

# PFLANZENPHYSIOLOGISCHES INSTITUT / FU BERLIN

**Konzeptstudie - Integrale Konzeptentwicklung für die Wiederherstellung der Zukunftsfähigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Energieeffizienz und des Denkmalschutzes**

## **Abschlussbericht**

Berlin, den 07.04.16



Abb. 1 Ansicht Nord  
Foto: TU Dresden Institut für Baukonstruktion, Fotograf: Werner Huthmacher

**Freie Universität Berlin (Hrsg.)** Uwe MEISING, u.a.

**Brenne Architekten** Winfried BRENNE, u.a.

**Technische Universität Dresden** Bernhard WELLER, u.a.

**Transsolar** Peter VOIT, u.a.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**Projektteam**

**FÖRDERER**

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)  
Architektur und Bauwesen  
Dipl.-Ing. Architekt Sabine Djahanschah  
An der Bornau 2  
49090 Osnabrück

**ANTRAGSTELLER**

Freie Universität Berlin  
Zentrale Universitätsverwaltung  
Abteilung III: Technische Abteilung  
Herr Meising Abteilungsleiter

Referat III B: Bauplanung  
Dipl.-Ing. Architekt Markus Porn Referatsleiter  
Rüdesheimer Straße 54 - 56  
14197 Berlin  
T Herr Meising 030 838 55246  
T Herr Porn 030 838 53064  
ta@fu-berlin.de

**PROJEKTLEITUNG**

Dipl.-Ing. Architekt Thomas Joeken  
Rüdesheimer Straße 54 - 56  
14197 Berlin  
T 030 838 53609  
thomas.joeken@fu-berlin.de

**ARCHITEKT**

Brenne Architekten  
Rheinstraße 45  
12161 Berlin

T 030 859 079 0  
F 030 859 079 55  
mail@brenne-architekten.de

Dipl.-Ing. Architekt Winfried Brenne  
Dipl.-Ing. Architekt Manfred Hoffmann  
M.Sc. Architektur Laura Enghusen

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**Projektteam**

**FORSCHUNGSEINRICHTUNG**

Technische Universität Dresden  
Fakultät Bauingenieurwesen  
Institut für Baukonstruktion  
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller  
01062 Dresden

T 0351 463 34845  
F 0351 463 35039  
[bauko@mailbox.tu-dresden.de](mailto:bauko@mailbox.tu-dresden.de)

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller  
Dipl.-Ing. Sebastian Horn

**ENERGIETECHNIK**

Transsolar Energietechnik GmbH  
KlimaEngineering  
Curiestraße 2  
70563 Stuttgart

T 0711 67976 0  
F 0711 67976 11  
[transsolar@transsolar.com](mailto:transsolar@transsolar.com)

Prof. Matthias Schuler  
Dipl.-Ing. Peter Voit

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



|    |              |         |           |             |                    |
|----|--------------|---------|-----------|-------------|--------------------|
| Az | <b>30554</b> | Referat | <b>25</b> | Fördersumme | <b>121.670,00€</b> |
|----|--------------|---------|-----------|-------------|--------------------|

**Antragstitel**                      **Integrale Konzeptentwicklung für ein denkmalgeschütztes Laborgebäude der Nachkriegsmoderne unter Berücksichtigung des Klimawandels**

**Stichworte**

| Laufzeit         | Projektbeginn     | Projektende      | Projektphase(n) |
|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| <b>22 Monate</b> | <b>14.12.2012</b> | <b>14.4.2015</b> | <b>1</b>        |

Zwischenberichte                      29.3.2015, 15.7.2014,  
19.12.2013, 14.6.2013

|                              |   |                |                          |
|------------------------------|---|----------------|--------------------------|
| <b>Bewilligungsempfänger</b> | Freie Universität Berlin<br>Das Präsidium<br>- Technische Abteilung -<br>Herr Uwe Meising<br>Rüdesheimer Straße 54 - 56<br>14197 Berlin | Tel            | 030 838 53609            |
|                              |   | Fax            |                          |
|                              |   | Projektleitung | Thomas Joeken, Architekt |
|                              |   | Bearbeiter     | Thomas Joeken, Architekt |

**Kooperationspartner**

Winfried Brenne Architekten  
Winfried Brenne  
Rheinstraße 45  
12161 Berlin

Technische Universität Dresden  
Fakultät Bauingenieurwesen  
Institut für Baukonstruktion  
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller  
01062 Dresden

Transsolar Energietechnik GmbH  
KlimaEngineering  
Matthias Schuler  
Curiestraße 2  
70563 Stuttgart

***Zielsetzung und Anlass des Vorhabens***

Nach über vierzigjähriger Nutzung besteht bei dem Pflanzenphysiologischen Institut ein hoher Sanierungsdruck. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Verbesserung der energetischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik.

