aktivieren Sie mit der Tastenkombination *ctrl+l*

# INHALT

Um konkreten Teil auszuwählen, klicken Sie auf das Bild oder Titel:



**WER SIND WIR**



**LABORATORIENLISTE**



**GEPLANTE AKTIVITÄTEN**



**KONTAKT**



# WER SIND WIR?

LABORATORIEN KKPS

4

## ÜBER UNS

Die Laboratorien des Lehrstuhls für Hochbau von der Bauingenieurfacultät der Slowakischen Technischen Universität in Bratislava beschäftigen sich mit der Forschung und Prüfung verschiedener Elemente der Baukonstruktionen von der physikalischen Hinsicht. Die Laboratorien des Lehrstuhls für Hochbau waren modernisiert mit dem Ziel ihre Innenraum- und Ausstattungsqualität zu erhöhen. Die Laboratorien verfügen über professionelle Einrichtungen, über die Sie in dieser Präsentation mehr Informationen gewinnen können.



# LISTE DER LABORS

Um das entsprechende Laboratorium auszuwählen, klicken Sie bitte auf seine Ikone:



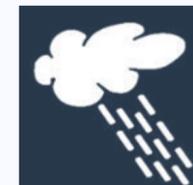
**Das Labor für Wärmeschutz von Gebäuden**



**Laboratorium für Gebäudeaerodynamik II**



**Laboratorium von Gebäudeakustik I**



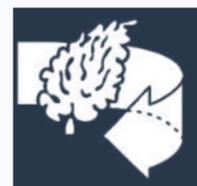
**Hydrodynamiklaboratorium**



**Laboratorium von Gebäudeakustik II**



**Labor des Tageslichts und Sonneneinstrahlung in Gebäude**



**Laboratorium für Gebäudeaerodynamik I**



**Labor der Energieeffizienz von Gebäuden und der Solarenergieforschung**



**Laboratorium für Forschung von Dachkonstruktionen**



**Laboratorium für „in-situ“ zerstörungsfreie Prüfung von Baustoffen und Konstruktionen**



# Das Labor für Wärmeschutz von Gebäuden

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN

### Beschreibung:

Das Labor für Wärmeschutz von Gebäuden befindet sich im Untergeschoss von Block B der Fakultät für Bauingenieurwesen STU, Radlinského 11, Bratislava.

Das Labor für Wärmeschutz von Gebäuden ist mit einzigartiger Anlage der großen Klimakammer ausgestattet. Die Anlage von der Klimakammer ermöglicht synergistischen Vorgang der Wärmeübertragung, Wasserdampfdiffusion und Luftfiltration bei der Wirkung von stationären und nicht-stationären Randbedingungen. Die Geräteausstattung von der Klimakammer ermöglicht wärme- und feuchtetechnische Kenndaten von den Konstruktionsdetails, Bauelementen und Systemen von den Baukonstruktionen bei den Laborbedingungen und unter den Realbedingungen in-situ aufzuzeichnen.

### Instrumentierung:

- Die große Klimakammer
- Messgerät Testo 435-4
- Messgerät S11V01
- Logger JSE 1301
- Messgerät Testo 410-2
- Messgerät Testo 606-2
- Messgerät für die berührungslose Messung von Oberflächentemperaturen Testo 845
- Messgerät Voltcraft IR-1001A
- Präzisions-Infrarot-Thermometer Fluke 576
- Infrarotkamera ThermaCAM B2
- Infrarotkamera Flir T620
- Tascheninfrarotkamera Mobir M4
- Datenerfassungsgerät Agilent 34970A
- Datenerfassungsgerät Agilent 34980A
- Sensoren für die Messung von physikalischen Größen
- Wetterstation AMS 111
- Multifunktionelles Messgerät Multinorm MI 6201
- Materialfeuchteindikator GMI 15
- Messgerät PMICRO LCD
- Messgerät PMICRO T



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN

Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen

Die große Klimakammer



Messgerät S11V01



Testo 410-2



Präzisionsinfrarot Thermometer Fluke 576



Infrarotkamera Flir T620



Datenerfassungsgerät Agilent 34980A

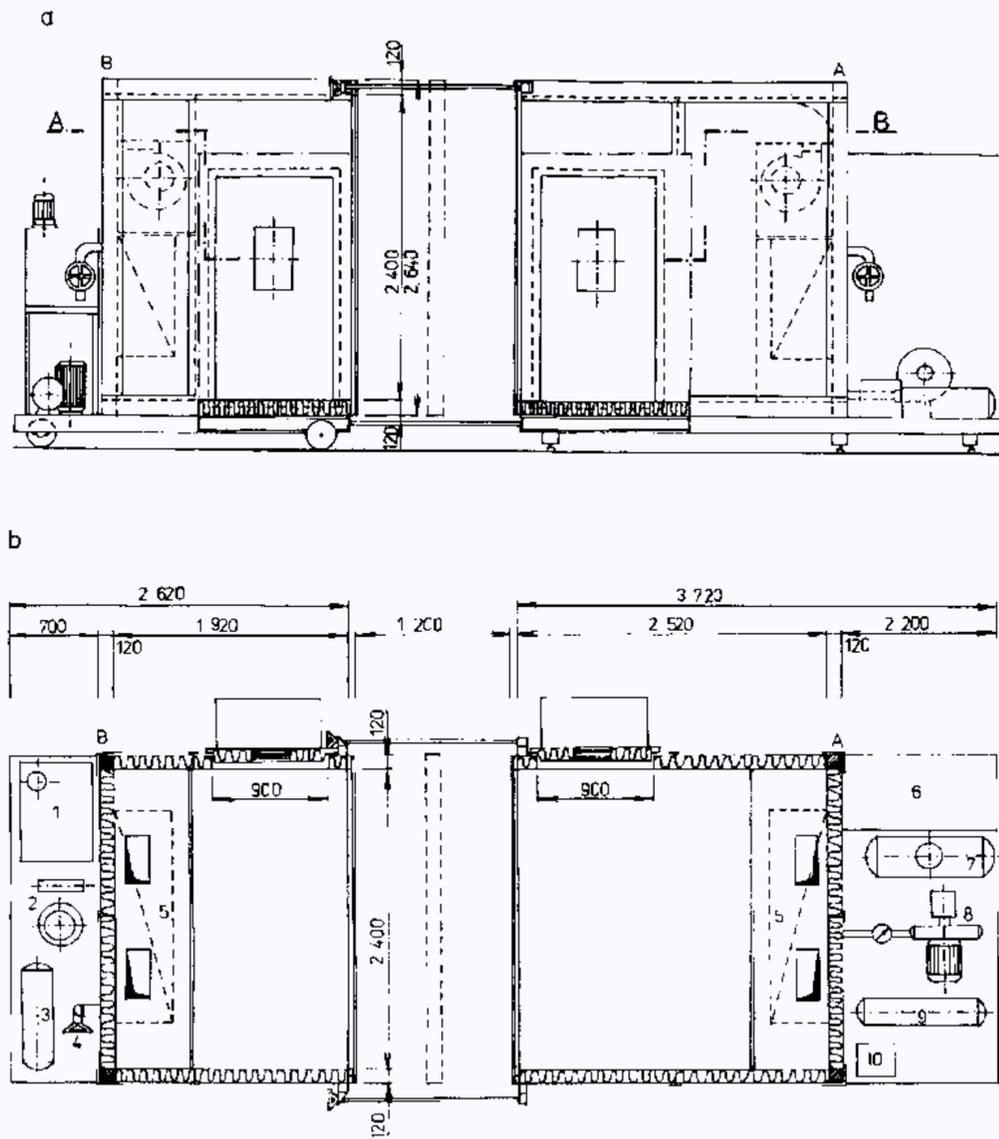


Wetterstation AMS 111



# DIE GROÙE KLIMAKAMMER

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN



### Spezifikation der Kühlkammer:

- Kühle- und Wärmebereich: -35 °C bis +60 °C,
- Überdruck- und Unterdruckbereich: -1500 Pa bis +1500 Pa,
- Bereich der Luftfeuchtigkeit: 20 bis 90 %,
- Bereich der Luftgeschwindigkeit : 0,5 bis 10 m/s ,
- Bereich der Solarstrahlung: 100 bis 1000 W/m<sup>2</sup>.

### Spezifikation der Wärmekammer:

- Kühle- und Wärmebereich: +5 °C bis +60 °C,
- Überdruck- und Unterdruckbereich: -1500 Pa bis +1500 Pa,
- Bereich der Luftfeuchtigkeit: 20 bis 90 %,
- Bereich der Luftgeschwindigkeit: 0,5 bis 10 m/s.

Schema der großen Klimakammer für die synergistischen Vorgänge der Wärmeübertragung, Wasserdampfdiffusion und Luftfiltration  
 1 – Thermostat, 2 – Kältekompressor, 3 – Kühler, 4 – Ausstromventil, 5 – Abgasrohrleitung vom Ventilator, 6 – Bedienungsschalttafel,  
 7 – Kältekompressor, 8 – Ventilator mit Filter, 9 – Kühler, 10 – die Regelung des Umlaufes von der Innenluft

# DIE GROÖE KLIMAKAMMER

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN

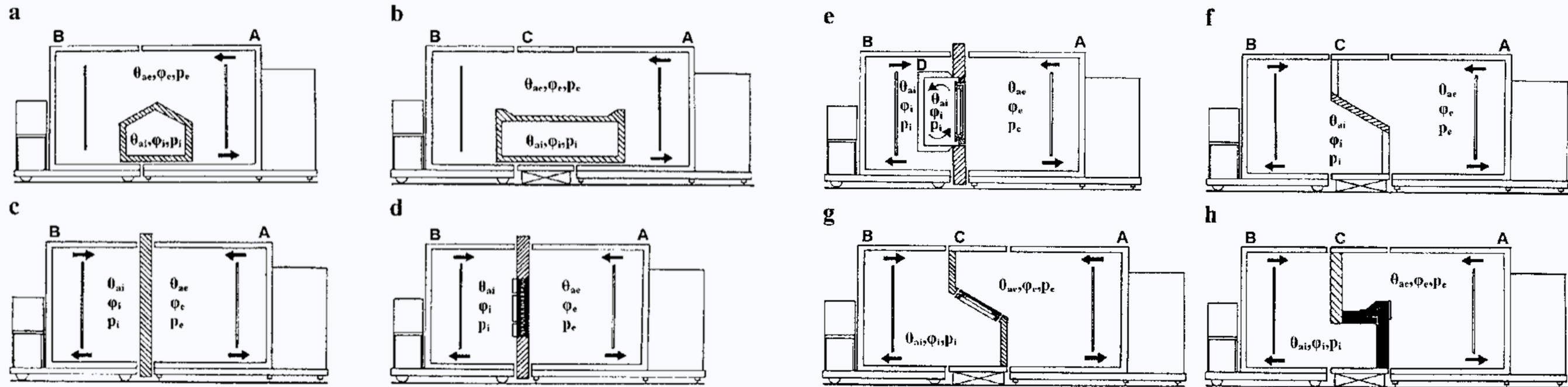
Die große Klimakammer wurde auf der Basis der bei Lehrstuhl für Hochbaukonstruktionen verarbeiteten technischen Aufgabe in der Bundesrepublik Deutschland von der Firma WEISS-TECHNIK hergestellt. Die Kammer wurde aus den EU-Strukturfonds im Rahmen des Projektes von dem wissenschaftlichen Unipark im 2015 erneuert. Bei der Erneuerung wurden alle Maschinenblocks sowie auch Steuerungsgeräte ausgetauscht. Das Ziel dieses Austausches war, den Bereich der gemessenen Kenndaten und die Messgenauigkeit zu erhöhen. Die Kammer ist einzig in seiner Art in der Slowakei und im Ausland. Sie besteht aus einer stationären Klimakammer, aus der mobilen Klimakammer, aus der mobilen Zwischenkammer und aus einer kleineren mobilen Klimakammer s.g. HOT-BOX. Die stationäre Klimakammer ermöglicht die Simulation der Außen-Klimabedingungen zu programmieren. Die mobile Klimakammer ermöglicht die Simulation der Innen-Klimabedingungen zu programmieren. Die mobile Zwischenkammer verbreitet den Innenraum von Klimakammer und ist ohne Technologie. Sie ermöglicht die schräglaufenden und räumlichen Bauelemente zu messen. Die mobile Klimakammer s.g. HOT-BOX wird für das genaue Messen der grundlegenden wärmetechnischen Kenndaten der Gebäudehülle verwendet (z.B. U-Wert) und zugleich ermöglicht sie die Simulation der Innen-Klimabedingungen zu programmieren. Die Anlage von der Klimakammer arbeitet autonom, mithilfe des im Speicher des Microcomputers auferlegten Programmes. Die Anlage der Kammer arbeitet autonom auch bei der Simulation der dynamischen Außen-Klimabedingungen.

Die Anlage von der Klimakammer dient für die Ermittlung der wärmetechnischen Eigenschaften (Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  in  $(W/(m^2.K))$ , Wärmewiderstand  $R$  in  $(m^2.K/W)$ , Oberflächentemperaturen  $\theta_{si}$  in  $^{\circ}C$ , Temperaturfelder) von Baukonstruktionen im Bereich von  $-35^{\circ}C$  bis  $+60^{\circ}C$ . Die Kammer enthält die technologischen Bereiche von der Wärme, Kälte, Luftfeuchte, von der Simulation der Sonnenstrahlung, des Luftdruckes und der Luftströmungsgeschwindigkeit. Die Klimakammer enthält ebenfalls die Bereiche von dem Bedienungs- und Regelteil, von der Messung und Aufzeichnung aller Regulierungs- und Aufnahmegrößen mit der Möglichkeit der Aufzeichnung und Auswertung mittelst der Wärmebildkamera mit hoher Auflösung von  $640 \times 480$  Bildpunkten.



# DIE GROÖE KLIMAKAMMER

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN



Die grundlegende messtechnische Zusammenstellungen der großen Klimakammer

- a – direkte Verbindung der Kühl- (A) und Wärmekammer (B),
- b – direkte Verbindung der Kühlkammer (A), Wärmekammer (B) und der mobilen Zwischenkammer (C),
- c – Verbindung der Kühl- (A) und Wärmekammer (B) bei experimentellem Überwachen der Außenwand in einer vertikalen Position,
- d – Verbindung der Kühl- (A) und Wärmekammer (B) bei experimentellem Überwachen der im Maskierungspaneel eingebauter Außenwand,
- e – Verbindung der Kühl- (A) und Wärmekammer (B) bei experimentellem Überwachen der im Maskierungspaneel eingebauter Fensterkonstruktion unter Verwendung von der mobilen Klimakammer HOT-BOX (D),
- f – Verbindung der Kühlkammer (A), Wärmekammer (B) und der mobilen Zwischenkammer (C) bei dem Überwachen der geeigneten Bauelemente,
- g – Verbindung der Kühlkammer (A), Wärmekammer (B) und der mobilen Zwischenkammer (C) bei experimentellem Überwachen der Dachfenster,
- h – Verbindung der Kühlkammer (A), Wärmekammer (B) und der mobilen Zwischenkammer (C) bei experimentellem Überwachen des Außenwandanschlusses mit dem Flachdach.

# DIE GROÙE KLIMAKAMMER

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN



Blick auf die große Klimakammer für die Simulation von synergistischen Vorgängen der Wärmeübertragung, Wasserdampfdiffusion und Luftfiltration.



Blick auf den technologischen Teil der großen Klimakammer für die Simulation von synergistischen Vorgängen der Wärmeübertragung, Wasserdampfdiffusion und Luftfiltration.

# MESSGERÄT S11V01

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN



Das Gerät dient zur Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit. Das Gerät S11V01 zusammen mit dem Expander i20 wird zur Messung der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur mithilfe der Sensoren von der Firma Sensirion verwendet. Die Sensoren der Reihe SHT1x und der Reihe SHT7x werden durch digitales Interface (Digital Sbus) angeschlossen. Der Expander i20 ermöglicht gleichzeitig bis zu 20 Sensoren an den Datenlogger anzuschließen. Die Genauigkeit und Messbedingungen sind durch die Spezifikation der Sensoren gegeben. Diese Spezifikation gibt der Hersteller an (Firma Sensirion AG). Der Datenlogger zusammen mit dem Expander wird durch die Batteriezelle betrieben. Dies gewährleistet die Unabhängigkeit vom Stromleitungsnetz und ermöglicht die Messungen auch im Bereich, in dem es kein Stromleitungsnetz zur Verfügung steht. Die Messergebnisse werden auf einer SD-Speicherkarte gespeichert (Secure Digital).

### Technische Daten für den Typ SHT75:

- Lufttemperatur von -40 bis +100 °C  $\pm 0,3$  °C im Umfang von +10 bis +40 °C,
- Luftfeuchtigkeit von 0 bis 100 %  $\pm 2$  % RH im Umfang von 10 bis 90 %,
- Abmessungen 200 × 100 × 40 mm,
- Gewicht 700 g (ohne Batterien 4 × 1,2V AA).

Messgerät SV11V01 zur Messung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit mit dem Expander

# MESSGERÄT TESTO 410-2

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN



Es handelt sich um ein Flügelrad-Anemometer mit integrierter Feuchtemessung und NTC-Sensor zur Messung von Lufttemperatur, inklusive Schutzkappe, Batterien und Kalibrierprotokoll.

### Technische Daten:

- Lufttemperatur von -10 bis +50 °C ±0,5 °C,
- Luftfeuchtigkeit von 0 bis 100 % ± 2,5 % RH,
- Luftgeschwindigkeit von 0,4 bis 20 m/s ± 0,2 m/s + 2% aus dem Messwert,
- Abmessungen 130 × 45 × 24 mm,
- Gewicht 110 g (inklusive Batterien 2 × 1,2V AAA).

Multifunktionsmessgerät Testo 410-2

# INFRAROT THERMOMETER FLUKE 576

15

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN



Präzisions-infrarot-thermometer Fluke 576

Fluke 576 ist ein Infrarot berührungsloses Thermometer für Anwendungen in der prädiktiven und präventiven Diagnostik von Gebäuden. Messgerät bietet einen breiten Temperaturbereich und ist mit einem Dreipunkt-Lasersystem für präzise Zieleinstellung vom Messobjekt und für die Erwerbung sehr genauen Messergebnissen ausgestattet. Das Gerät hat eine Digitalkamera für die Aufnahme von Fotos vom Temperaturmesspunkt integriert. Fluke IR Thermometer bietet sehr schnelle und genaue Temperaturmessungen oder Bilanzüberwachung in entfernten Teilen von Gebäuden.

### Technische Daten:

- Temperaturbereich von -30 bis 900 °C,
- Einstellzeit von 250ms (pre 95% meraní),
- Displayauflösung von 0,1°C des Anseigewerts bis zu 900 °C,
- Reproduzierbarkeit  $\pm 0,5\%$  des Messwerts oder  $\pm 1\text{ °C}^*$ ,
- Anzeigegenauigkeit  $\pm 0,75\%$  z hodnoty,  $\pm 0,75\text{ °C}^*$ ,
- Emissivität digital einstellbar von 0,10 bis 1,0 in Schritten von 0,01,

# INFRAROTKAMERA FLIR T620

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN

Infrarotkamera Flir T620 zeigt und misst von Objekten emittierte Infrarotstrahlung. Die Tatsache, dass die Strahlung von der Oberflächentemperatur des Objektes direkt abhängig ist, ermöglicht der Kamera diese Temperatur zu berechnen und abzubilden. Die Kamera verfügt über einen Laserpointer, 4,3 Zoll Farb-LCD Touchscreen, Infrarot-Objektiv, austauschbare Batterie und Zubehör. Die Kamera ermöglicht die Bilder zu digitalisieren und im internen Speicher der Kamera zu speichern. Die Bilder können direkt am Ort in Realzeit unter Verwendung von den in der Kamera integrierten Messfunktionen oder auf einem Computer mithilfe der Software FLIR Tools analysiert werden.

### Technische Daten von der Kamera FLIR T620 :

- Detektortyp FPA, ungekühlter Mikrobolometer 640 × 480 pixelov,
- Spektralbereich 7,5 – 14  $\mu\text{m}$ ,
- Sichtfeld (FOV) 25° x 19°,
- Temperaturbereich von -40 °C bis +650 °C,
- Messgenauigkeit  $\pm 2$  °C oder  $\pm 2$  %,
- Display integrierter Touchscreen, 4,3"-Farb-LCD (800 x 480 Pixel),
- Laser LocatIR Klasse 2, Semiconductor AlGaInP Dioden Laser:  
1 mW / 635 nm (rot),
- Batterie-System Schnellladender Lithium-Ionen-Akku,
- Gewicht 1,3 kg inklusive Batterie und Objektiv,
- Abmessungen 143 × 95 × 195 mm.



