

# Funktionale Leistungsbeschreibung zur bauphysikalischen Untersuchung eines Fassaden-Mockups

Zum Funktionsnachweis des geplanten Fassadenkonzeptes in Wechselwirkung mit der technischen Ausstattung des sich hinter der Fassade befindlichen Raumes soll ein repräsentativer Testaufbau als funktionaler Fassaden-Mockup inkl. Versuchsraum mit der entsprechenden technischen Gebäudeausrüstung (Heizung, Kühlung, Lüftung, Sonnenschutz und Beleuchtungssystem, etc.) bereitgestellt, vermessen und optimiert werden. Die Messungen sind unter realen Witterungsbedingungen (in situ) durchzuführen.

Gegenstand der Ausschreibung ist die Bereitstellung des Musterraums (entsprechend der im Folgenden beschriebenen Anforderungen), die Planung und Umsetzung der benötigten Mess- und Regelungstechnik, sowie die Versuchsbetreuung, messtechnische Auswertung, Dokumentation und Ergebnisaufbereitung der durchzuführenden Untersuchungen.

Planung, Lieferung und Einbau der Versuchsfassade und der individuellen versuchstechnischen Ausstattung des Raumes (wie z.B. Heiz-/Kühlelemente, Lüftungsauslässe, Kunstlicht, ggf. Mobilier; Bodenbelag) erfolgen seitens des Auftraggebers.

Der Fassaden-Mockup dient gleichzeitig zur optischen Bemusterung, d.h. es sind Treffen des Projektteams mit dem Bauherren vor Ort einzuplanen.

## 1 Fassadenbeschreibung

Im Zuge eines funktionalen Fassaden-Mockups soll eine mit folgen-  
dem Aufbau untersucht werden. *[bitte Fassadenbezeichnung ergänzen]*

### 1.1 Fassadentyp

Bei der zu untersuchenden Fassadenlösung handelt es sich um eine:

*[bitte Fassadenbezeichnung ergänzen z. B. Glasdoppelfassade, Elementfassade, Pfosten-Riegel-Fassade,...]*

### 1.2 Geometrie

Gesamtabmessungen des einzubauenden Fassadensystems:

B:      cm, H:      cm, T:      cm

Die Detailplanung ist dem Plan „      “ im Maßstab 1:      zu entnehmen.

### 1.3 Fassadenaufbau

Die Fassade ist wie folgt aufgebaut:

Aufbau von außen nach innen	Produktname	Dicke [mm]	U-/g-Wert [W/m <sup>2</sup> K]/[-]	$\tau_{\text{vis}}$ [-]
Ebene 1				
Abstand 1-2 [mm]				
Ebene 2				
Abstand 2-3 [mm]				
Ebene 3				

Ein Datenblatt der/des zu untersuchenden Verglasungsmuster(s) inkl. der zu erwartenden Gewichte liegt der Ausschreibung bei.

## 1.4 Sonnenschutz

*[bitte Angaben zum Sonnenschutz ergänzen]*

## 1.5 Energieerzeugung an der Fassade

*[bitte Angaben ergänzen: Art, Nennleistung,...]*

# 2 Raumbeschreibung

Der Versuchsraum soll folgende Eigenschaften aufweisen.

## 2.1 Geometrie

Die Mindestabmessungen des Raum-Mockups betragen:

B:        cm, lichte H:        cm, T:        cm

## 2.2 Bauteilaufbauten und -oberflächen

### Decke

Abgehängte Decke	Oberfläche	Heizfunktion	Kühlfunktion

### Boden

Doppelboden/ Hohlraumboden	Bodenbelag	Heizfunktion	Kühlfunktion

### Innenwände

beplankt:    ja        nein

Leichtbau/massive Wand

Wandfarbe

Schallabsorber

*[bitte geben Sie Ihre gewünschten Spezifikationen an]*

## 2.3 Technische Ausstattung des Raum-Mockups

Beschreibung der technischen Ausstattung (HLK) inkl. Übergabesysteme und Leistungsabgabe (Luftfördermengen bzw. Übergabetemperaturen)

### Heizung:

Die Raumheizung wird über die Übergabesysteme bereitgestellt.