Es soll eine Verbesserung des Raumklimas hinsichtlich Luftqualität, thermischen Komforts, Beleuchtung und Akustik erreicht werden. Die Funktionalität, die Nutzungsqualität und die Flexibilität des Gebäudes soll gesteigert werden. Mit der Schaffung der Zukunftsfähigkeit soll eine langfristige und flexible Nutzung der bestehenden Substanz sichergestellt werden. Die Ziele sollen unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen des Denkmalschutzes erreicht werden.

## ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

Als Vorarbeit für erste planerische Schritte wurde eine baukonstruktive, denkmalpflegerische und bauphysikalische Bestandsaufnahme und Bestandsanalyse einschließlich einer Thermografischen Untersuchung durchgeführt.

Das Bestandsgebäude weist eine unwirtschaftliche Flächeneffizienz auf. Der Anteil der Technikflächen ist hoch. Der Nutzflächenanteil ist entsprechend niedrig. Die gesonderte Betrachtung eines Regellaborgeschosses ergibt hohe Anteile der Verkehrsfläche an der Bruttogrundfläche. Der Anteil an kommunikationsfördernden Aufenthaltsflächen ist gering. Die Arbeitsplatzsituation, insbesondere die Zuordnung Laborarbeitsplatz / Schreibeplatz, entspricht nicht den heutigen Anforderungen. Die geringe Tiefe der Labore ist für eine wirtschaftliche und flexible Laborausstattung unzureichend. Von der geringen Tiefe gehen für eine interne Verbindung der Zellenlabore zusätzliche wertvolle Flächen verloren. Labornutzung und Büronutzung sind durchmischt. Eine Ordnung nach Himmelsrichtungen und Lüftungsnotwendigkeiten ist nicht vorhanden.

Der Energieverbrauch insbesondere der Stromverbrauch, ist hoch. Die Fassade weist Undichtigkeiten, Wärmebrücken und eine unzureichende Wärmedämmung auf.

Es werden drei plakative Lösungsvarianten entwickelt und inhaltlich miteinander verglichen:

Der Sanierungsstrategie „Erhalt und Ertüchtigung“ (A) wurde eine Struktur zugeordnet, die dem Bestand weitestgehend entspricht. Durch die Errichtung einer zentralen Kommunikationszone um die zentrale Treppe wird ein vielfältiges Kommunikationsangebot geschaffen.

Der Sanierungsstrategie „Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch“ (B) wurde eine Variante zugeordnet, die auf dem weitgehenden Erhalt der Bestandsstruktur aufbaut. Das Technik- und Zwischengeschoss bleiben in ihrer Funktion erhalten, werden aber hinsichtlich der Technik komplett erneuert. Dies ermöglicht zusätzlich eine Zonierung in den Laborgeschossen mit erheblichen Einsparungen im Energieverbrauch. Ein Zusammenschluss der Labore und Auflösung eines Erschließungsflures schaffen pro Geschoss zwei größere Laboreinheiten mit 260 m<sup>2</sup> und 150 m<sup>2</sup>. Die Labornebenzone im Kern des Gebäudes bleibt in ihrer Struktur erhalten. Jedem Laborarbeitsplatz wird ein vollwertiger Schreibeplatz außerhalb des Labors zugeordnet. Zudem befinden sich für die Hälfte der Arbeitsplätze Auswertplätze im Labor.

Der Sanierungsstrategie „Weiterbau nach aktuellem Standard“ (C) wurde eine Variante zugeordnet die auf der Neustrukturierung des Zwischengeschoss, des 1. und 2. Obergeschosses und des Dachgeschosses aufbaut. Dazu werden die gebäudetechnischen Anlagen im Dachgeschoss gebündelt. Die Funktionen der Dunkelzonen aus dem 1. und 2. OG können im Zwischengeschoss zusammengeführt werden. Die räumlich entlasteten Laborgeschosse werden zониert: im Norden die Büro- und Serviceräume – im Süden tiefe, flexible Laborräume.