Infrarotkamera Flir T620

# DATENERFASSUNGSGERÄT AGILENT 34980A

17

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN

Datenerfassungsgerät wird zum Messen und zur Speicherung der Datenausgaben aus dem Fühler für Messung von den physikalischen Größen verwendet. Das Gerät hat eine hohe Messgenauigkeit bei Gleich- und Wechselstromspannungen und Strömen. Datenerfassungsgerät ist ziemlich gut zum Messen der Temperaturen mittels PT100 Sensoren und Thermoelemente geeignet sowie auch anderer Sensoren mit den Ausgaben in Form von Spannung, Strom oder elektrischem Widerstand. Das Gerät ermöglicht in acht steckbaren Einschüben bis zu 160 Sensoren anzuschließen (4-Draht).

### Technische Daten:

- Gleichstromspannung von 0,1 V bis 300 V  $\pm 0,09$  %/Jahr,
- Wechselstromspannung von 0,1 V bis 300 V  $\pm 0,14$  %/Jahr (10 Hz bis 20 kHz),
- elektrischer Widerstand von 100  $\Omega$  bis 1 M $\Omega$   $\pm 0,01$  %/Jahr ( $\pm 1$  °C),
- RTD Sensoren von 49  $\Omega$  bis 2,1 k $\Omega$   $\pm 0,06$  °C (-200 bis +600 °C),
- Abmessungen 350x425x145 mm,
- Gewicht 8,8 kg.



Datenerfassungsgerät Agilent 34980A



# DATENERFASSUNGSGERÄT AGILENT 34980A

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN

Sensoren für die Messung von physikalischen Größen

Zu den Datenerfassungsgeräten Agilent 34970A und Agilent 34980A können folgende Sensoren für die Messung von physikalischen Größen angeschlossen werden:

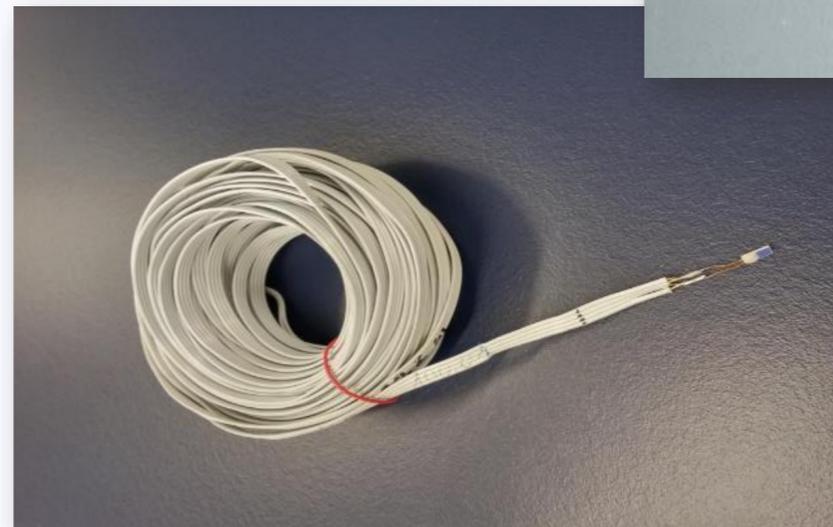
- Luftgeschwindigkeitssensor EE66 VC5 von 0 bis 2 m/s  $\pm$  0,06 m/s + 2 % vom Messwert,
- Sonde zur Messung der relativen Luftfeuchte Sensorika HP-1212420 von 0 bis 100 % RH  $\pm$  2 % RH,
- Luftdruckdifferenzsensoren von 0 bis 200 Pa,
- Sensoren für die Oberflächentemperatur und Lufttemperatur Pt100,
- Sensoren für die Oberflächentemperatur und Lufttemperatur Thermoelemente Cu-Ko und andere.



Sonde zur Messung der relativen Luftfeuchte Sensorika HP-1212420



Luftdruckdifferenzsensor



Sensoren für die Oberflächentemperatur und Lufttemperatur Pt100

# WETTERSTATION AMS 111

## DAS LABOR FÜR WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN

Die Wetterstation wird zum Messen und zur Aufzeichnung von Aussenklimabedingungen verwendet. Das Gerät kann folgende Größen messen – Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsmenge und Globalstrahlung. Die Wetterstation wird durch Batteriezellen betrieben. In dem Fall, dass die Sonnenstrahlung genügend ist, werden die Batteriezellen kontinuierlich während des Tages aufgeladen. Die Wetterstation ermöglicht auf der Speicherkarte eine permanente Aufzeichnung von den Werten der obenstehenden Größen während der Dauer von zwei Wochen.

### Technische Daten:

- Lufttemperatur von  $-40\text{ °C}$  bis  $+60\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$ ,
- Luftfeuchtigkeit von  $0$  bis  $100\text{ \%} \pm 1,5\text{ \% RH}$ ,
- Windgeschwindigkeit von  $1$  bis  $40\text{ m/s} \pm 0,5\text{ m/s}$  oder  $\pm 5\%$ ,
- Windrichtung von  $10^\circ$  bis  $350^\circ \pm 3^\circ$ ,
- Niederschlagsmenge von  $0$  bis  $60\text{ mm/Std.} \pm 2\%$ ,
- Globalstrahlung von  $0$  bis  $2000\text{ W/m}^2 \pm 2\%$ .



Wetterstation AMS 111

# Laboratorium von Gebäudeakustik I

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I

### Beschreibung:

Das Laboratorium von Gebäudeakustik I befindet sich im Untergeschoss von Block B der Fakultät für Bauingenieurwesen STU, Radlinského 11, Bratislava und besteht aus Akustikkammern zur Messung von akustischen Parametern von kleineren Bauelementen – Füllungen von Öffnungen.

### GEBEITE VON ZUSAMMENARBEIT:

- Bestimmung der Luftschalldämmung  $R_w$  (dB) von opaken und transparenten Teilen von Gebäudehülle und Trennkonstruktionen von Gebäude,
- Bestimmung der Luftschalldämmung  $R_w$  (dB) von Glassystemen für transparente Gebäudekonstruktionen (Fenster, Glaswände),
- Bestimmung der Schritt- und Luftschalldämmung von horizontalen Trennkonstruktionen (Decken, Böden),
- Bestimmung von Absorption von Materialien, die für Schall- und Lärmdämmung von Innenräumen und Straßenverkehr entworfen wurden.

### Geräteausstattung B&K:

- Handgehaltenes Schallanalysator B&K Typ 2250
- Mikrofon B&K Typ 4189
- Schallquelle mit Kugelcharakteristik, die den Schall gleichmäßig in alle Richtungen aussendet - B&K Typ 4292-L

### Geräteausstattung Norsonic:

- Schallanalysator Nor 140, 2 Stck
- Mikrofon Nor 1225, 2 Stck
- Vorverstärker Nor 1209, 2 Stck
- Akustischer Präzisionskalibrator Nor 1251
- Hochleistungslautsprecher mit Rundumcharakteristik Dodekaeder Nor 276
- Leistungsverstärker Nor 280
- Norhammerwerk Nor 277
- Auswertesoftware zur Messung und Auswertung nach gängigen Schalleistungsnormen Nor 850
- Zentrale Steuer- und Auswerteeinheit Nor 850/D



# GERÄTEAUSSTATTUNG

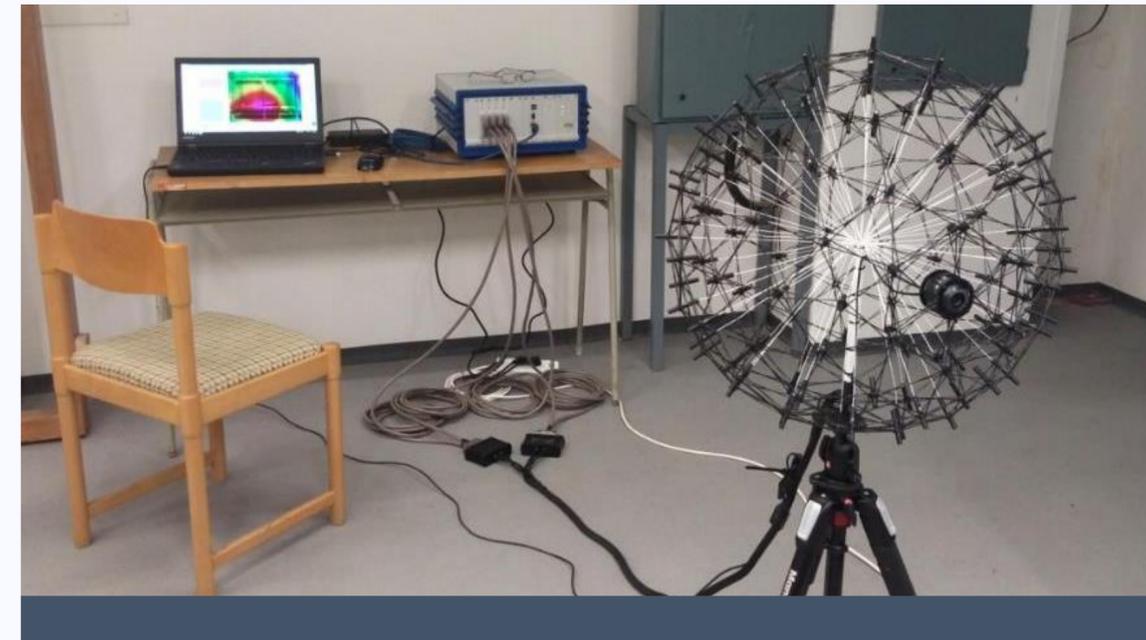
## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I

*Bestimmte Gerätausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

**Akustikkammern für Messung von akustischen Parametern von kleinen Bauelementen**

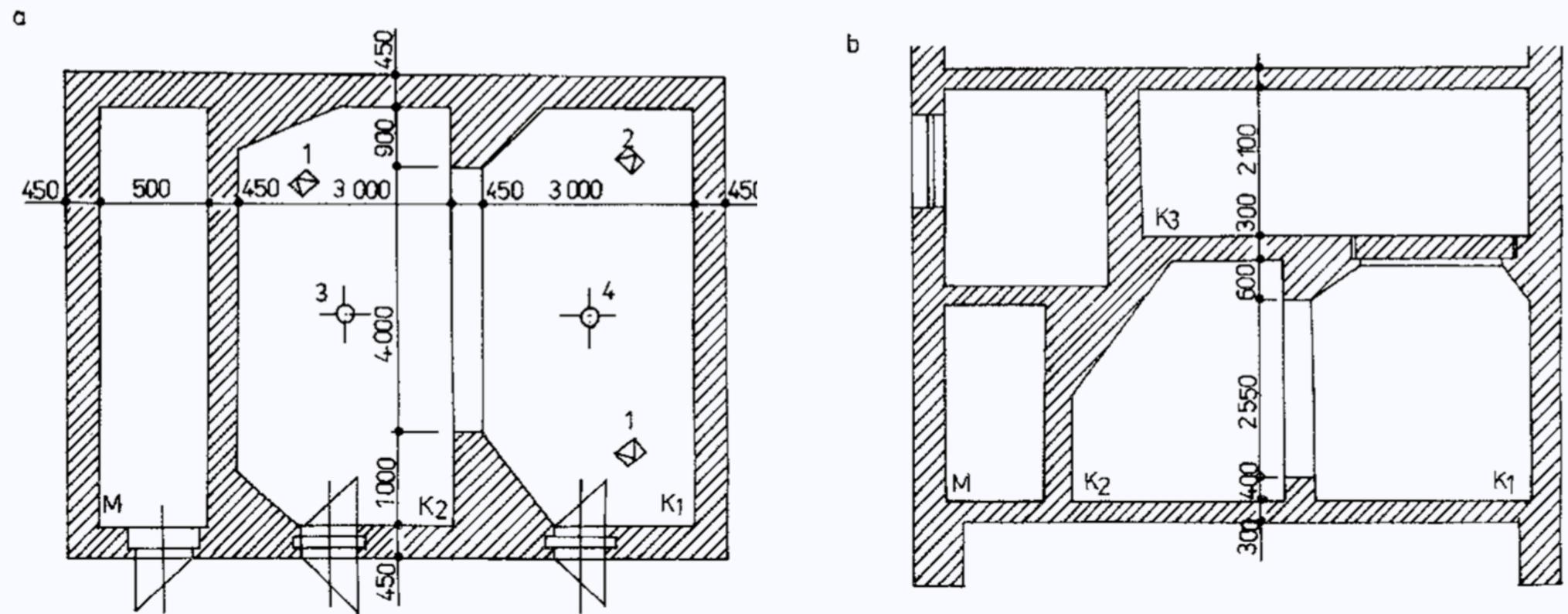


**Akustische Kamera gfai**



# AKUSTIKKAMMERN

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I



Konstruktionsschema von Akustikkammern des Laboratoriums der Bauphysik und Konstruktionen der Fakultät für Bauingenieurwesen STU in Bratislava  
a-Grundriss, b – Schnitt durch Kammern  
K1 – Aufnahmekammer, K2 – Übertragungskammer, K3 – Übertragungskammer, M – Messzentrale, 1 – Lautsprecher (für Diffusität des Schallfeldes), 2 – Lautsprecher (für Nachhallzeit), 3 – Mikrofon, 4 – Mikrofon

# AKUSTIKKAMMERN

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I

Die Akustikkammern der Fakultät für Bauingenieurwesen STU in Bratislava, Radlinského 11, wurden zum Testen von Konstruktionen von Fenster- und Türfüllungen, Trennwand und Deckenkonstruktionen gebaut. Die Kammern sind nebeneinander und übereinander angeordnet, mit einem Gesamtvolumen von 53 m<sup>3</sup>. Die Kammern wurden im Jahr 1980 in Betrieb genommen.

Die Laboratorien von Akustik ermöglichen die Erzeugung von hohem Schalldruckpegel über ein Lautsprechersystem in der Übertragungskammer K2 für vertikale Konstruktionen (in K3 für horizontale Konstruktionen) und Empfang von akustischem Signal nachdem Durchgang durch das Sensorelement in der Aufnahmekammer K1. Die Schalldruckpegel werden von einem Mikrofon auf einem Stativ an sechs Positionen in der Übertragungs- und in der Aufnahmekammer erfasst, was die Aufnahme von repräsentativer Akustiksensoranordnung gewährleistet. Das Ziel-Schallsignal wird mittels eines Schallpegelmessers im Frequenzbereich von 50 Hz bis 5 kHz und in digitaler Form für Weiterverarbeitung aufgezeichnet. Für die Auswertung der Schalldämmung von dem bewerteten Element ist es notwendig, die Pegel der Hintergrundgeräusche und Nachhallzeit in der Aufnahmekammer zu messen.

Bei der Messung von Böden wird zusätzlich zu der Luftschalldämmung ebenfalls die Trittschalldämmung gemessen. In diesem Fall verwendet man für Impulserstellung einen standardisierten Klopfer in der Übertragungskammer. Jedes Messelement, das in die Testmessöffnung angebracht wird, simuliert eine tatsächliche Situation an einem Gebäude. Die Messungen werden an einem Element zweimal getroffen, um die Objektivität der Ergebnisse zu gewährleisten.



# AKUSTIKKAMMERN

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I



Der Innenraum der Übertragungskammer mit dem Lautsprechersystem Brüel & Kjaer Typ 4292-L. In der Test-Öffnung wird die Luftschalldämmung von einem Aluminiumfenster mit einem vertikal positionierten akustischen Lüftungsgitter gemessen.



Der Innenraum der Aufnahmekammer, die Test-Öffnung ist mit einem Doppel-Kunststoff-Fenster ausgestattet.

# AKUSTIKKAMMERN

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I



Kabelloses Übertragungssystem von Messdaten und Messprozesssteuerung der Messung von bauakustischen Eigenschaften über einen PC



Normhammerwerk Nor227 mit Fernbedienung



Hochleistungslautsprecher mit Rundumcharakteristik Dodekaeder Nor276

# AKUSTISCHE KAMERA GFAI

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I

Die Akustische Kamera dient zu Messung und Visualisierung von akustischen Feldern in Innen- und Außenräumen. Dieses umfassende Messsystem besteht aus einem Mikrofon-Array zu diversen akustischen Messungen und einer eingebauten Kamera zum Erfassen des erforschten Gegenstandes in einem statischen (Einzelbilder) oder dynamischen (Video) Regime. Das Mikrofon-Array ermöglicht mit ausreichender Genauigkeit die Lokalisierung von diversen Schallquellen mit Darstellung des analysierten Raumes in 2D und 3D Visualisierung. Es ermöglicht auch Detailerfassung von Schallquelle über eine Minimaldistanz von 0,5 Meter. Das System ermöglicht eine sofortige Auswertung der Beteiligung und Beiträge der verschiedenen Schallquellen an der Empfangsstelle im untersuchten Raum – Messung ohne die Notwendigkeit die Schallquellen mit anderen Mitteln - Dämpfung und Quellenabschaltung - zu eliminieren.

### Technische Daten:

- Zahl der Mikrofonkanäle: 96 (Zahl der angeschlossenen Mikrofone 80),
- Systemfrequenz: 192 kHz, für jeden Analogkanal 6 MS/s,
- Möglichkeit eines Netzanschlusses mit PC,
- Minimale Messdistanz 0,3 -1,5 Meter,
- Messbereich: 20 Hz – 20 kHz,
- Maximaler Schalldruckpegel: 130 dB.



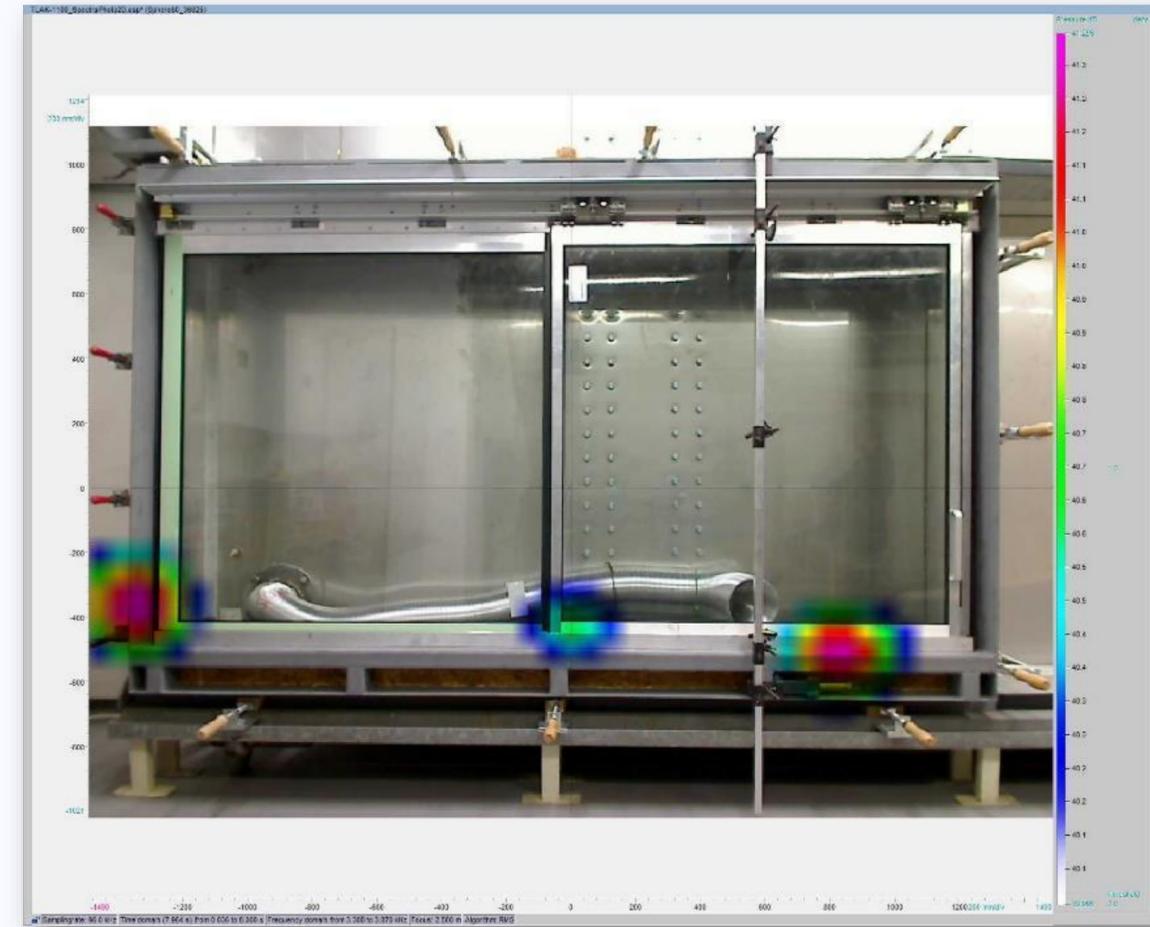
Akustische Kamera gfaI bei Messung in Laboratorium

# AKUSTISCHE KAMERA GFAI

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK I



Abbild vom akustischen Feld von einer Probe am verglasten Balkon im Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz



Abbild von einem akustischen Feld von einer Probe am verglasten Balkon in einem begrenzten Frequenzbereich

# Laboratorium von Gebäudeakustik II

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK II

### Beschreibung:

Das Laboratorium von Gebäudeakustik II befindet sich in den Räumen des Zentrallabors von der Fakultät für Bauingenieurwesen in Bratislava - Trnávka, Technická Straße 5.