*Radiatoren/Unterflurkollektoren/Fußbodenheizung/Heizdecken*

Leistungsdaten:

*[bitte Leistung, Massenstrom, Vor-/Rücklauftemperaturen angeben]*

### Lüftung:

Die Lüftung erfolgt über

Leistungsdaten:

*[bitte Volumenstrom, Zulufttemperaturen und ggf. notwendige Luftbe bzw.-entfeuchtung angeben]*

### Kühlung:

Die Raumkühlung erfolgt über

Leistungsdaten:

*[bitte Leistung, Massenstrom, Vor-/Rücklauftemperaturen angeben]*

### Kunstlicht:

Die künstliche Beleuchtung im Raum erfolgt über

Leistungsdaten:

*[bitte Anzahl, elektr. Anschlussleistung, Regelung angeben]*

### Akustik:

Die akustische Konditionierung des Raumes erfolgt über

Leistungsdaten:

*[bitte Fläche, Schallabsorptionsgrad angeben]*

Anlagenschema als Anhang

*[bitte Anlagenschema ergänzen]*

## 2.4 Regelungsbeschreibung des Raum-Mockups

Eine Reglungsbeschreibung liegt diesem LV bei. Die Regelungsfunktionalität wird dabei vom Auftraggeber gestellt/ist vom Auftragnehmer zu stellen [bitte auswählen; ggf. Unterscheidung zwischen einzelnen TGA-Komponenten, z.B. der AN ist für die Regelung der Heiz-/Kühlflächen zuständig die Beleuchtungsregelung/Sonnenschutzbehangsteuerung erfolgt durch ein vom AG gestelltes System].

## 3 Nutzungsszenarien

Im Versuchsraum sollen unterschiedliche Nutzungsszenarien nachgebildet werden können. Hierzu sind die jeweiligen Wärmeeinträge durch Personen und deren Geräte sowie die Feuchteproduktion (optional) und der CO<sub>2</sub>-Eintrag (optional) abhängig vom gewählten Nutzungsszenario nachzubilden. Für die Untersuchungen sind folgende Nutzungsszenarien vorzusehen:

*[bitte gewünschte Szenarien auswählen und angeben, ob zusätzlich auch eine Feuchteproduktion bzw. ein CO<sub>2</sub>-Eintrag gewünscht werden]:*

- Einzelbüro
- Doppelbüro
- Großraumbüro
- Besprechungsraum
- Seminarraum
- Vortragsraum
- Klassenzimmer
- Wohnnutzung
- etc.

## 4 Untersuchungsumfang

Im Rahmen der angebotenen Leistungen sollen die folgenden Untersuchungen an dem funktionalen Fassaden Mockup durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich um Messungen für den

### 4.1 Gesamtenergetische Bewertung

- Ermittlung der Energieverbräuche für die Beheizung, Kühlung, Lüftung während ausgewählter typischer Witterungssituationen
- Ermittlung der elektrischen Energieverbräuche für die künstliche Beleuchtung
- Bestimmung der Energieerträge an der Fassade (PV, Solarthermie)

### 4.2 Thermischer Komfort

- Anforderungen
  - Überprüfen der auftretenden Raumlufttemperaturen hinsichtlich des thermischen Komforts
  - Überprüfen des sommerlichen Überwärmungsverhaltens mit/ohne mechanische Kühlung
  - Bestimmen der Strahlungsasymmetrie im Raum
  - Überprüfung der Anordnung der Lüftungsöffnungen hinsichtlich möglicher Zugluferscheinungen beim Nutzer
  - Überprüfung der Anordnung und der Leistungsabgabe der Raumheizungs- und Kühlsysteme hinsichtlich des Komforts
- Leistung
  - Zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit sind die Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit, Luftfeuchte, Strahlungstemperatur, Halbraumstrahlungstemperatur mit einem Messbaum in drei Höhen entsprechend DIN EN 7726 zu erfassen. Mit diesen Messwerten können die thermischen Randbedingungen nach DIN EN ISO 7730 bewertet werden. Die Bewertungen beinhalten das vorhergesagte mittlere Votum (Predicted Mean Vote), Strahlungsasymmetrie und Zugluftrisiko im Raum.
  - Optional: Detaillierte Bewertung der thermischen Behaglichkeit bei deutlich (in)homogenen thermischen Randbedingungen. Zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit in inhomogener Umgebung sind mit einem geeigneten Messverfahren z.B. DressMAN (Dummy REpresenting Suit for Simulation of huMAN heatloss) die lokalen Äquivalenttemperaturen unter Berücksichtigung verschiedener Bekleidungs-dämmwerte zu ermitteln. Die Äquivalenttemperatur ist eine Klimasummengröße, die den Einfluss von Lufttemperatur, Strahlungstemperatur und Luftbewegung auf den menschlichen Hautoberflächen zusammenfasst. Um auch das lokale Behaglichkeitsempfinden nach DIN EN ISO 14505-2 abbilden zu können, sind die Äquivalenttemperaturen an den unterschiedlichen Körpersegmenten zu ermitteln. Dafür können die 26 DressMAN Sensoren eingesetzt werden, um neben der Äquivalenttemperatur, die Lufttemperatur, die Luftgeschwindigkeit sowie die solare und langwellige Strahlung an den lokalen Positionen zu messen.