Die Akustikkammern wurden im Jahr 2000 gebaut und dienen zur Messung von akustischen Parametern von größeren Bauteilen (verglaste Wände, transparente Fassaden, leichte Gebäudehüllen, etc.), Trenn- und Deckenstrukturen im Einklang mit den geltenden Normen. Die Kammern sind nebeneinander und übereinander angeordnet, mit einem Gesamtvolumen von über 75 m<sup>3</sup>.

Jedes Messelement, das in der Testmessöffnung angebracht wird, simuliert eine tatsächliche Situation an einem Gebäude.

Bei akustischen Messungen werden folgende Instrumente verwendet:

- Real Time Analysator 840 - Norsonic
- Mikrofon Norsonic Typ 1230
- Vorverstärker Norsonic Typ 1201
- Dodekaeder-Lautsprecher Norsonic Typ 229
- Akustischer Kalibrator Norsonic Typ 1251
- Verstärker Wattec MA 850
- Testschall: Rauschgenerator oder Normhammerwerk B&K 3204
- Filter: 1/3 Oktave



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK II

*Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

**Akustikkammern der Fakultät für Bauingenieurwesen in Zentrallabor in Trnávka**



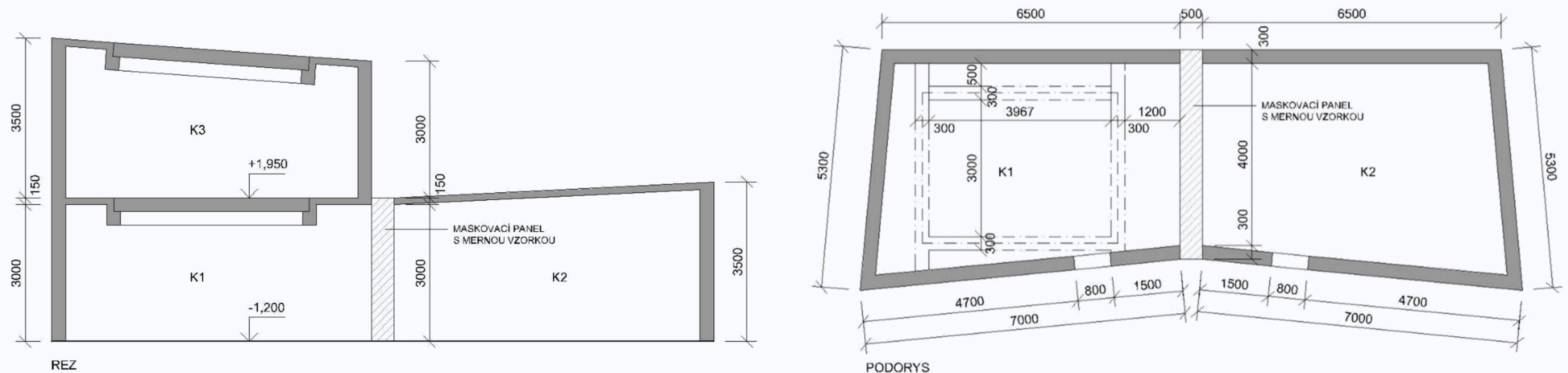
**Nachhallkammer des Labors**



# AKUSTIKKAMMERN

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK II

Die akustischen Kammern der Fakultät für Bauingenieurwesen der Slowakischen Technischen Universität in Bratislava in Zentrallabor in Trnávka sind in Zusammenarbeit mit der Firma Applied Precision, Ltd. zertifiziert, zugelassen und autorisiert Tests nach den einschlägigen akustischen Normen durchzuführen.



Schema von Akustikkammern der Fakultät für Bauingenieurwesen der Slowakischen Technischen Universität in Bratislava in Zentrallabor in Trnávka

# AKUSTIKKAMMERN

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK II



Akustikkammern der Fakultät für Bauingenieurwesen in Zentrallabor in Trnávka



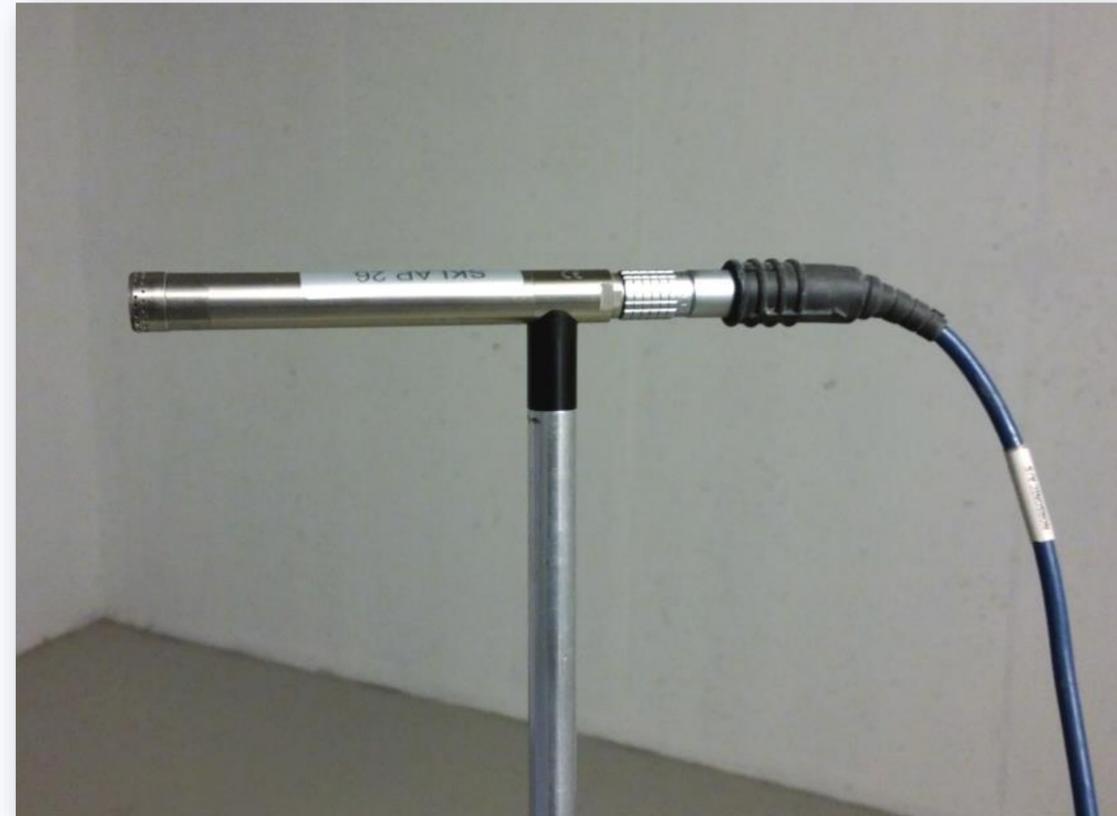
Fassadenelement angebracht im Maskierpanel in Akustikkammern

# AKUSTIKKAMMERN

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK II



Real Time Analysator 840 - Norsonic im Meßraum



Mikrofon Nor1230 mit Vorverstärker Nor1201

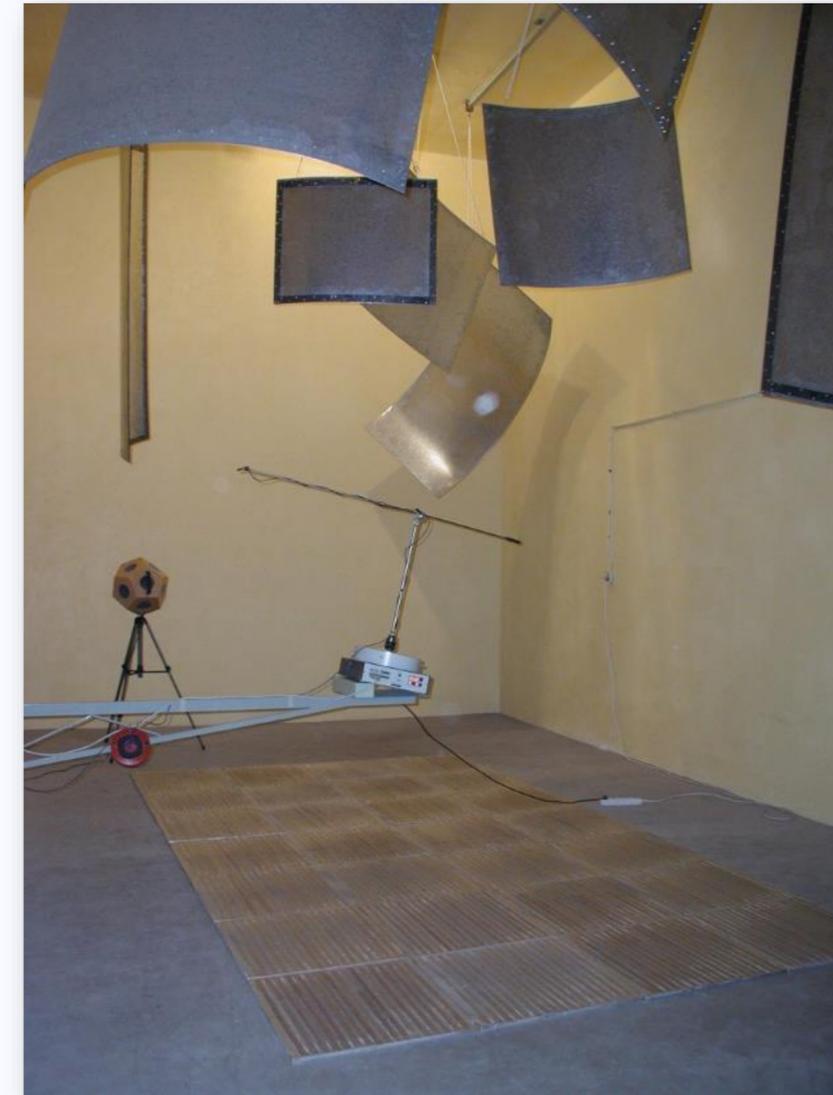


Dodekaeder-Lautsprecher Norsonic Typ 229

# NACHHALLKAMMER

## LABORATORIUM VON GEBÄUDEAKUSTIK II

Die Nachhallkammer dient zur Messung der Absorptionsfähigkeit von Materialien und einzelnen Komponenten. Der Raum ist rechteckig, mit Abmessung von 8241x4693x5493 mm (Länge x Breite x Höhe), mit einer Gesamtfläche von 219 m<sup>2</sup> und Gesamtvolumen von 213 m<sup>3</sup>. Das diffuse Schallfeld wird mit 8 Diffusoren erreicht, davon 4 Stück von Größe von 1900x1000 mm und 4 Stück von Größe von 1000x900 mm. Eine flach gemessene Probe muss eine Mindestfläche von 10 m<sup>2</sup> aufweisen und wird bei der Messung in der Nachhallkammer auf dem Boden flach gelegt.



Nachhallkammer des Labors

KONSTRUKTA  
INDUSTRY

# Laboratorium für Gebäudeaerodynamik I

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I

### Beschreibung:

Das Laboratorium für Gebäudeaerodynamik I befindet sich im Komplex Zentrale Laboratorien der Fakultät für Bauingenieurwesen der STU in Bratislava - Trnávka. Es ist mit einem Niedriggeschwindigkeits-Windkanal des Typs BLWT (Grenzschichtwindkanal) ausgestattet.

### DIENSTLEISTUNGEN UND ZUSAMMENARBEIT:

- Messung der aerodynamischen Eigenschaften von Profilen und Modellen im Bereich des Bauwesens und Maschinenbaus (Gebäude, Flugzeuge, Autos, Züge, Schiffe, deren Teile, aber auch ganze Sätze etc.),
- Messung der Druckverteilung und Druckfelder auf der Oberfläche von Modellen und Bestimmung der aerodynamischen Koeffizienten von äußerem Druck auf der Oberfläche des Modells,
- Messung von Strömungs- und Wirbelfelder in der nächsten Umgebung von Modellobjekten,
- Messung von Windströmungsfelder nicht nur unter Standardbedingungen, sondern auch unter komplexen topographischen Gegebenheiten, Bestimmung des topographischen Einflusses auf die resultierenden Strömungsfelder,
- Messung der Emissionsstreuung über dem modellierten Gelände in der Nähe der Emissionsquelle,
- Visualisierung der Strömung (Rauch, Heliumblasen).

### Geräteausstattung:

- Niedriggeschwindigkeits-Windkanal
- 3D Drucker



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I

*Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

**Niedriggeschwindigkeits-Windkanal  
des Typs BLWT (Grenzschichtwindkanal)**

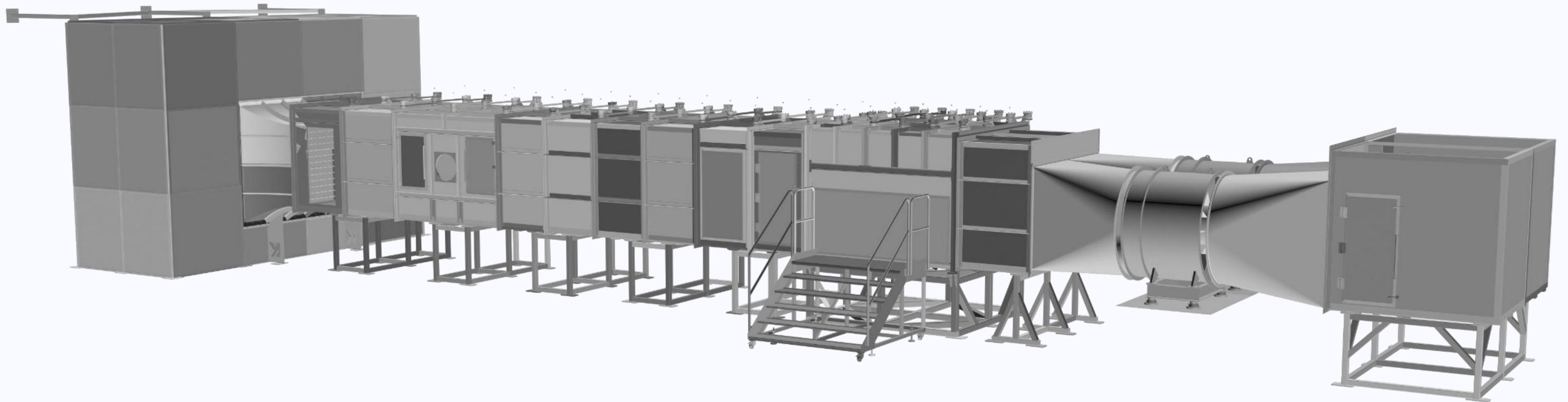


**3D Drucker  
ProJet 260C**



# WINDKANAL

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I



Schema des Windkanals mit einer Grenzschicht (BLWT - Boundary Layer Wind Tunnel)

# WINDKANAL

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I

Der Windkanal wurde von Forschungs- und -Testanstalt für Luftfahrt, AG, Prag, entworfen und durch Konstrukta – Industry, AG, Trenčín, gebaut. Der Windkanal ist als offener Kreistunnel konzipiert. Die Gesamtlänge des Tunnels beträgt 26,4 m, der Tunnelquerschnitt 2,6 x 1,6 Meter, wobei der Luftdurchsatz 52 m<sup>3</sup>/s ist und die Gesamtdruckdifferenz 915 Pa erreicht. Die Anlage ermöglicht sowohl die Simulation eines zufälligen Windcharakters, d.h. des Windes in der Grenzschicht der Atmosphäre, als auch einer stetigen Strömung mit gleichmäßiger Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit, wofür zwei Messbereiche in Reihenanzordnung dienen:

- Der Messbereich Nr.1 ist im vorderen Tunnelteil hinter Lamellensteuergitter gelegen. Er ist für die Forschung der laminaren Strömung bestimmt. Der Messraum hat eine Breite von 2,6 m, Länge 3,0 m, wobei die Höhe variabel, von 1,1 m bis 1,6 m, ist. Der Messraum ermöglicht Einbau eines Kontraktionseinsatzes. Auf diese Weise ist es möglich, die Bodenfreiheit lokal einzustellen und um weitere 0,3 m zu reduzieren. Die Geschwindigkeit der laminaren Strömung kann daher im Bereich von 3 bis 32 m/s liegen.
- Der Messbereich Nr. 2 befindet sich vor der Lüftungseinheit an der Rückseite des Windkanals. Er ist für die Forschung der turbulenten Strömung bestimmt. Der Messraum hat eine Breite von 2,6 m, Länge 3,0 m, wobei die Höhe variabel, von 1,1 m bis 1,6 m, ist. Der Raum ist optimal für die Durchführung von Untersuchungen anhand von Modellen unter Simulation der atmosphärischen Grenzschicht. Die erreichten Luftgeschwindigkeiten liegen im Bereich von 0,3 bis 15 m/s.



# WINDKANAL

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I



Gesamtansicht des Windkanals mit einer Grenzschicht



Blick auf den Bereich der turbulenten Strömungsmessung



# WINDKANAL

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I



Blick auf das Modell, bestimmt für die Prüfung gegenseitiger Interferenz elliptischer Hochhäuser, situiert im Windkanal

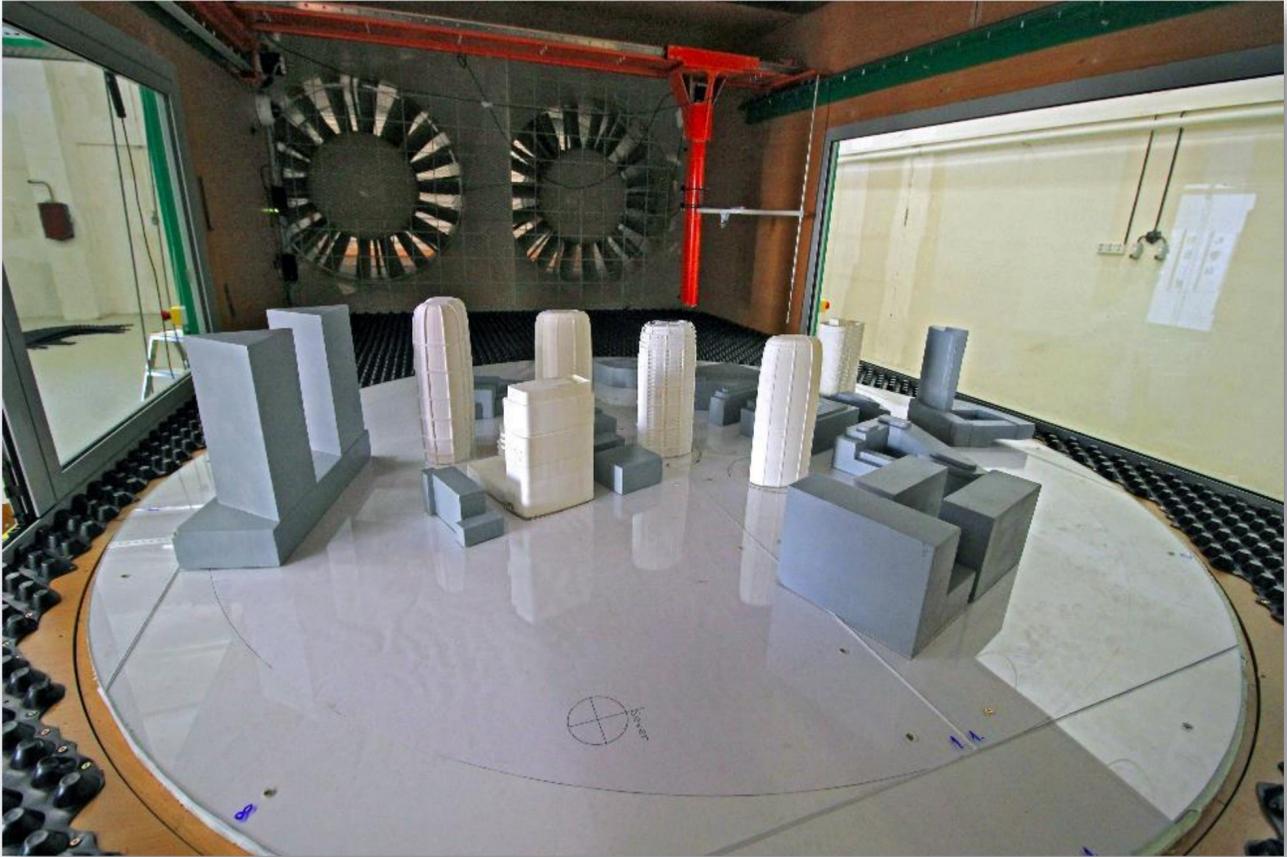


Blick auf 16-punktigen Druckscanner DSA 3217

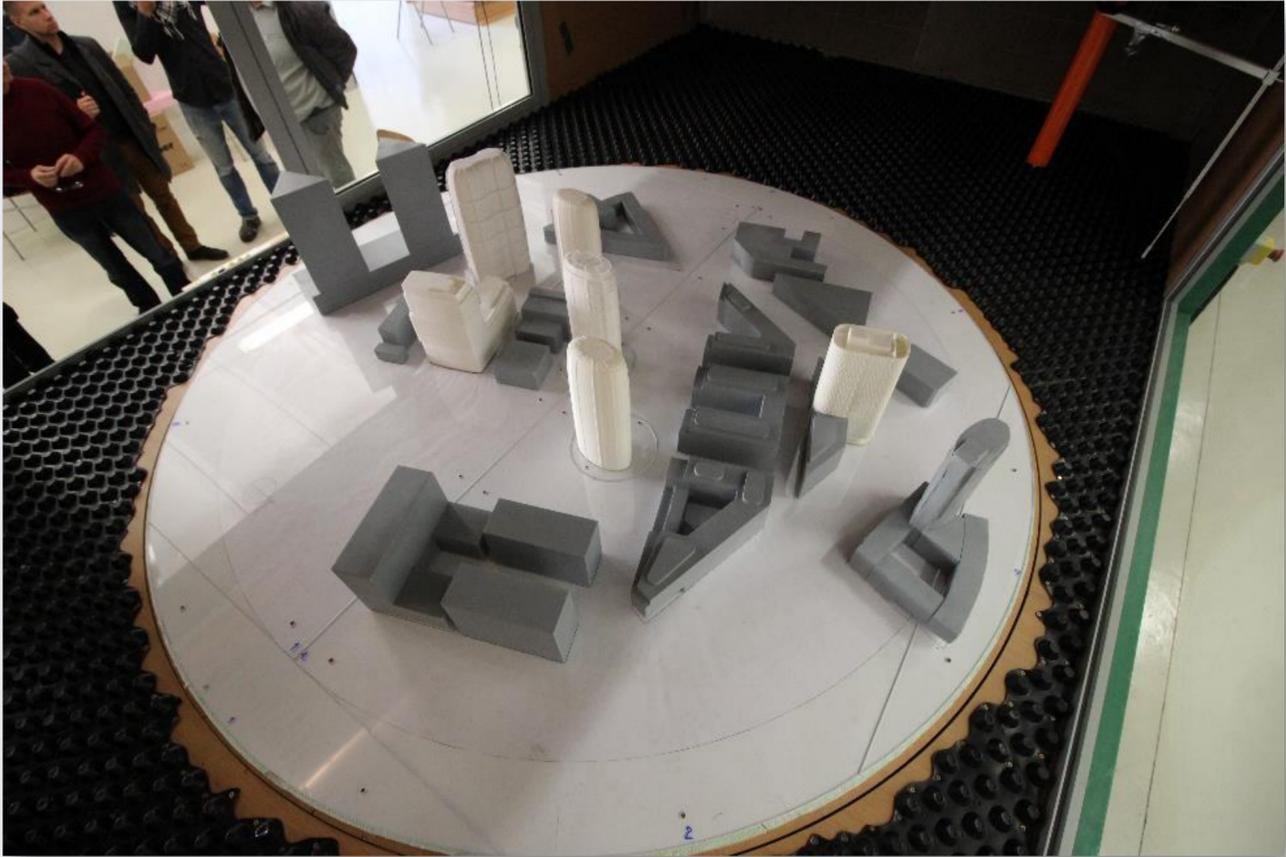


# WINDKANAL

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I



Blick auf das Modell, bestimmt für die Prüfung gegenseitiger Interferenz elliptischer Hochhäuser, situiert im Windkanal



Blick auf das Modell, bestimmt für die Prüfung gegenseitiger Interferenz elliptischer Hochhäuser, situiert im Windkanal



# 3D DRUCKER ProJet 260C

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I

3D Drucker ProJet 260C dient zum Ausdruck von 3D Objekten für den Bedarf des aerodynamischen Tunneltest und den 3D Druck ausgewählter Schülerprojekte.

### Druckerparameter:

- automatisierte Einführung / Entfernung / Recycling von Pulver,
- schneller Einführung des Speichers mit dem Bindemittel (Klebstoff),
- Auflösung 300 × 450 DPI, Mindestgröße ist 0,41 mm,
- 64 CMY Farben,
- separate Kammer zum Entfernung des Pulvers,
- Abmessungen der gedruckten Fläche: 185 × 236 × 132 mm,
- Druckerabmessungen: 740 × 790 × 1400 mm (bei geschlossener Deckel),  
740 × 790 × 1830 mm (bei offener Deckel),
- Gewicht: 166 kg,
- Maximale Raumtemperaturen: 10 – 29,4 °C,
- Maximale Raumfeuchtigkeit: von 15% bis 70% (nicht kondensierend),
- Geräuschpegel: Druck: 57 dB, Pulverentfernung: 66 dB,  
Absaugung: 86 dB,
- Stromversorgung: 230 V~, 2,75 A, 50 – 60 Hz.

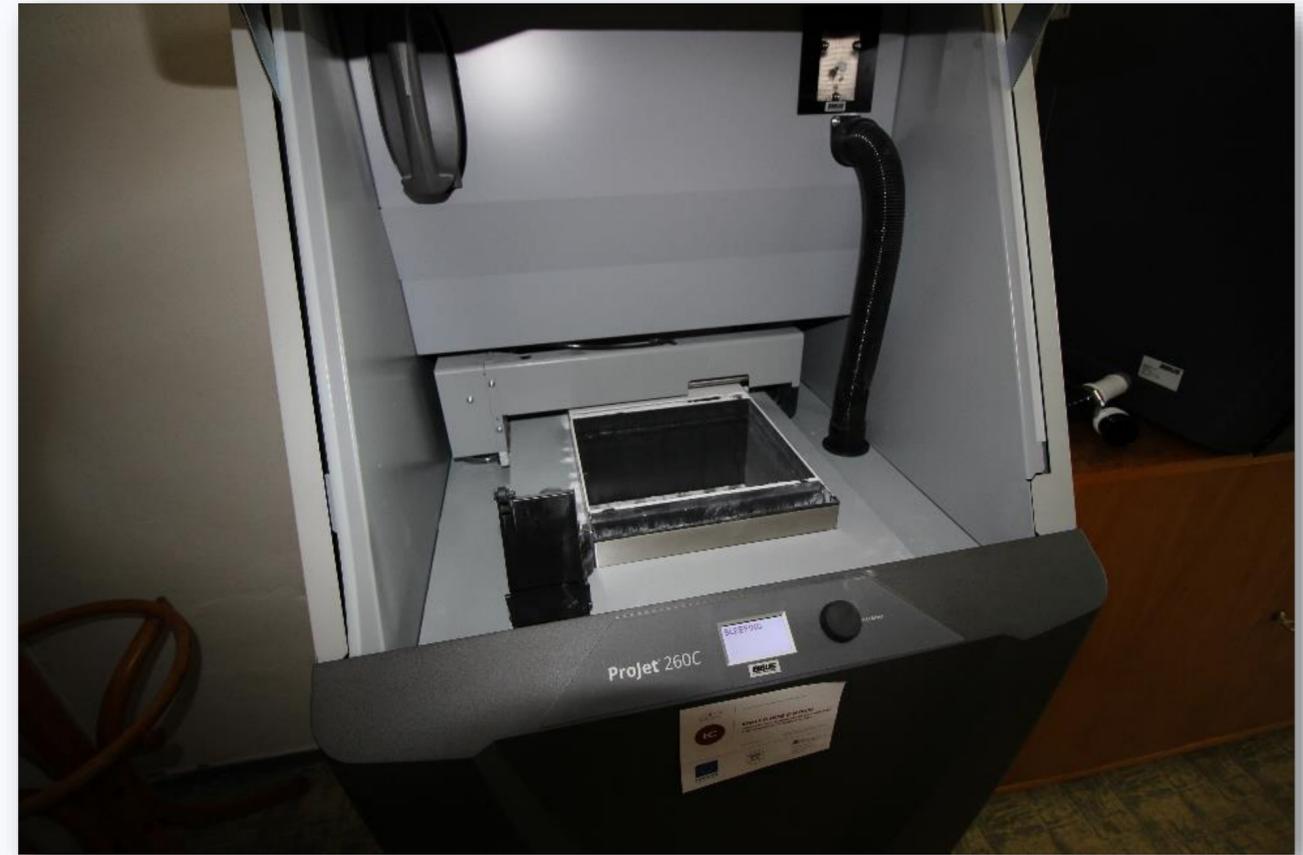


# 3D DRUCKER ProJet 260C

LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I



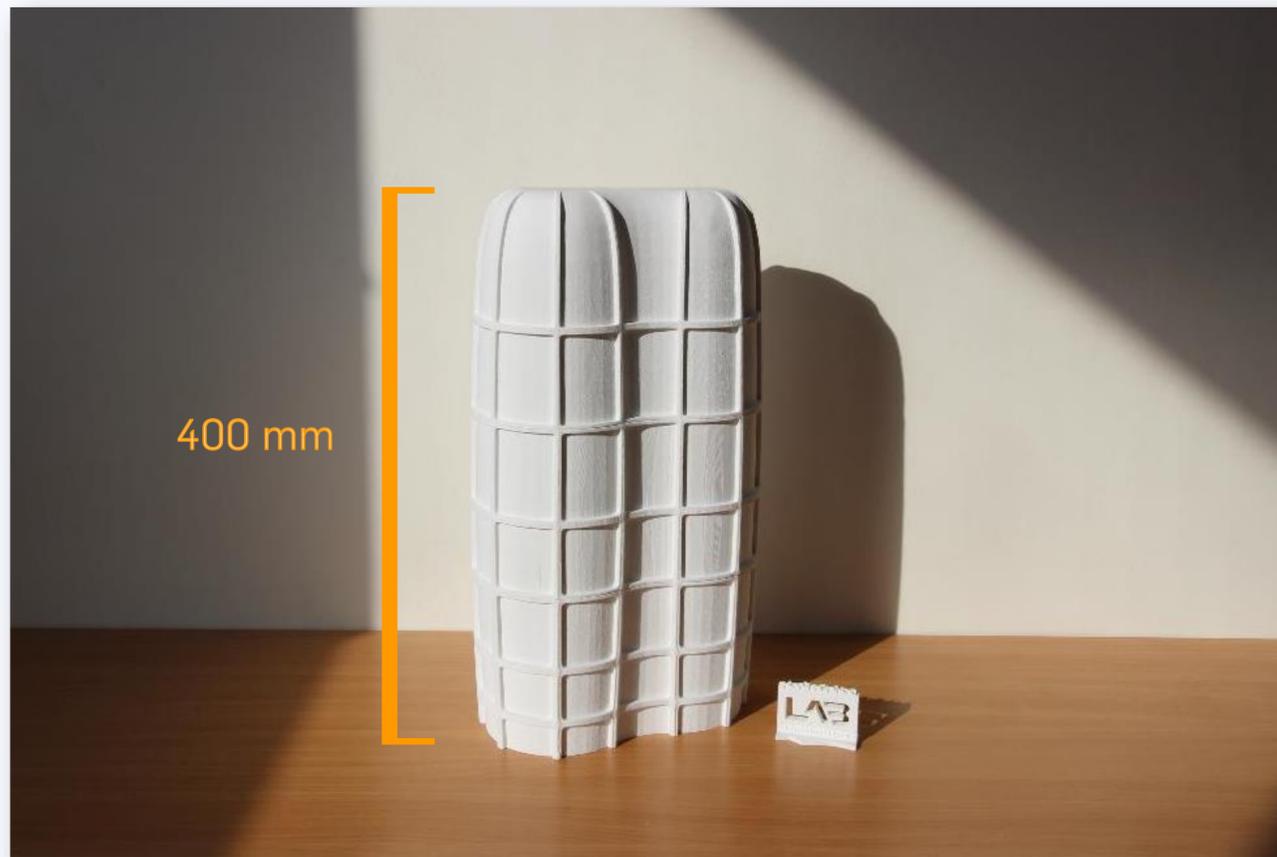
Blick auf einen 3D-Drucker mit einer Pulverentfernungskammer



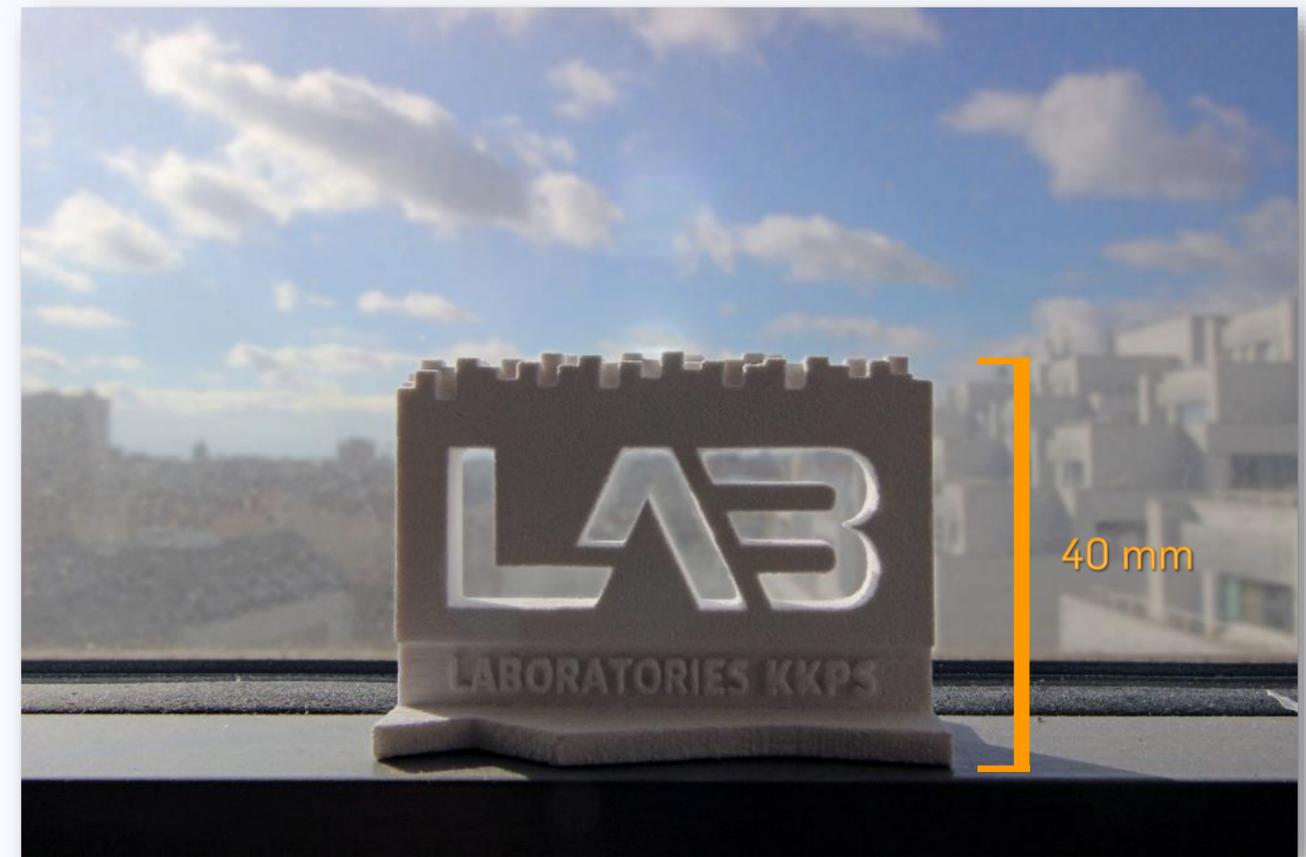
Blick auf den 3D-Drucker-Desktop

# 3D DRUCKER ProJet 260C

LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK I



Die Ansicht auf den Model von 3D-Drucker.



Die Ansicht auf den Model von 3D-Drucker.

# Laboratorium für Gebäudeaerodynamik I

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK II

### Beschreibung:

Das Laboratorium für Gebäudeaerodynamik II befindet sich im Untergeschoss von Block B der Fakultät für Bauingenieurwesen der STU in der Radlinského Straße 11, Bratislava. Es ist ausgestattet mit einer kleinen Druckkammer für experimentelle Forschung der Luftfiltration durch Dichtungsprofile, einer großen Druckkammer für Forschung von Luftfiltration durch Details und Elemente der Gebäudehülle infolge der Gesamtluftdruckdifferenz sowie auch einer Blower-Door-Test-Anlage um die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle zu quantifizieren.

### Geräteausstattung:

- Kleine Druckkammer
- Große Druckkammer
- RETROTEC Q46-240V – Blower-Door-Test-Anlage

### DIENSTLEISTUNGEN UND ZUSAMMENARBEIT:

- Bestimmung der physikalischen und technischen Eigenschaften von Dichtungsmaterialien aus der Sicht der Luftdurchlässigkeit von Dichtungsprofilen – und das auch unter wechselnder Kompression,
- Bestimmung des volumetrischen Luftdurchlässigkeitskoeffizienten,  $Q_v$ , von neuen Baustoffen,
- experimentelle Prüfung der Anschlüsse der Außenwandelemente im Bezug auf die Luftinfiltration,
- experimentelle Prüfung von Fenstern aus der Sicht der Luftinfiltration,
- Bestimmung der Gebäudeluftdichtigkeit anhand von Methode des Druckgefälles nach STN EN 13829 (Bestimmung der Gesamtluftwechselrate,  $n_{50}$ , bei einer Druckdifferenz von 50 Pa) unter Verwendung von der Blower-Door-Test-Anlage.