### 4.3 Tageslichtversorgung und Kunstlicht

- Bewertung der Tageslichtversorgung im Raum

Zur Beurteilung der Tageslichtversorgung sind in unterschiedlichen Raumtiefen die Quotienten von horizontal gemessener Beleuchtungsstärke im Raum und außen am Gebäude zu ermitteln (Tageslichtquotient). Die Messungen sind bei bewölktem Himmel mit ausschließlich diffuser Strahlung durchzuführen. Mit den Untersuchungen sollen Optimierungen im Zusammenhang des Tageslichtkonzeptes mit dem Kunstlichtkonzept erarbeitet werden. Die Messungen können als Grundlage für die Bewertung nach DIN EN 17037, DIN V 18599-4 und DIN 15193 genutzt werden.

- Untersuchung der Blendung durch Tageslicht  
Zur Beurteilung der Blendung an definierten Arbeitsplatzsituationen kann die mit einer Leuchtdichtekamera erfassten räumlichen Leuchtdichteverteilung zur Ermittlung des DGP (Daylight Glare Probability) genutzt werden. Eine Bewertung des visuellen Komforts von Sonnenschutz-/Blendungssystem kann gemäß DIN EN 14501:2021-09 durchgeführt werden.
- Überprüfen der Kunstlichtversorgung inkl. vorgegebener Regelung: Die Anforderungskriterien nach DIN EN 12464 wie Beleuchtungsstärkeniveaus und Leuchtdichteverteilungen im Raum können überprüft werden. In Langzeitmessungen können Kunstlichtstromverbräuche in Abhängigkeit z. B. von tageslichtabhängigen Regelungen erfasst und analysiert werden.

### 4.4 Akustik

- Bestimmung der Schalleistung von dezentralen Fassadenlüftern, bzw. weiteren im Raum angeordneten aktiven Komponenten

Zur Bestimmung der Schalleistung sind Messungen der durch die Fassadenlüfter entstehenden mittleren Schalldruckpegel im Raum und Ermittlung der in den Raum abgestrahlten Schalleistung unter Berücksichtigung der Nachhallzeiten des Messraums in Anlehnung an DIN EN ISO 3741, nach DIN EN ISO 3743-2 oder nach dem Vergleichsverfahren der DIN EN ISO 3743-1 durchzuführen. Alternativ sind Messungen der Schalleistung nach DIN EN ISO 3747 oder DIN EN ISO 3746 mittels Hüllflächenverfahren durchzuführen. Mit diesen Verfahren können auch andere aktive Schallquellen in der Fassade wie (Wärme-)Pumpen, Wärmetauscher mit Lüftern etc. im eingebauten Zustand untersucht werden.

- Bestimmung der Schalldämmung der Fassade  
Im eingebauten Zustand ist die Schalldämmung der Fassade nach DIN EN ISO 16283-3 zu bestimmen. Hierbei sind Messungen nahe der Fassade auf der Außenseite sowie im Inneren des Gebäudes vorzunehmen und daraus die Schalldämmung zu bestimmen.
- Abschätzung der Absorptionsgrade der Fassade  
Durch Messungen der Nachhallzeiten des Raumes mit Fassade und mit durch Gipskartonplatten abgestellter Fassade ist der Schallabsorptionsgrad der Fassade in situ in Anlehnung an DIN EN ISO 354 abzuschätzen. Durch Abgleich der Nachhallzeiten einer Raumakustik-Simulation lässt sich die Abschätzung verifizieren und ggf. in seiner Genauigkeit verbessern.
- Bestimmung der Flankendämm-Maße horizontal und vertikal  
Durch Einsatz von Gipskarton-Vorsatzschalen an den entsprechenden Bauteilen sind die Flankendämm-Maße der Fassade sowohl horizontal als auch vertikal in Anlehnung an ISO 16283-1 oder nach DIN EN ISO 15186-2 mittels Schallintensitätsmethode zu bestimmen.

## 4.5 Technische Gebäudeausrüstung

- Überprüfung der Anordnung der Lüftungsöffnungen hinsichtlich luftströmungsinduzierter Bewegungen an einem innenliegenden Sonnenschutz.
- Überprüfung der Leistung des Wärmeübertragers für Heizen und Kühlen (inkl. vorgegebener Regelung).
- Ermittlung der Lüftungseffektivität im Raum
- Überprüfung des Regelungskonzeptes (Zusammenspiel Klimatisierung/Lüftung/Sonnenschutz)

## 4.6 Feuchteschutz

- Überprüfen der Tauwasserfreiheit an und in der Fassade

## 4.7 Weitere spezifische Fragestellungen

*[bitte Angaben zu evtl. weiteren gewünschten Untersuchungen ergänzen]*

## 5 **Untersuchungsdauer**

*[bitte Angaben zur gewünschten Untersuchungsdauer ergänzen]*

## 6 **Ergebnisdarstellung und Datenüberlassung**

*[bitte Angaben zur gewünschten Ergebnisdarstellung ergänzen, z.B. in Form eines Kurzberichts/Powerpoint]*

*[bitte ergänzen, ob Messdaten an Projektpartner z.B. zur Simulations-Modellvalidierung weiterzugeben sind]*