# GERÄTEAUSSTATTUNG

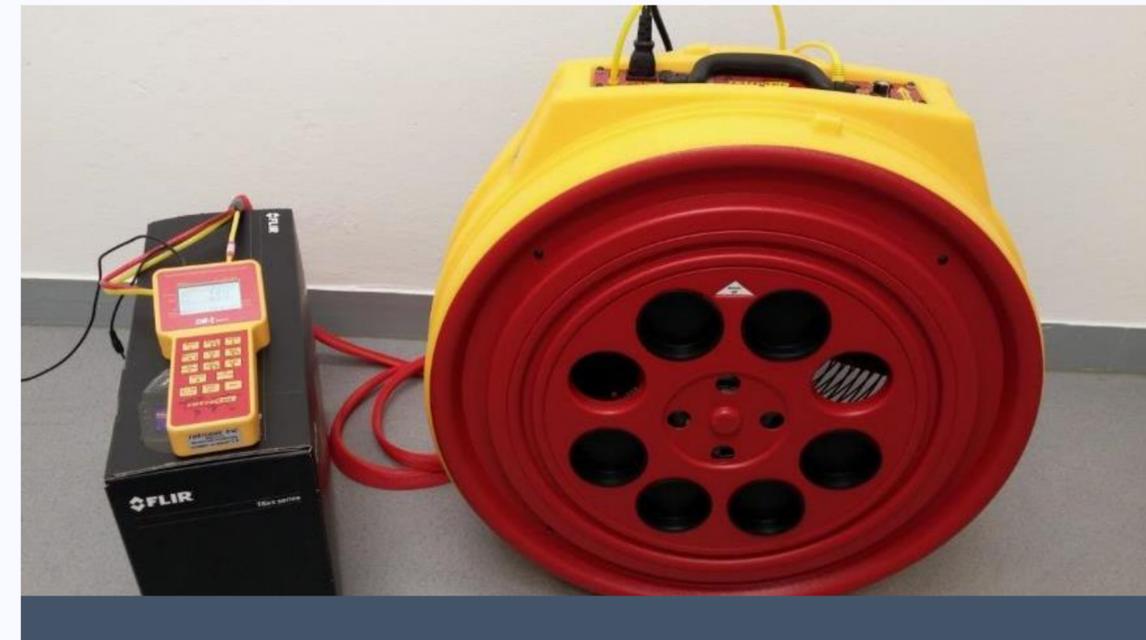
## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK II

*Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

**Große Druckkammer**



**RETROTEC Q46-240V  
– Blower-Door-Test-Anlage**



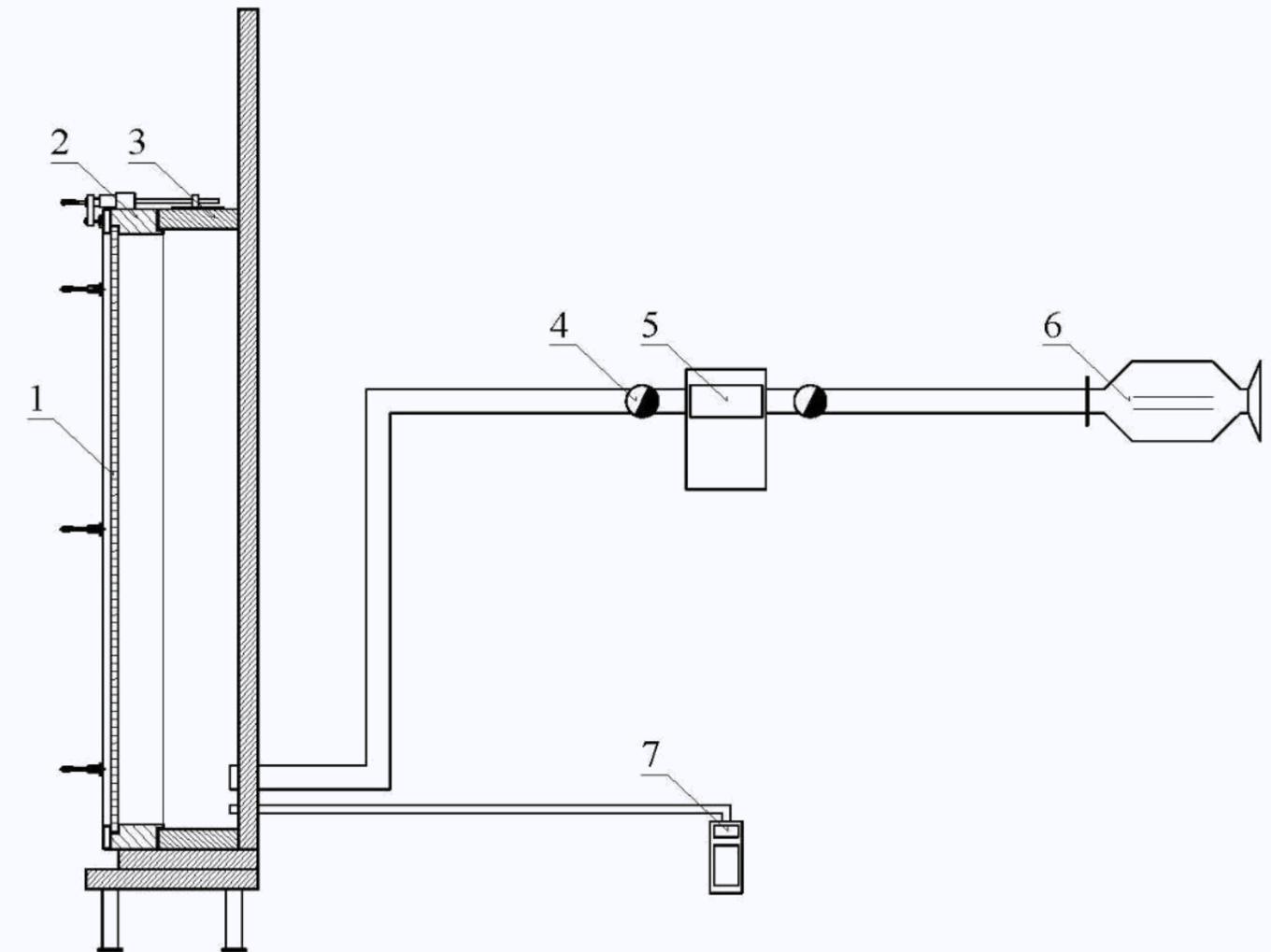
# GROÙE DRUCKKAMMER

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK II

Die große Druckkammer wird für die Forschung von Luftinfiltration durch Details (Anschluss der Außenwandelemente) oder Komponenten (Fenster, Glaswände) der Gebäudehülle verwendet, die infolge der Gesamtlast durch Luftdruckdifferenz  $D_p$  (Pa) entsteht. Die große Druckkammer ermöglicht labormäßige Quantifizierung der physikalischen und technischen Eigenschaften der Komponenten der Gebäudehülle im Hinblick auf die Luftdurchlässigkeit, als einen wichtigen Faktor, der den Energieverbrauch von Gebäuden und deren Ökologie beeinflussen kann. Die Laborausrüstung der Druckkammer ermöglicht experimentelle Untersuchungen von zu analysierenden Elementen aus der Sicht von Luftinfiltration unter Belastung durch:

- windartigen Luftstrom mit konstanter Geschwindigkeit oder in Schüben zwischen 0 bis 45 m/s,
- konstante Luftdruckdifferenz zwischen 0 - 1200 Pa.

Die Druckkammer ist mit einer Luftquelle, einem Geschwindigkeitsschalter der Luftströmung (Windböen) und genauen Luftströmungsmessern ausgestattet.



Schematische Darstellung der Laborausrüstung von großer Druckkammer  
1 - Testprobe , 2 - Blendrahmen, 3 - Prüfdruckkammer, 4 - Luftströmungsregler,  
5 - Luftvolumenstrommesser 6 - Ventilator 7 - Luftdruckmesser

# GROÙE DRUCKKAMMER

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK II



Blick auf die große Druckkammer für die Forschung von Luftinfiltration durch Details oder Komponenten (Fenster, Glaswände) der Gebäudehülle



Blick auf Fenster mit Lüftungsgitter installiert in der großen Druckkammer

# RETROTEC Q46-240V ANLAGE

## LABORATORIUM FÜR GEBÄUDEAERODYNAMIK II

Die Anlage wird verwendet, um die Luftdichtigkeit von Niedrigenergiehäusern und Infiltration (Ex-Filtration) durch Elemente von Gebäudehüllen und Innenstrukturen zu messen. Die Anlage besteht aus einem Ventilator zur Schaffung des Unter- oder Überdrucks im untersuchten Raum und einer zentralen Einheit, die wiederum aus einem Differenzialdruckmesser, einem Steuerungsteil zur Regulation des Ventilators und einem Luftströmungsmesser besteht. Der Blower-Door-Test wird vor allem in Niedrigenergiehäusern verwendet, um die Luftundurchlässigkeit als wichtige Information über die Konstruktionsqualität zu ermitteln. Das Prüfungsprinzip nach STN EN 13829 besteht in Feststellung der Gesamtintensität der Luftwechselrate bei einer Druckdifferenz von 50 Pa.

### Technische Daten:

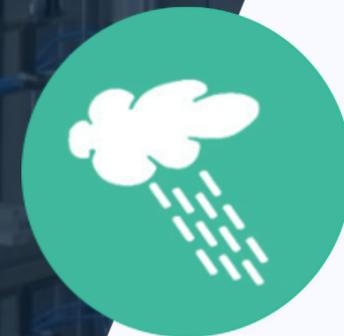
- Luftdruck -750 bis +750 Pa  $\pm 1$  Pa oder  $\pm 2$  %,
  - Luftvolumenstrom 0 bis 15000 m<sup>3</sup>/h.  $\pm 2,5$  %,
- Stromversorgung:
- Messabschnitt 6 V (Batterie oder Stromversorgung),
  - Ventilator Netzwerk 230 V.



Beispiel für RETROTEC Q46-240V Verwendung bei der Messung von Lecks in einem Mehrfamilienhaus

# Hydrodynamiklaboratorium

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## HYDRODYNAMIKLABORATORIUM

### Beschreibung:

Das Hydrodynamiklaboratorium ist mit einer integrierten großen Druck- und Regenkammer für experimentelle Forschung von Luftfiltration und Wasserdichtigkeit von Details, Komponenten und Gebäudehüllensystemen ausgestattet, deren Randbedingungen die Intensität des windgetriebenen Regens (wind-driven rain) bildet.

### DIENSTLEISTUNGEN UND ZUSAMMENARBEIT:

- Experimentelle Prüfung von Außenwänden von Gebäuden und deren Anschlüsse im Bezug auf das Eindringen von Wasser,
- Experimentelles Testen von transparenten Gebäudekomponenten (Fenster, Glaswände, transparente Fassaden) aus der Sicht ihrer Wasserdichtheit.

### Geräteausstattung:

- Große Druck- und Regenkammer



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## HYDRODYNAMIKLABORATORIUM

*Bestimmte Geräteausstattung können sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

**Große Druck- und Regenkammer**



# GROÙE DRUCK- UND REGENKAMMER

## HYDRODYNAMIKLABORATORIUM

Die große Druck- und Regenkammer wird für die experimentelle Forschung des Phänomens der Luftfiltration und des Wassereindringens durch Details, Komponenten und Systeme der Gebäudehülle verwendet. Sowohl die Innenoberfläche als auch die ganze Regenkammer ist aus Edelstahl hergestellt und verfügt über eine Innenraumbelichtung und eine bequeme Einlassöffnung. Diese Laboranlage besteht aus technologischen Bereichen von positiven und negativen Luftdruck, konstanter Wasserströmung, windgetriebenem Regen, Luftgeschwindigkeit, Steuer- und Regelteil und einer mehrkanaligen Messung von Druck und Luftgeschwindigkeit.

### Spezifikation einzelner Technologiebereiche

- Bereich des positiven und negativen Luftdrucks: von - 3000 Pa bis 3000 Pa mit der Möglichkeit der Steuerung des maximalen Über-, bzw. Unterdrucks unter einstellbarem Zeitraum von 5 bis 100 s,
- Bereich des Luftdurchsatzes - Luftströmungen in Windböen: von 0,05 bis 100 m<sup>3</sup> / h  $\pm$  2%,
- Bereich der Intensität des windgetriebenen Regens, der auch Modellieren der Variabilität des Druckfaktors des windgetriebenen Regens ermöglicht: von 0,01 bis 0,2 m<sup>3</sup>/h  $\pm$  2%,
- Bereich der konstanten Wasserströmung, die infolge der Intensität des windgetriebenen Regens entsteht, d.h. vom Wasser, das über der zu analysierenden Stelle runterfällt und sich durch die Schwerkraft nach unten bewegt: von 0,05 bis 1,0 m<sup>3</sup>/h  $\pm$  2%.



# GROÙE DRUCK- UND REGENKAMMER

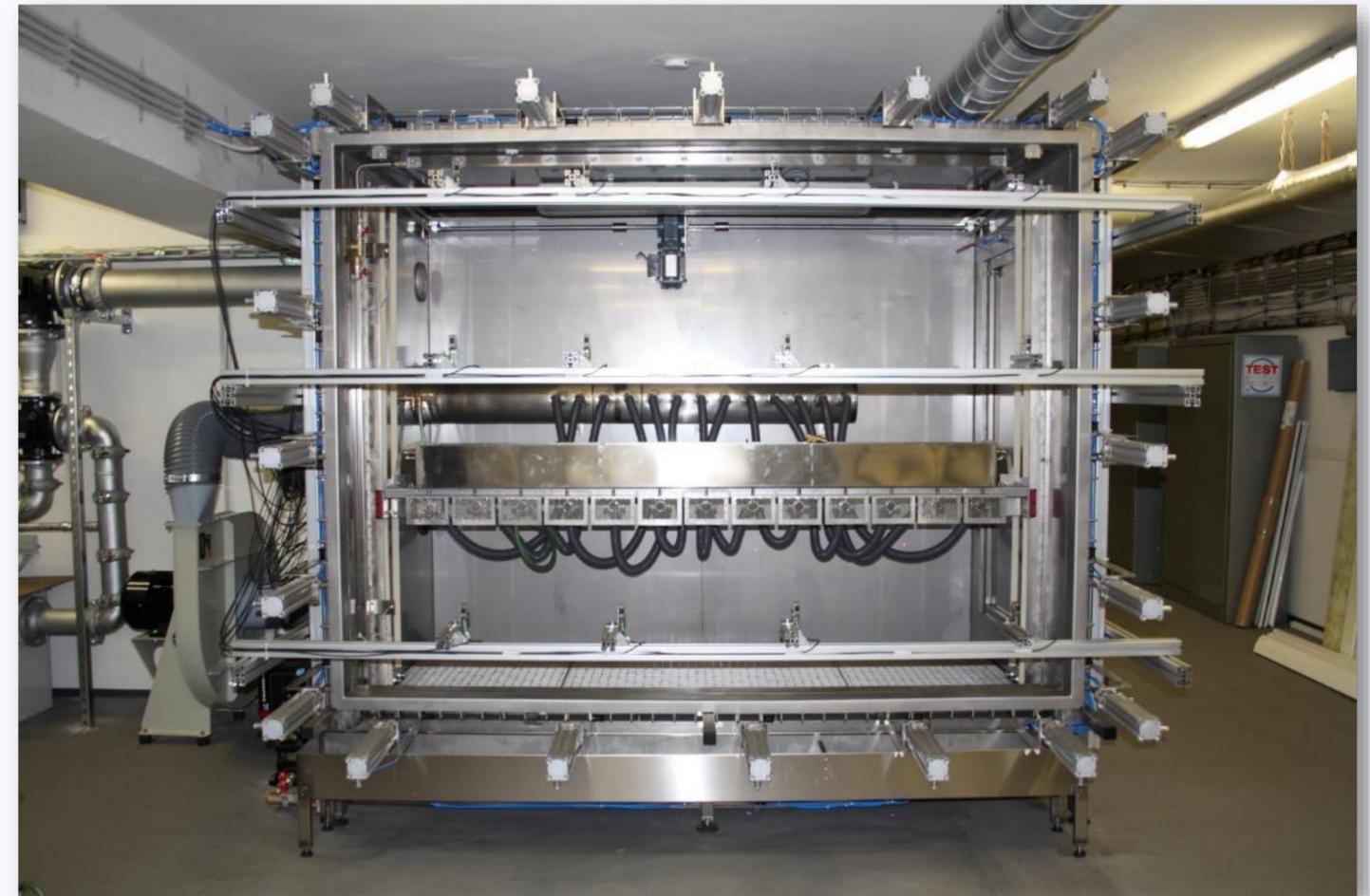
## HYDRODYNAMIKLABORATORIUM

Die Abmessungen der großen Druck- und Regenkammer sind 2500 x 2500 x 1400 mm und die Abmessungen der Messöffnung 2400 x 1800 mm.

Der Wasserströmungsbereich für die Dichtheitsmessungen ist ein geschlossener Wasserkreislauf mit Einhaltung des eingestellten Betriebsdrucks in Umfang von 1 - 6 bar.

Der Bereich der pneumatischen Befestigung der Proben inklusive der Druckquelle und zugehöriger Leitungen ermöglicht die Befestigung der Proben am Kammerrahmen an 20 Punkten mit einem Abstand von 20 bis 200 mm.

Ein Teil der Anlage ist ein elektronisches System zur Messung der Durchbiegungen auf den Messproben an 12 Stellen, wobei die Messung im Bereich von 0 bis  $\pm 50$  mm und mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,02$  mm durchgeführt werden kann.



Blick auf große Regenkammer für die Modellierung von komplexen Effekten von windgetriebenem Regen

# GROÙE DRUCK- UND REGENKAMMER

58

## HYDRODYNAMIKLABORATORIUM

Die Windluftstrom- und Luftdruckdifferenzbereiche sind miteinander synchronisiert. Die Düsenmatrize erzeugt Regentropfen (Größe und Gewicht) in Abhängigkeit von der Regenintensität. Dieser Einklang wird durch ersetzbare Sprinkler gewährleistet. Das Testelement passt in Bezug auf Gebäudehydrodynamik, d. h. in Bezug auf die Wasserdichtheit, wenn unter den Randbedingungen auf Basis von Stunden- und Tagesintensität des windgetriebenen Regens kein Eindringen von Wasser festzustellen ist (d.h. der Zustand, wo kein Regenwasser die innere Oberfläche einer Teststruktur erreicht).

Die Messung und Aufzeichnung von geregelten als auch aufgenommenen Größen läuft anhand des in LabView Umgebung geschriebenen Programms unter NI cRIO-9066 System von National Instruments.



Blick auf große Regenkammer für die Modellierung von komplexen Effekten von windgetriebenem Regen

# GROÙE DRUCK- UND REGENKAMMER

## HYDRODYNAMIKLABORATORIUM

Für zusätzliche Messungen der physikalischen Größen durch universelle Sensoren entsprechend den Experimentanforderungen ist ein Keysight 34980A Logger mit 60 Messpunkten und einer Gleichspannungsmessgenauigkeit im Bereich von 0 bis  $10\text{ V} \pm 0,004\%$  / Jahr verfügbar.

Die zur Verfügung stehende Software ermöglicht autonomen Betrieb der gesamten Anlage, Steuerung aller regulierten Prozessvariablen und Kontrolle aller Messwerte über PC und Internet je nach Wunsch des Benutzers.

Neben den angeführten Parametern erfüllt die Regenkammer auch Anforderungen von STN EN 1027 und STN EN 1026.



Blick in den technologischen Bereich der großen Regenkammer für die Modellierung von komplexen Effekten von windgetriebenem Regen

# Labor des Tageslichts und Sonneneinstrahlung im Gebäude

---

 Geräteausstattung

# BESCHREIBUNG DES LABORS

61

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRahlung IM GEBÄUDE

### Beschreibung:

Das Labor dient in erster Linie um Messungen der Sonnenstrahlung und des Tageslichtes „in-situ“ durchzuführen. Es ist ausgestattet mit hochwertiger Messtechnik für die Messung und Auswertung der Eigenschaften des Umgebungslichts um das Gebäude herum in Bezug auf die Chronobiologie und zirkadiane Photometrie. Um die verschiedenen Eigenschaften von Innen- und Außentageslicht zu messen, werden auch Modellräume auf dem Dach des Blocks A der Fakultät für Bauingenieurwesen verwendet. Zum Labor gehören auch Programme für die Verarbeitung und Auswertung der Messdaten.

### GEBIETE VON ZUSAMMENARBEIT:

- Verarbeitung von Lichtstudien, insbesondere in Bezug auf die Anforderungen und Kriterien der STN 73 4301, STN 73 0580-1, 2;
- Sonnenstrahlung und Lichtstrahlung einschließlich deren spektralen Eigenschaften in Innen- und Außenräumen;
- Messungen von spektralem Transmissionsverhalten und Reflexionsverhalten von Materialien und andere kolorimetrische Messungen;
- Auswertung der zirkadianen Parameter von Umgebungslicht

### Geräteausstattung:

- Spektralphotometer Konica Minolta CM-5
- Spektralphotometer Konica Minolta CL-500A
- Datenlogger Almemo 2590 mit Beleuchtungsstärkemesskopf-sensoren FLA 623 VL
- Chroma Meter Konica Minolta CS 100A
- LightWatcher Datenrekorder
- Pyranometer CMP3 mit Datenrekorder – Wetterstation AMS II
- Hagner Digital Luxmeter EC1
- Messsonde der Beleuchtungsstärke ML-020S-0
- Messgerät YK-35UV von Lutron Electronic



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRahlung IM GEBÄUDE

Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen

Spektralphotometer  
Konica Minolta CM-5



Spektralphotometer  
Konica Minolta CL-500A



Datenlogger Almemo 2590  
mit Sensoren FLA 623 VL



Chroma Meter  
Konica Minolta CS 100A



LightWatcher  
Datenrekorder



Pyranometer CMP3  
mit Datenrekorder



Hagner Digital Luxmeter EC1



Messgerät YK-35UV von  
Lutron Electronic



# SPEKTRALPHOTOMETER KONICA MINOLTA CM-5

63

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRALHUNG IM GEBÄUDE

Das CM-5 ist ein Bench-Top Spektralphotometer der eigenständig oder in Kombination mit PC arbeitet. Es ermöglicht vielseitige Farbmessungen von festen, pastösen, körnigen oder flüssigen Proben entweder in Reflexion oder in Transmission. Der Top-Port ermöglicht Reflexionsmessungen von Proben, und die Transmissionskammer dient zur Transmissionsmessung von transparenten Festkörpern wie Folien oder Glasplatten.

Das Messgerät ist verwendbar in der Bauindustrie für die Messung von spektralen Eigenschaften von Verglasungen und Folien. Der Messwellenlängenbereich beträgt von 360 bis 740 nm mit 10 nm Auflösung. Die austauschbaren Messflächen von 30, 8 und 3 mm erlauben eine Anpassung der Reflexionsmessung an die jeweilige Probegröße. Das Messgerät verfügt über eine breite Palette von Normlichtarten (A, C, D50, D65 und die F Serie) und ermöglicht Farbmessungen in Lab, XYZ und Yxy Farbsystem bei 2° oder 10° Beobachtung.



Spektralphotometer Konica Minolta CM-5

# SPEKTRALPHOTOMETER KONICA MINOLTA CL-500A

64

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRALUNG IM GEBÄUDE

Das CL-500A ist ein sehr kompaktes, leichtgewichtiges Beleuchtungsstärke-Spektralphotometer der ermöglicht die Qualität der Beleuchtung in Interieur zu bewerten. Es arbeitet unabhängig mit einem internen Speicher oder in Kombination mit einem PC, wobei das Gerät mit Microsoft Excel zusammenarbeitet.

Einsatzgebiete:

- Messungen und Anzeige der spektralen Bestrahlungsstärke sowie der spektralen Schwerpunktwellenlängen im Wellenlängenbereich von 360 bis 780 nm bei Wellenlängenabstufung von 1nm;
- Messungen von photopischer Beleuchtungsstärke  $E_v$  [lx];
- Messung der Farbtemperatur, von allgemeinen Farbwiedergabe-Index  $R_a$  und den speziellen Farbwiedergabe-Indizes  $R_1$  bis  $R_{15}$ ;
- Definition der Farbe innerhalb des xy-Koordinatensystems.



Spektralphotometer Konica Minolta CL-500A mit Verbindungskabel zum PC

# DATENLOGGER ALMEMO 2590

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRahlung IM GEBÄUDE

Der Almemo 2509 ist ein universaler Datenlogger für Datenanzeige von 4 ausgewählten Sensoren, die, zum Beispiel, Beleuchtung, Temperatur, Luftqualität oder anderes aufzeichnen können. Der Datenlogger verfügt über einen Speicherkartensteckplatz. Die Speicherkarte gewährleistet langfristige Datenerfassung.

Die FLA 623 VL Sonde ist eine gute Wahl für die Messung von Beleuchtungsstärke, da sie einen mit der standardisierten Hellempfindlichkeitskurve  $V(\lambda)$  nahezu identischen Verlauf von spektraler Empfindlichkeit aufweist. Die Sonde wird mit dem Datenrekorder über einen Anschlusskabel von 2, 5 oder 10 m Länge verbunden. Der Wellenmessbereich der Sonde reicht von 380 nm bis 720 nm mit Maximum bei 555 nm. Das Gerät verfügt über zwei Kanäle, einen, der die Beleuchtung bis 20 klx messen kann, und anderen, der bis 170 klx messen kann.



Datenlogger Almemo 2590 mit zwei FLA 623 VL Sonden

# CHROMA METER KONICA MINOLTA CS 100A

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRALUNG IM GEBÄUDE

Das CS 100 A Chroma Meter ist ein praktisches portables Messgerät zum Aufzeichnen von Helligkeit, Farbtemperatur und Farbwerte XYZ. Das kompakte CS 100 A ist sehr handlich und für gezielte Messung leicht zu bedienen. Das Gerät hat ein Messwinkel von  $1^\circ$  mit einem Messbereich von 0,01 bis 299 000 cd/m<sup>2</sup>.

Es kann über ein RS-232C-kompatibel Kabel an PC angeschlossen werden, und ist mit 9V-Batterie betrieben.

Das Gerät ist für die Messung der Innenräume in Bezug auf die Kontrolle der Helligkeit und Kontrolle von Farbvariationen von Lichtquellen - auch im Falle von Miniaturleuchtquellen des LED Typs - geeignet.



Chroma Meter Konica Minolta CS 100 A

# LIGHTWATCHER DATENREKORDER

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRALUNG IM GEBÄUDE

Das LightWatcher Datenrekorder ist ein kleines, tragbares Messgerät zur Messung von Lichtparametern. Die gemessenen Daten werden auf einer Speicherkarte verwahrt. Die kleine Größe von dem Messgerät (20 mm x 50 mm x 10 mm) und Gewicht von 12 g ermöglichen es, das Messgerät zur kontinuierlichen Aufzeichnung in Verbindung mit den täglichen Aktivitäten des Benutzers zu verwenden. Das Gerät wurde auch zur Auswertung von biologischer Einwirkung von Licht auf Menschen entworfen.

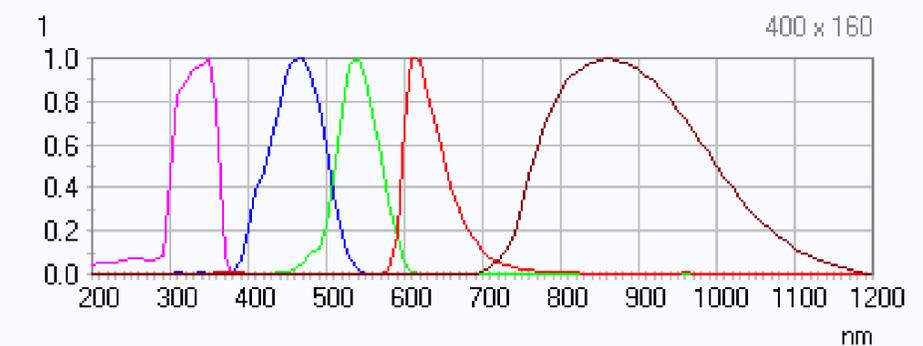
Das Gerät ist breit einsetzbar und ermöglicht eine kontinuierliche Datenaufzeichnung in Aufnahmeintervall von 0,5 Sekunden bis 30 Minuten.

Mit Anwendung einer Speicherkarte kann die Datenaufzeichnung von 18 Stunden (bei Messintervall von 0,5 Sekunden) bis mehrere Wochen dauern, abhängig von der Batterielaufzeit. Der LightWatcher dient zur Aufzeichnung von Beleuchtungsstärke (Lux), Bestrahlungsstärke (IR, Rot, Grün, Blau, UV-Licht), Beschleunigung (x,y,z – Richtung), Temperatur, Luftdruck und relativer Luftfeuchte.

Das Gerät arbeitet mit OT-Sensor Software, die die Geräteeinstellung, das Herunterladen und die Verarbeitung von Messdaten ermöglicht.



LightWatcher



Die spektrale Empfindlichkeit der Farbsensoren für UV, R, G, B und IR-Licht

# PYRANOMETER CMP3 MIT DATENREKORDER

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRALHUNG IM GEBÄUDE

Der CMP3 ist ein ISO-second-class Pyranometer, der die Sonneneinstrahlung über das gesamte Spektrum erfasst. Seine Konstruktion ermöglicht die kontinuierliche Messung in äußeren klimatischen Bedingungen.

Das Gerät hat eine Strahlbandunterscheidung von 300 bis 2800 nm für Strahlungsniveau bis zu 2000 W/m<sup>2</sup>. Die Empfindlichkeit des Sensors ist in der Größenordnung von 10 Mikrovolt / W / m<sup>2</sup> bei einer Reaktionszeit von <18 s unter den Randbedingungen von -10 °C bis +40 °C bei einem Fehler von 5%.

Die Betriebstemperatur der Einheit beträgt -40 °C bis + 80 °C bei einer Abweichung von <1% / Jahr.

CMP3 verfügt über eine Rektifikationsplattform für Positionierung des Geräts und einen wasserdichten Stecker mit einer Kabellänge von 10 und 30 m.

Das Gerät wird von der Wetterstation AMS II angetrieben, die batteriebetrieben ist und Versorgung, bzw. Datenaufzeichnung über einen Monat lang ermöglicht.



Pyranometer CMP3 mit Batterie und Wetterstation AMS II

# HAGNER DIGITAL LUXMETER EC1

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRALUNG IM GEBÄUDE

Dieser Luxmeter ist für Innenanwendung geeignet. Die einfache Handhabung ermöglicht sofortige Messung von Beleuchtungsstärke. Das Messgerät ist von einer Größe von 135 mm x 75 mm x 35 mm mit einem Gewicht von 200 g. Der Messbereich liegt zwischen 0,1 lx und 200 000 lx.

Die spektrale Empfindlichkeit des Instruments ist mit der standardisierten Hellempfindlichkeitskurve  $V(\lambda)$  nahezu identisch.

Der Hersteller deklariert die Genauigkeit des Gerätes mit einer Fehlerrate von  $\leq 3\%$ .



Hagner Digital Luxmeter EC1

# MESSGERÄT YK-35uv

## LABOR DES TAGESLICHTS UND SONNENEINSTRahlung IM GEBÄUDE

Das Gerät dient zu Messung von UVA und UVB Strahlung für die Überwachung von schädlichen Wirkungen der Sonnenstrahlung, von erzeugter Strahlung durch Schweißen usw. Das Gerät ist anwendbar auch bei Untersuchung von Materialdegradation oder im Labor bei der Arbeit mit UV-Strahlung.

### Technische Daten:

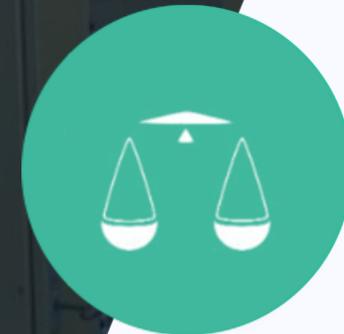
- UV-Bereich von 290 bis 390 nm,
- Messbereich von 0 bis 2 W/cm<sup>2</sup> ± 4 % FS + 2 DGT,  
von 0 bis 20 W/cm<sup>2</sup> ± 4 % FS + 2 DGT,
- Abmessungen 200 × 68 × 27 mm,
- Gewicht 350 g (inklusive Batterie 1 × 9 V).



Messgerät YK 35UV von Lutron Electronic

# Labor der Energieeffizienz von Gebäuden und der Solarenergieforschung

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## LABOR DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND DER SOLARENERGIEFORSCHUNG

### Beschreibung:

Labor der Energieeffizienz von Gebäuden und der Solarenergieforschung befindet sich im Komplex Zentrale Laboratorien der Fakultät für Bauingenieurwesen der STU in Bratislava – Trnávka.

Das Labor der Energieeffizienz von Gebäuden und der Solarenergieforschung basiert auf einem Pavillonmesskonzept. Das Forschungsprinzip liegt darin, dass das reale Klima die äußeren Randbedingungen direkt ausmacht.

### GEBIETE VON ZUSAMMENARBEIT:

- Bestimmung von U-Werten ( $W/(m^2.K)$ ) von Glassystemen, ganzen Fensterstrukturen und verglasten Wänden;
- Prüfung von passiven Solargebäudesystemen (Solarwände, Solardach, Solarfensterglas, Solarglasraum – Energiepuffer- oder Temperaturzwischenraum usw.)

### Geräteausstattung:

- TWIN-BOX



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## LABOR DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND DER SOLARENERGIEFORSCHUNG

*Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

TWIN-BOX



# TWIN-BOX

## LABOR DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND DER SOLARENERGIEFORSCHUNG

Die Anlage besteht aus zwei identischen Testzellen-Räumen (HOT BOX), die vergleichende Untersuchung der Wärmeübertragung durch transparente und nicht-transparente Systeme von Gebäuden ermöglichen. Grundsätzlich stellt dieses Vorgehen einen effektiven Wert des Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  ( $W/(m^2.K)$ ) von dem gemessenen Fragment fest. Wenn wir eine von den identischen Zellen als Referenz nehmen, kann man durch den Vergleich der Ergebnisse mit denen von der zweiten Zelle die genauen Auswirkungen von jeder Änderung in der Konstruktion des Fragments (z. B. Fenster) auf das gesamte Verhalten des Fragments exakt beurteilen. Die gemessene Probe als auch die Referenzprobe sind an der Südseite der Fassade angebracht. Die benachbarten Testzellen sind in einem klimatisierten Raum innerhalb des Gebäudes und dienen als Ausgleichsraum.

Die Anlage kann zur Quantifizierung von passiven Solarsystemen von Gebäuden verwendet werden und zwar von direkten, indirekten, isolierten, konvektiven und auch kombinierten Hüllen und auch verglasten Räumen, die entweder als energetische oder thermische Pufferzonen dienen.



# TWIN-BOX

## LABOR DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND DER SOLARENERGIEFORSCHUNG



Die Twin-Box Anlage mit Bedienfeld in dem Kompensationsraum



Isolierverglasung angebracht in Testöffnungen der Twin-box Anlage

# Laboratorium für Forschung von Dachkonstruktionen



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

### Beschreibung:

Das Labor für Forschung von Dachkonstruktionen befindet sich im Untergeschoss von Block B der Fakultät für Bauingenieurwesen STU, Radlinského 11, Bratislava.

Das Labor dient in erster Linie zur Durchführung von Klimatests unter Laborbedingungen, um Schäden an Materialien und deren Beschichtungen zu bestimmen. Es ist mit hochwertiger Messtechnik ausgestattet, um die Auswirkungen der Umwelt und der Alterung auf Baumaterial zu messen und zu bewerten, insbesondere für Eindeckmaterial von Dächern.

### GEBIETE VON ZUSAMMENARBEIT:

- Simulation von beschleunigter UV-Alterung um die Beständigkeit der Farbbeschichtungen von Oberflächen von Baumaterialien zu überprüfen,
- Bestimmung der erwarteten Lebensdauer von Dachdichtungsbahnen (SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO) und deren Beständigkeit gegen UV-Strahlung,
- Ausweis der Zugfestigkeit von Dachdichtungsbahnen auf Basis von SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO,
- Prüfung der voluminösen und gewichtsmäßigen Stabilität von Dachdichtungsbahnen auf Basis von SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO bei erhöhten Temperaturen.

### Geräteausstattung:

- Testkammer für die Forschung der Zuverlässigkeit von Dächern, Modell - 40/350 l mit Zubehör
- Testkammern für Sonnenlicht- und Feuchtigkeitssimulation Modell QUV/spray und Modell Q-SUN
- Test-Ripper -20 kN
- Heißlufttrockner mit forcierter Luftzirkulation
- Digitale Laborwaagen mit großer Sensibilität
- Laborwaagen mit Trockner / Feuchtebestimmer
- Digitales Dickenmessgerät
- Digitaler Messschieber



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

*Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

**Testkammer für die Forschung der Zuverlässigkeit von Dächern**



**Testkammern für Sonnenlicht- und Feuchtigkeitssimulation**



**Test-Ripper -20 kN**



**Heißlufttrockner mit forcierter Luftzirkulation**



**Digitales Dickenmessgerät**



# TESTKAMMER FÜR DIE FORSCHUNG DER ZUVERLÄSSIGKEIT VON DÄCHERN

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

Die Testkammer übt beschleunigte Wittertests im Laboratorium unter der Wirkung der wiederholten Alternation von negativen und positiven Temperaturen in Verbindung mit Feuchtigkeit aus, um das künftige Verhalten, die Beschädigung und die Absorption von verschiedenen Baustoffen zu untersuchen.

Die Testkammer bietet außer Temperaturwechsel von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+180^{\circ}\text{C}$  auch die Möglichkeit an, die Feuchtigkeit als Stressfaktor in Simulationstests einzuführen. Der Feuchtigkeitsbereich (das Klima der Kammer) liegt zwischen 5 und 98 % relativer Feuchte.

Die Kammertür ist mit einem geheizten 6-lagigen Fenster zur Beobachtung der Vorgänge im Kammerinneren ausgestattet - und auch mit eingebauten isolierten Handschuhen, die die Handhabung der Testproben bei Temperaturen von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+100^{\circ}\text{C}$  erlauben. Das Gesamtgewicht der Testproben bei voller Auslastung aller Regale beträgt bis zu 100 kg.



Blick auf die Testkammer für die Forschung der Zuverlässigkeit von Dächern

# TESTKAMMER FÜR DIE FORSCHUNG DER ZUVERLÄSSIGKEIT VON DÄCHERN

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

### Abmessungen:

- Testraumvolumen ca. 350 l,
- Testraumdimensionen 650 × 720 × 750 mm (B × T × H),
- Regalabmessungen 620 × 600 mm (B × T)  
(max. Auslastung eines Regals: 35 kg, gesamt: max. 100kg).

### Temperaturbasierte Prüfung:

- Temperaturbereich von -40°C bis +180°C,
- Temperaturschwankung in der Zeit:  $\leq +0,3$  K.

### Klimabedingte Prüfung:

Temperaturbereich von -10°C bis +95°C,  
Temperaturschwankung in der Zeit  $\leq +0,3$  K,  
Feuchtigkeitsbereich von 10 bis 98% relativer Feuchtigkeit,  
Taupunkttemperaturbereich I. von +7°C bis +94°C,  
Taupunkttemperaturbereich II. von -10°C bis +7°C,  
Schwankung der relativen Feuchtigkeit (im stationären Modus),  
Für Taupunkttemperaturbereich I.  $\leq +1,5\%$  relativer Feuchtigkeit  
in der Zeit,  
Für Taupunkttemperaturbereich II.  $\leq +3\%$  relativer Feuchtigkeit in  
der Zeit.



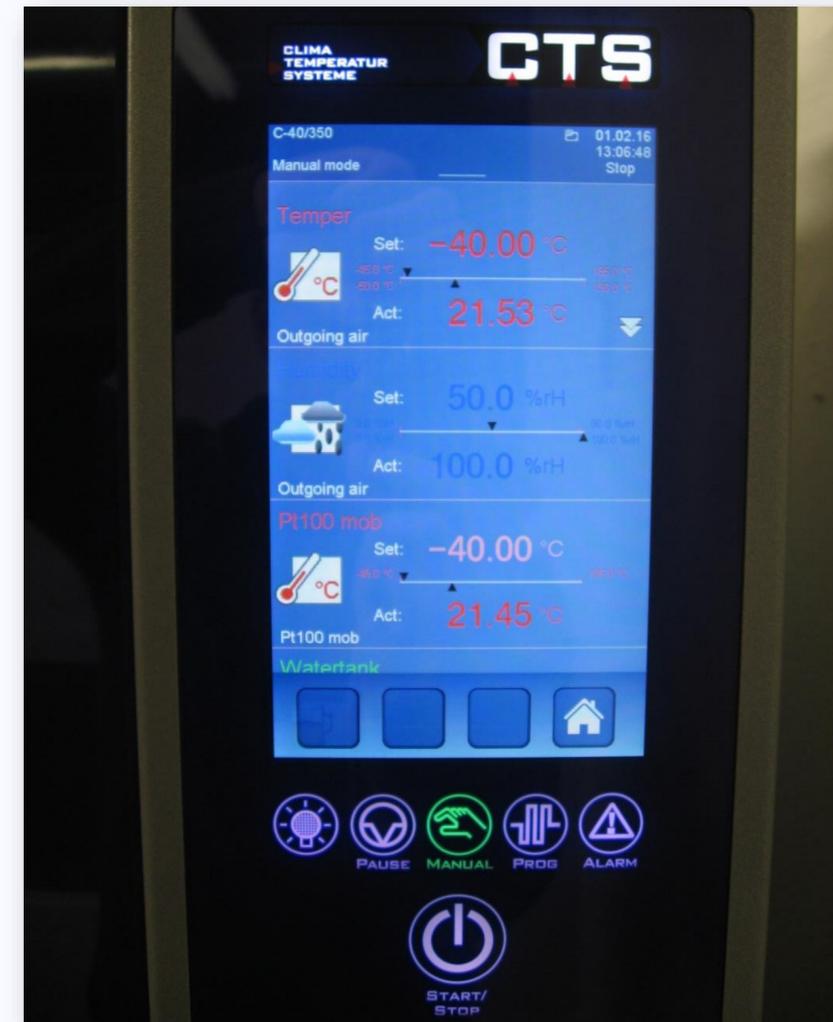
Blick auf die Glastür der Testkammer und zwei Handschuhöffnungen für die Handhabung der Testproben

# TESTKAMMER FÜR DIE FORSCHUNG DER ZUVERLÄSSIGKEIT VON DÄCHERN

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

### ZUSAMMENARBEIT UND DIENSTLEISTUNGEN:

- Simulation der wiederholten Alternierung von extrem positiven und negativen Temperaturen (von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+180^{\circ}\text{C}$ ), um das Verhalten und die Alterung von verschiedenen Baustoffen zu verifizieren,
- Simulation der wiederholten Alternierung von positiven und negativen Temperaturen (von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $+180^{\circ}\text{C}$ ) in Kombination mit Feuchtigkeit, um das Verhalten und die Degradation von verschiedenen Baustoffen zu verifizieren,
- Simulation bestimmter Wetterbedingungen, um die Absorption von verschiedenen Baumaterialien bei ihrer Integration in Gebäudekomponenten zu bestimmen,
- Ermittlung von Volumenänderungen von Materialien durch thermische Belastung,
- Ermittlung von Volumenänderungen von Materialien unter dem kombinierten Einfluss von Feuchtigkeit und Temperatur,
- Wechselwirkung von Materialien unterschiedlicher Eigenschaften unter der wiederholten Alternierung von extrem positiven und negativen Temperaturen,
- Simulation einer beschleunigten UV-Alterung von Materialanschlüssen.



LED-Beleuchtungsfeld mit Touchscreen

# TESTKAMMERN FÜR SONNENLICHT- UND FEUCHTIGKEITSSIMULATION

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

Das Gerät QUV ist für die Ausübung von beschleunigten wetterbedingten Tests unter Laborbedingungen bestimmt, um die Schäden an den Materialien und ihren Oberflächenschichten infolge der Sonnenstrahlung, des Regens und der Feuchtigkeit zu untersuchen. Die Proben können einem gesteuerten Zyklus von Lichtexposition und Feuchtigkeit bei erhöhter Temperatur ausgesetzt werden. Das Gerät QUV simuliert die Wirkung des UV-Anteils der Sonnenstrahlung mittels einer Fluoreszenz-UV-Lampe und die Feuchtigkeit beim Erreichen der Wasserkondensationsbedingungen. Die Testbedingungen der Exposition können entsprechend den Anforderungen angepasst werden, um die Beständigkeit gegenüber verschiedenen Umgebungen zu bestimmen.

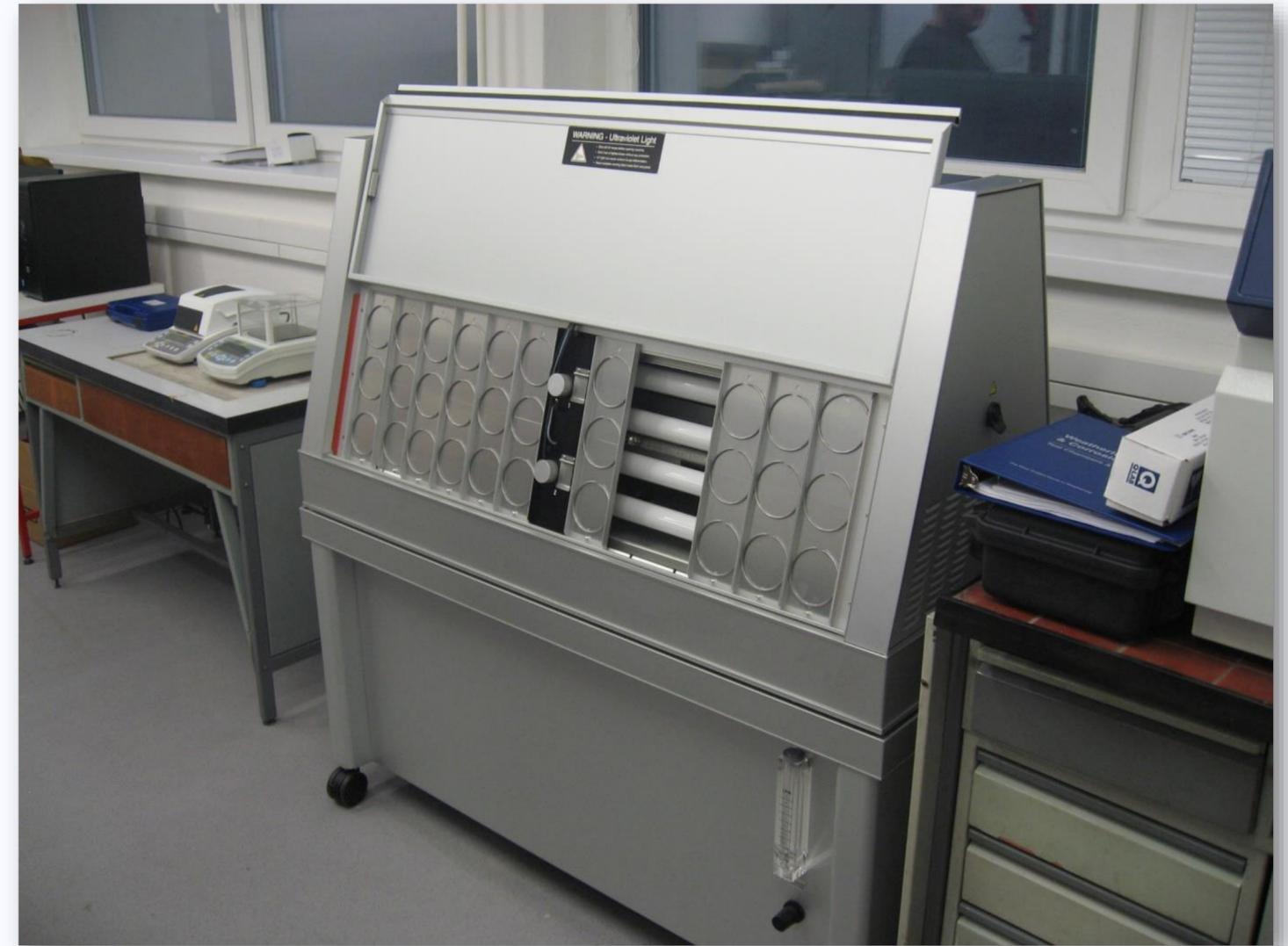
### Basisspezifikationen QUV/spray:

Temperaturbereich:

- 50 °C – 75 °C für die Dauer des UV-Tests,
- 40 °C – 60 °C für die Kondensationsperiode,

Bereich der Strahlungsintensität:

- min. 0,35 W/m<sup>2</sup>, max. 1,55 W/m<sup>2</sup>,
- Möglichkeit 48 Proben mit den Dimensionen von 75 x 150 mm zu testen.



Blick auf das QUV/spray Gerät

# TESTKAMMERN FÜR SONNENLICHT- UND FEUCHTIGKEITSSIMULATION

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

Das Gerät Q SUN Xe 1S ist eine Anlage, die mit Hilfe einer Xenon-Entladungslampe das ganze Basisspektrum der Sonnenstrahlung, d.h. Intensität und Temperatur, unter einem gleichzeitigen und im Voraus programmierbaren Besprühen mit demineralisiertem Wasser während der Tests simulieren kann.

### ZUSAMMENARBEIT UND DIENSTLEISTUNGEN:

- Simulation von beschleunigter Alterung infolge von UV-Strahlung, um die Beständigkeit von farbigen Beschichtungen von Baumaterialien, die für den Einbau im Außen vorgesehen sind, zu überprüfen (Dachziegel, Metaldachdeckungen mit Oberflächenbeschichtung auf PU-Basis und andere),
- Ermittlung der erwarteten Lebensdauer der Dachdichtungsbahnen (SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO) und ihrer Beständigkeit gegen UV-Strahlung,
- Ermittlung der geschätzten Restlebensdauer von eingebauten Dachdichtungsbahnen (SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO), wenn sie UV-Strahlung ausgesetzt sind,
- Simulation einer beschleunigten Alterung von Materialanschlüssen infolge der UV-Strahlung.



Blick auf das Q SUN Xe 1S Gerät

# TEST-RIPPER -20 kN

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

Eine Doppelpfosten-Universal-Tischmaschine zur Prüfung von Zugfestigkeit von Baustoffen, gesteuert durch Computer, mit max. Last von 20 kN. Mit dem Gerät kann man die mechanischen Eigenschaften von Baustoffen und deren Anschlüssen bei negativen und positiven Temperaturen testen.

### ZUSAMMENARBEIT UND DIENSTLEISTUNGEN:

- Nachweis der Zugfestigkeit der Dachdichtungsbahnen auf Basis von SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO
- Nachweis der Scherfestigkeit von Anschlüssen von Dachdeckungsbahnen auf Basis von SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO und ihren Kombinationen, z. B. auch mit anderen Baustoffen (Beton, Porenbeton, Ziegel, gespachtelte Abdichtungsmaterialien auf Basis von PU und PMMA)
- Demonstration des Widerstandes von Materialverbindungen und Kombinationen von Verbindungen diverser Materialien beim Schalen (Peel-Test)
- Nachweis der Zug- und Scherfestigkeit der Materialien und ihrer Kombinationen bei verschiedenen Temperaturen von  $-70^{\circ}\text{C}$  bis  $+280^{\circ}\text{C}$



Blick auf Test-Ripper -20 kN

# HEIßLUFTTROCKNER MIT FORCIERTER LUFTZIRKULATION

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

Der Labortrockner ist eine Anlage, die für die Prüfung von Materialien unter thermischer Alterung bestimmt ist. Die Anlage gewährt Beheizung des Innenraumes auf hohe Plustemperaturen, wessen Folge ist die Änderung der physikalischen, mechanischen und visuellen Eigenschaften geprüfter Baustoffe. Die Anlage ist mit einer erzwungenen Luftzirkulation versehen, um in ihr eine gleichmäßige Temperaturverteilung zu erreichen.

### Technische Parameter:

- Temperaturbereich von +5°C über der Umgebungstemperatur - bis zu +300 °C,
- Möglichkeit eines zeitlich uneingeschränkten Betriebs,
- Einstellung der Temperaturdifferenz (Grad/min.),
- Lüftungsklappe + kleiner Schornstein von  $\varnothing$  50 mm.

### ZUSAMMENARBEIT UND DIENSTLEISTUNGEN:

- Prüfung der voluminösen und gewichtsmäßigen Stabilität der Abdichtungsbahnen auf Basis von SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO und auch anderer Baustoffe bei erhöhten Temperaturen
- Prüfung von gegenseitiger Materialverträglichkeit bei anhaltend erhöhten Temperaturen und bei Materialkombinationen von Abdichtungsbahnen auf Basis von SBS, APP, EPDM, PVC-P, TPO mit wärmedämmenden Materialien auf Basis von MW, EPS, XPS, PIR.



Blick auf die Heißlufttrockner

# DIGITALES DICKENMESSGERÄT

## LABORATORIUM FÜR FORSCHUNG VON DACHKONSTRUKTIONEN

Das digitale Dickenmessgerät FNF-INT ist für Messen von Beschichtungen auf ferromagnetischen und nichtferromagnetischen Materialien bestimmt. Es ist mit zwei Sonden ausgestattet. Mit der integrierten kombinierten Sonde kann man durch magnetische Induktion nichtmagnetische Schichten auf ferromagnetischen Unterlagen messen (z. B. Lackbeschichtung, Gummi, Al, Cr, Cu, usw. auf einer Unterlage aus Stahl oder Fe-Legierungen) und aufgrund des Prinzips der wirbelnden Ströme die Dicke der nicht leitenden Schichten auf leitenden Stoffen erfassen (z. B. Gummibeschichtungen, Lacken, Kunststoffen und dgl. auf Unterlagen aus Aluminium, Messing, nichtmagnetischem rostfreien Stahl).

Technische Parameter:

- Messbereich: 0 – 1250  $\mu\text{m}$ ,
- Präzision:  $\pm 1-3\%$  oder  $\pm 2,5 \mu\text{m}$ ,
- Messfläche 6  $\text{mm}^2$ .



Blick auf das digitale Dickenmessgerät FNF-INT

# Laboratorium für „in-situ“ zerstörungsfreie Prüfung von Baustoffen und - konstruktionen

---



**Geräteausstattung**



# BESCHREIBUNG DES LABORS

## LABORATORIUM FÜR „IN-SITU“ ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG VON BAUSTOFFEN UND -KONSTRUKTIONEN

### Beschreibung:

Das Laboratorium verfügt über Instrumente für die Prüfung von mechanischen und festigkeitsbezogenen Parametern von Baukonstruktionen, von Verglasungsdicken und für die Suche nach Leitungen und Kabeln in Baukonstruktionen - und das unter realen „in situ“ Bedingungen.

### Geräteausstattung:

- Hilti Mark 5 Tester
- Leica DIGICAT 200
- Wandscanner BOSCH D-TECT 100
- GC 2000-Gerät für die Messung von Verglasungsdicken
- Härtemesser für Beton Modell Schmidt N34
- Das Endoskop Testo 319-1



# GERÄTEAUSSTATTUNG

## LABORATORIUM FÜR „IN-SITU“ ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG VON BAUSTOFFEN UND -KONSTRUKTIONEN

*Bestimmte Geräteausstattung können Sie mit einem Klick auf das Bild auswählen*

**Hilti Mark 5 Tester**



**GC 2000-Gerät für die Messung  
von Verglasungsdicken**



# HILTI MARK 5 TESTER

## LABORATORIUM FÜR „IN-SITU“ ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG VON BAUSTOFFEN UND -KONSTRUKTIONEN

Das Gerät dient der Festigkeitsprüfung von kleinen und mittleren Befestigungsankern. Es besteht aus einem mechanischen Satz von Hydraulikzylinder und Druckanzeige, wobei die letzte die momentane und die maximale zum Ausriss des Testankers notwendige Leistung anzeigt. Das Zubehör enthält eine große Anzahl von Aufsätzen und Adaptern, die das Testen von unterschiedlichen Arten von Befestigungsankern möglich machen.

### Technische Parameter:

- Haftfestigkeit von 0 bis 25 kN,
- Abmessungen 590 × 390 × 140 mm (in einem tragbaren Koffer),
- Gewicht 2,2 kg.



Hilti Mark 5 Tester

Tragkoffer für Hilti Mark 5 Tester



# GC 2000-GERÄT FÜR DIE MESSUNG VON VERGLASUNGSDICKEN

## LABORATORIUM FÜR „IN-SITU“ ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG VON BAUSTOFFEN UND -KONSTRUKTIONEN

Dieses Gerät ist bestimmt für die Messung der Glasdicken von isolierenden Doppel- und -Dreifachverglasungen sowie der dazwischenliegenden Luftschichtdicke. Das Gerät kann erkennen, ob sich an der ersten oder zweiten Glasscheibe eine Niedrigemissionsbeschichtung befindet. Es ist bestimmt für die Messungen von transparenter Verglasung. Für das Messen verwendet es die Reflektion des Laserstrahls von den Oberflächen der jeweiligen Glasscheiben.

### Technische Parameter:

- Mindestdicke der Verglasung 1,5 mm,
- Mindestdicke der Luftschicht 5 mm,
- Messgenauigkeit  $\pm 0,4$  mm,
- Laserwellenlänge 630 – 680 nm,
- Abmessungen 140 × 90 × 32 mm,
- Gewicht 0,4 kg,
- Betriebstemperatur von 0 °C bis +40 °C.



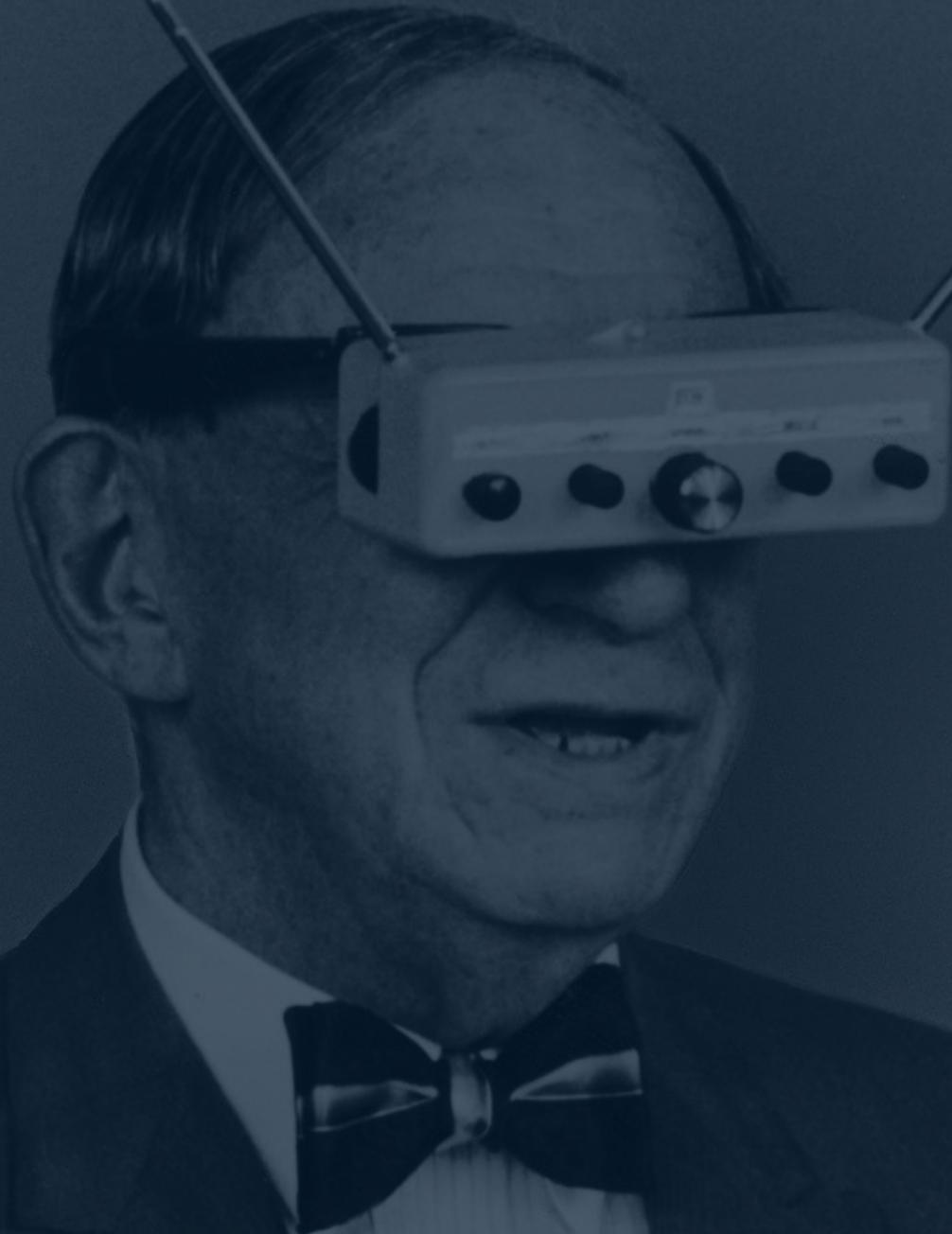
GC 2000-Gerät

# VIRTUELLE REALITÄT

Die Einführung der virtuellen und erweiterten Realität im Lernverfahren und Untersuchung der Möglichkeiten in diesem Gebiet.

## BIM

Gebäudedatenmodellierung



**Geplante  
Aktivitäten  
der Laboratorien**



# VIRTUELLE REALITÄT

## Die Einführung der virtuellen und erweiterten Realität im Lernverfahren und Untersuchung der Möglichkeiten in diesem Gebiet.

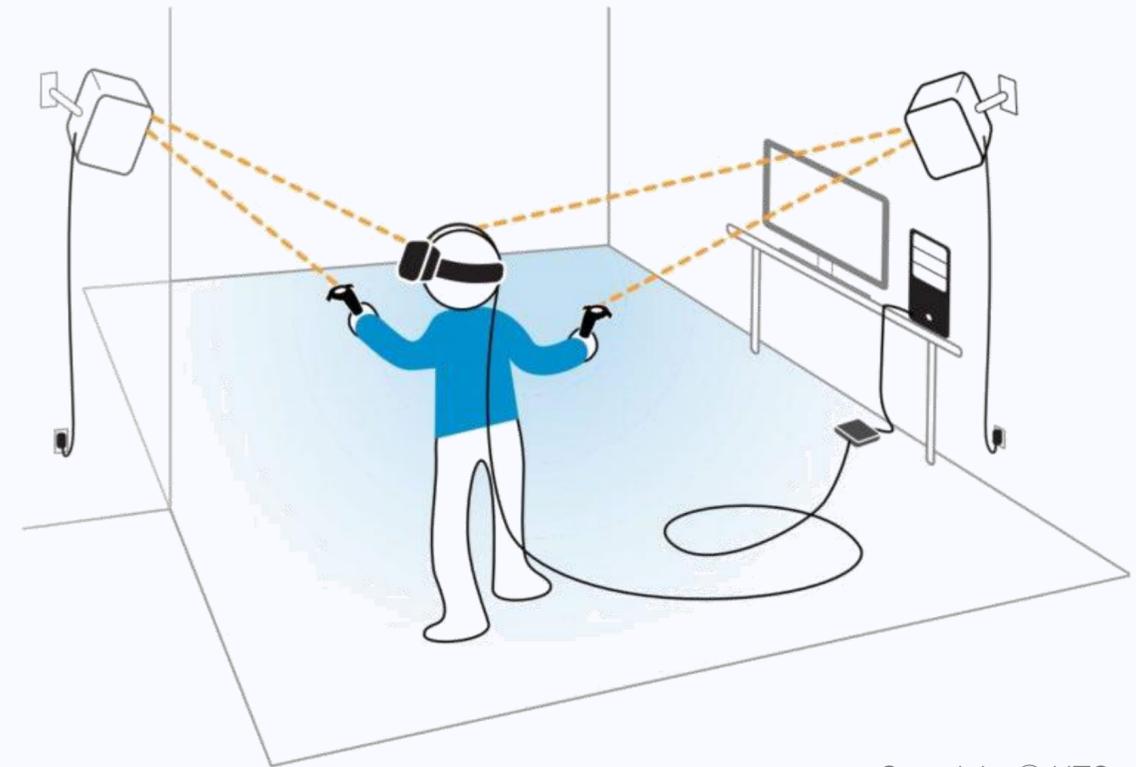
Die Basis der virtuellen Realität ist die Bemühung um die treuesten Darstellung von räumlichen Modellen und Szenen, Handhabung mit ihnen, die Schaffung einer realen Welt, seinen bestimmten Teil mit allen seinen Gesetzmässigkeiten und Regeln, die Bewegung im dreidimensionalen Raum und das alles in realen Zeit.

Dabei werden die Basisvorgehen der Computergrafik verwendet.

Virtuelle Realität bildet eigentlich eine Verschiebung von einfacher (zweidimensionaler) Mensch-Maschine-Interaktion, zu einer Position, wo diese Interaktion in dreidimensionalen Umgebungen verläuft.

Diese Methoden werden durch den Einsatz von speziellen Peripheriegeräte durchgeführt, die visuelle-, taktile-, akustische- und Positionsinteraktion gewährleisten.

Um der Benutzer der virtuellen Welt zu sehen kann, muss er auf dem Kopf einen Helm mit integriertem Display vor jedem Auge aufsetzen. Der Helm enthält auch einen Bewegungssensor für die Ermittlungen der Kopf- und Richtungsposition, wohin der Benutzer ansieht. Der Computer verwendet diese Informationen für die Umrechnung des Bildes von der virtuellen Welt - welches für jedes Auge anders ist - in der Blickrichtung des Benutzers und seiner Abbildung im Helm. (Quelle: virtualnarealita.eu)



Copyright © HTC

# VIRTUELLE REALITÄT

Die Einführung der virtuellen und erweiterten Realität im Lernverfahren und Untersuchung der Möglichkeiten in diesem Gebiet.



Der Einsatz des VR-Gerätes. Copyright © Jessica Lee Star/Digital Trends

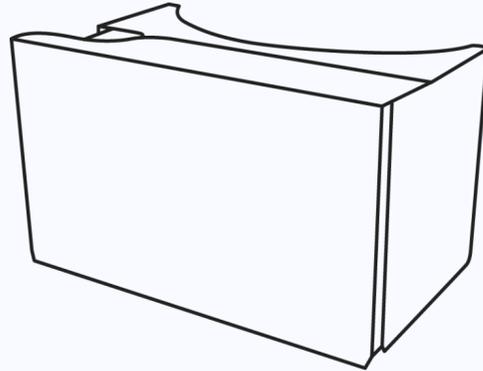


Das VR-Gerät. Headset, Steuerung und Positionssensoren. Copyright © The Vexit

# VIRTUELLE REALITÄT

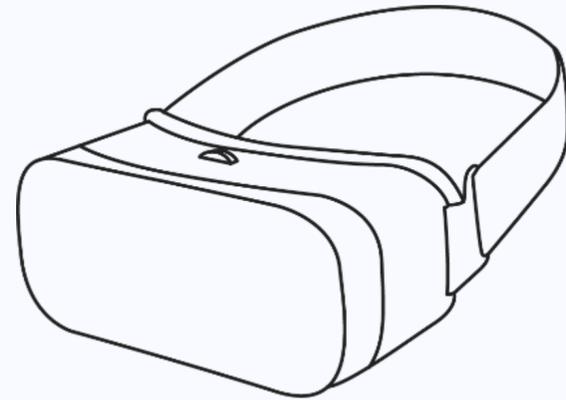
Die Einführung der virtuellen und erweiterten Realität im Lernverfahren und Untersuchung der Möglichkeiten in diesem Gebiet.

## Die bekanntesten VR-Geräte:



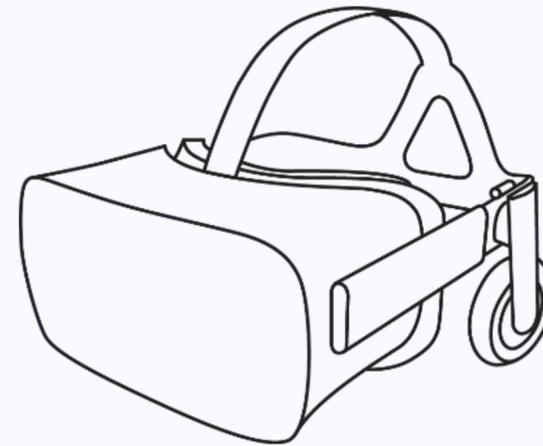
### Google Cardboard

Virtual-Reality Brille für Smartphones. CardBoard ist erschwinglichste Form der virtuellen Realität.



### Samsung Gear VR

Dank dieser Brille kann man in einer anderen Welt geraten, die auch 360 ° ist. Sichtfeld beträgt 96 °.



### Oculus Rift

Headset Oculus Rift verwendet ein Paar von OLED-Displays mit einer Gesamtauflösung von 2160 × 1200 Pixeln. Die Frequenz beträgt 90 Hz.



### HTC Vive

Virtual-Reality Brille mit dem Bereich 360°, Auflösung von 2160 x 1200 Pixeln, Frequenz 90 Hz. 32 Bewegungssensoren.

Copyright © sketchfab.com

# VIRTUELLE REALITÄT

Die Einführung der virtuellen und erweiterten Realität im Lernverfahren und Untersuchung der Möglichkeiten in diesem Gebiet.



Präsentation der virtuellen Realität.



Präsentation der virtuellen Realität.

# ERWEITERTE REALITÄT

Zukunft - vermischte oder erweiterte Realität (AR).  
 Kombiniert die realen Welt und die virtuellen Realität.

Erweiterte Realität oder selten angereicherte Realität (auf Englisch Augmented Reality kurz AR) ist eine direkte oder indirekte Ansicht auf die physikalisch realen Umgebung auf der Mann schaut, deren Teile in digital, meistens Text- oder Bildform präsentiert sind. Diese Text- oder Bildform ist angereichert mit zusätzlichen für das Objekt relevanten Informationen. Diese Informationen werden aus einer Vielzahl von Informationsquellen mit Offline- oder Online-Anwendungen erreichen. Die Anreicherung der Realität erfolgt in der Regel in realen Zeit und in semantischem Kontext mit den Teilen der Umgebung, beispielsweise die aktuellen Preisaktionen im Restaurant, der nächstgelegenen Geldautomat, der nächste Benutzer von Twitter und ähnlich. (Quelle: virtualnarealita.eu)

Die Verbindung der virtuellen und erweiterten Realität ist „Die Gemischte Realität“

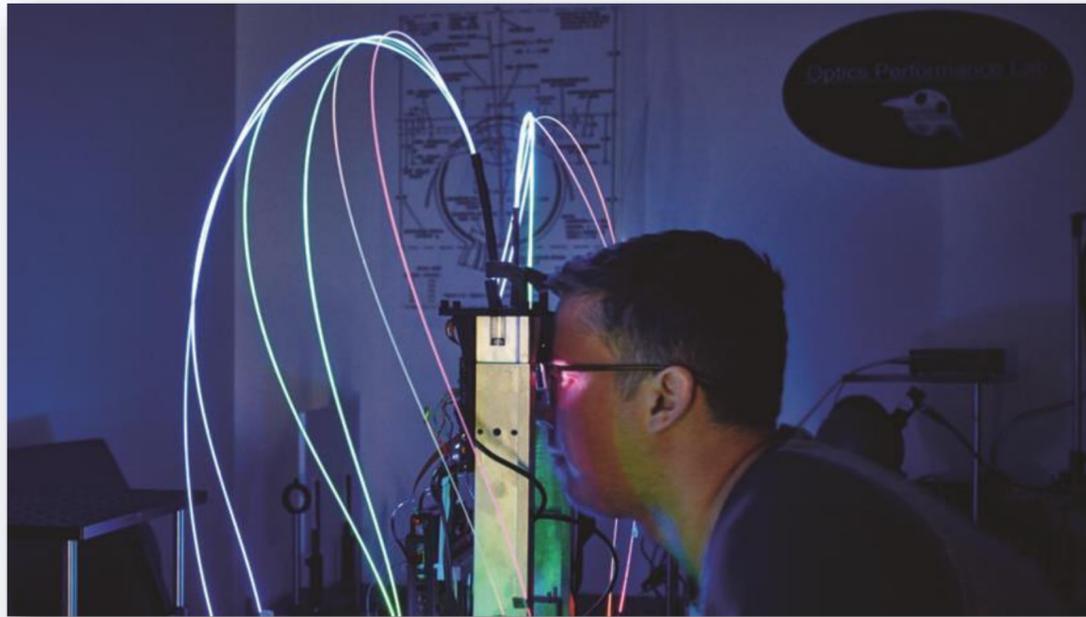
	Erweiterte Realität	Gemischte Realität von HoloLens	Virtuelle Realität
Sie verbindet die reale Welt mit nützlichen Informationen	☑	☑	
Sie mischt Hologramme mit der realen Welt		☑	
Sie kann Sie übertragen in einer virtuellen Welt		☑	
Sie ersetzt die reale Welt			☑

Copyright © virtualnarealita.eu

# ERWEITERTE REALITÄT

Zukunft - vermischte oder erweiterte Realität (AR).  
Kombiniert die realen Welt und die virtuellen Realität.

Copyright © Peter Yang for Wired



## Magic Leap

Magic Leap ist ein US-Startup-Unternehmen, das an einem kopfgesteuerten virtuellen Retina-Display arbeitet, das 3D-computergenerierte Bilder in realen Welt dargestellt. Dieses Bild bildet durch die Projektion von digitalem Lichtfeld in das Auge des Benutzers. Das Unternehmen versucht, einen Lichtfeldchip unter Verwendung von Silizium-Photonik zu konstruieren.

<https://www.magicleap.com>

<https://www.wired.com/?p=1999666>

Copyright © Microsoft



## Microsoft HoloLens

Microsoft HoloLens ist ein erster selbständiger holographischer Computer, der dem Benutzer die Interaktion von Hologrammen (3D-Objekte) mit hohen Auflösung mit der realen Welt ermöglicht.

<https://www.microsoft.com/microsoft-hololens>



# BIM

## Gebäudedatenmodellierung

BIM ist eine Abkürzung des Namens von Building Information Modeling. Die Übersetzung ist also die Gebäudedatenmodellierung. Dieser Begriff wurde zum ersten Mal im Jahr 2002 verwendet. Es ist eine relativ neue Bezeichnung, deswegen er folgende Definitionen hat:

„Gebäudedatenmodellierung (Building Information Modeling, kurz: BIM) ist der Prozess der Erstellung und Verwaltung von Gebäudedaten während seines Lebenszyklus.“

(Quelle: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

„Das digitale Modell stellt ein physisches und funktionelles Objekt mit seinen Kenndaten vor. Es dient als eine offene Datenbank mit Informationen über das Objekt für die Ausführung und den Betrieb für die Dauer seiner Verwendung.“

(Quelle: NIBS-National Institute of Building Sciences, USA)

„BIM ist ein organisierter Zugang für die Sammlung und Nutzung von Informationen über die Projekte. Im Mittelpunkt dieser Bemühungen ist ein digitales Modell enthaltend grafische Informationen und Informationsbeschreibungen über das Design, die Konstruktionen und die Gebäudeinstandhaltung.“

(Quelle: Strategy Paper for Government Construction Client Group from the BIM Industry Working Group, UK)

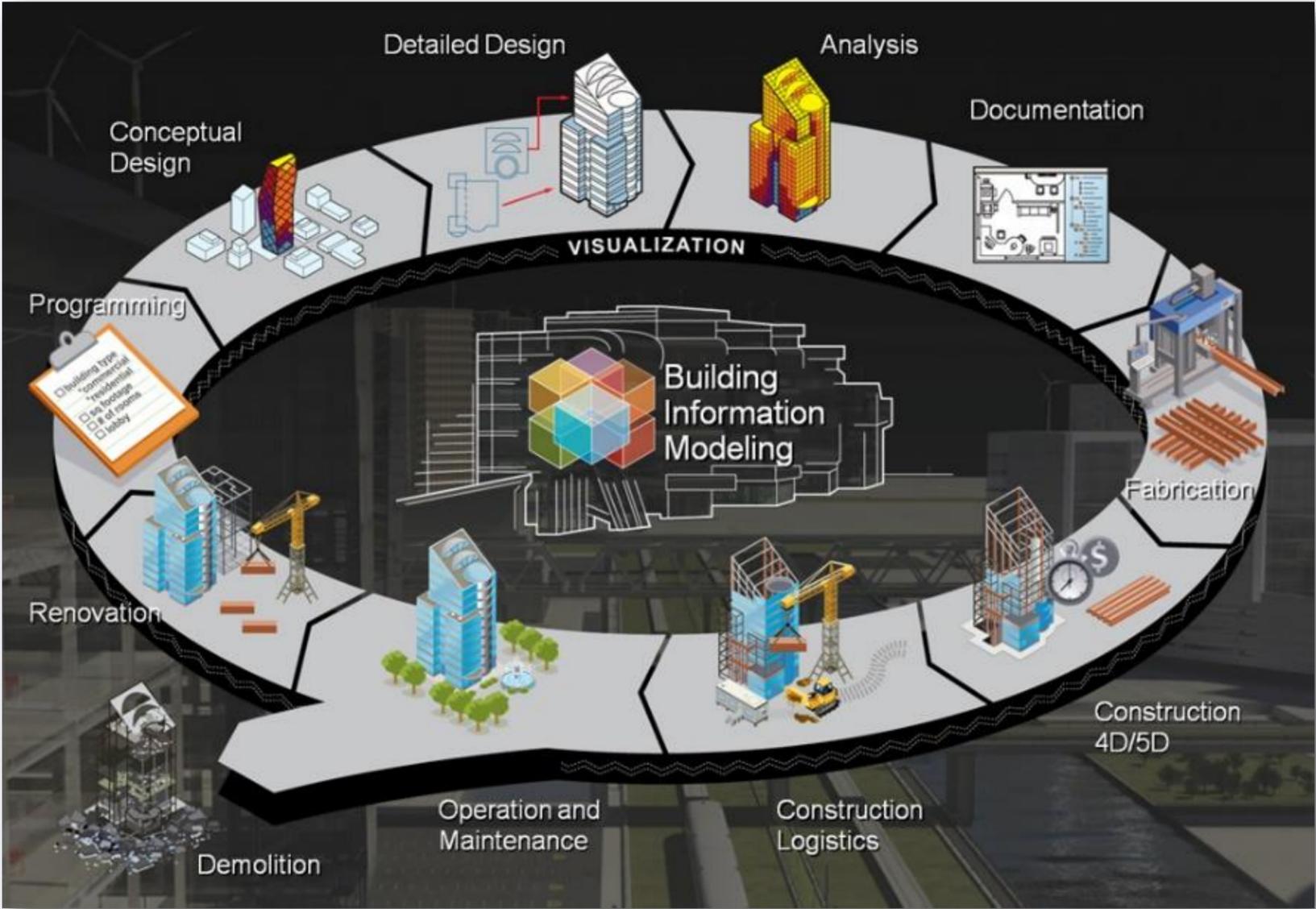
Daraus folgt, dass in der Gebäudedatenmodellierung das Gebäude erst als Bauwerk übersetzt werden könnte, weil es den gesamten Bauprozess (vom Entwurf bis zum Abriss) beinhaltet.

Es ist notwendig darauf hinweisen, dass BIM kein Computerprogramm ist, als man die meisten Leute denken. Es ist auch nicht ein 3D-Modell des Gebäudes, der nur einen Teil des gesamten Systems ist. Es ist ein bestimmter Prozess und eine Zusammenfassung der Informationen, die Programme mit BIM Einsatz benutzen.



# BIM

## Gebäudedatenmodellierung



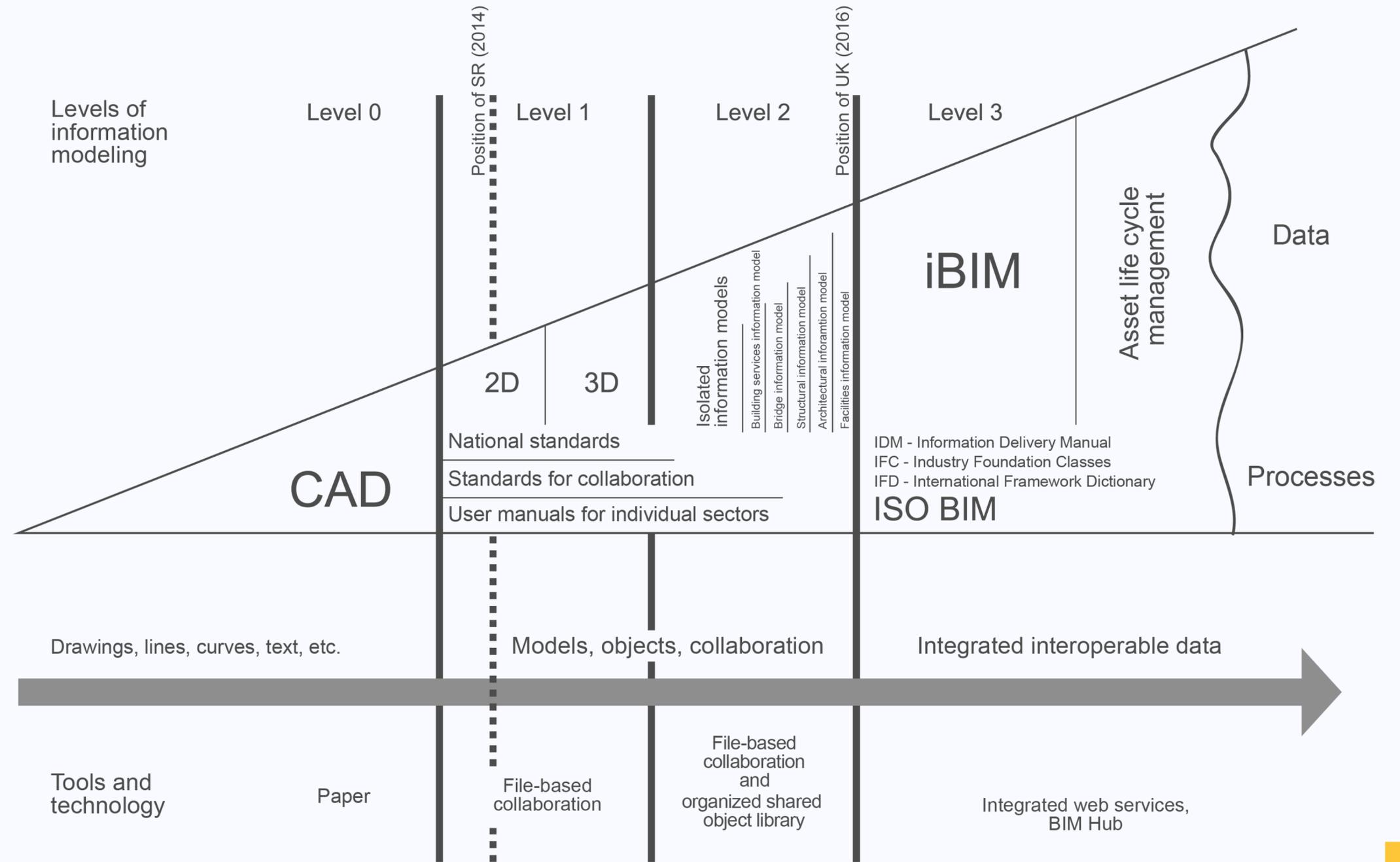
Der Prozess bildende ein System der Gebäudedatenmodellierung. Copyright © Buildipedia.com



# BIM

## Schaubild von der Datenmodellierung

Schaubild zeigt, wie Bauwerksdatenmodellierung unterscheidet sich von dem klassischen Entwurfsprozess. Ein wesentlicher Unterschied ist die Verschiebung von der traditionellen Arbeitsweise zur 3D-Modellierung und zur gezielten Arbeit mit Informationen. Um höhere Effizienz zu erreichen, wird die enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten benötigt. BIM ermöglicht die Koordination auf einem viel höheren Niveau zu erreichen.



Source: Bew and Richards 2008  
 Modification: Ing. Lukáš Bosák, 2014  
 Copyright © 2008 Bew and Richards



# KONTAKT

## LABORATORIEN DES LEHRSTUHL FÜR HOCHBAU



**Bratislava**  
Stavebná fakulta STUBA,  
Radlinského 11, 810 05 Bratislava,  
Slovak Republic

### LABORATÓRIÁ KATEDRY KPS

Stavebná fakulta STU v Bratislave  
Radlinského 11  
810 05 Bratislava  
Slovak Republic

<http://www.svf.stuba.sk/>  
[labkkps@svf.stuba.sk](mailto:labkkps@svf.stuba.sk)





Your ideas **deserve** more.

Design. Test. Produce. It's yours.

KKPS