Es können sechs bis zehn große Laboreinheiten im 1. und 2. OG eingerichtet werden. Jedem Laborarbeitsplatz wird ein vollwertiger Schreibeplatz außerhalb des Labors zugeordnet. Zudem gibt es für die Hälfte der Arbeitsplätze ein Auswertplatz im Labor. Die großen Labore mit einer Tiefe von 15,7 m bieten zweimal für je eine Arbeitsgruppe von 46 Laboranten Platz und zweimal für je eine Arbeitsgruppe von 22 Laboranten. Damit erhöht sich die Anzahl der Laborarbeitsplätze von 86 auf 134 im 1. und 2. OG.

Im Erdgeschoss wird der Hörsaal in ein weiteres Labor mit darüber liegender Büroebebene umgewandelt. Es wurde eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen und deren Einsparwirkung in Bezug auf den Primärenergieverbrauch untersucht. Die Ergebnisse fließen in die Lösungsvarianten ein. Nach Schätzungen lassen sich die Energiekosten durch die geplanten Maßnahmen halbieren (Kostensparnis / Jahr rund 250.000€).

Unter Berücksichtigung von architektonischen, denkmalpflegerischen und energetischen Aspekten wurden aus der Variantenuntersuchung ausgewählte Module in enger Abstimmung zu einem Gesamtkonzept (Vorzugsvariante) zusammengeführt. Die Vorzugsvariante setzt sich aus dem Grundrisskonzepten der Variante C für den Hochbau und der Variante A für den Flachbau zusammen. Im Hochbau werden die gebäudetechnischen Anlagen im Dachgeschoss gebündelt. Im Flachbau wird das bauzeitliche Erscheinungsbild des Foyers wiederhergestellt. Der große und kleine Hörsaal bleiben weitestgehend unverändert und werden behutsam überarbeitet und instandgesetzt.

## ***Ergebnisse und Diskussion***

Durch die Entscheidung für die Vorzugsvariante erhöht sich die Flächeneffizienz. Dies ist auf die Verringerung der Technikfläche durch die Umnutzung des Zwischengeschosses und auf die Verringerung der Verkehrsflächen durch die Zusammenfassung der Laborflächen zurückzuführen. Insgesamt wird ein deutlicher Gewinn an Laborflächen und Büroflächen erzielt.

Große, übersichtliche Laborlandschaften erhöhen die Sicherheit, bieten mehr Transparenz und verbessern die Kommunikation. Eine größere Laborraumtiefe bietet eine größere Flexibilität in der Raumaufteilung und Raumnutzung. Die Flächenausnutzung wird gesteigert und eine höher Dichte in der Laborarbeit wird erreicht.

Jedem Laborarbeitsplatz ist ein Schreivarbeitsplatz zugeordnet. Die Einrichtung von zentralen Kommunikationszonen fördert den informellen und formalen Austausch der Mitarbeiter und Studenten.

Der Energieaufwand für den Heizwärme- und Strombedarf und für die Kühlung sinkt erheblich. Es zeigt sich, dass durch die Vorzugsvariante der Heizwärmebedarf um ca. 47 % im Vergleich zum Ausgangszustand reduziert werden kann. Der Strombedarf für Kühlung lässt sich um 23 % reduzieren.

## ***Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation***

Parallel zur Dokumentation des gesamten Projektes in Form von Zwischen- und Endberichten wurden während der gesamten Projektlaufzeit die Ergebnisse öffentlichkeitswirksam dokumentiert und kommuniziert.

## ***Fazit***

Aus dem denkmalgeschützten Gebäude kann wieder ein nachhaltiges Laborgebäude gemacht werden. Dabei ist die Flexibilität des Vorhandenen zu benutzen und als ein wesentlicher Faktor der funktionalen Nachhaltigkeit beizubehalten.

Die Verwirklichung der Vorzugsvariante garantiert einen dauerhaften Werterhalt und eine zukunftsorientierte Nutzung des Gebäudes. Die Erneuerung der Fassade in größtmöglicher Annäherung an die Originalfassade ist die optimale Lösung, um den Anforderungen des Denkmalschutzes, der Energiewende und der Arbeitswelt gerecht zu werden. Das Äußere des Gebäudes bleibt so gestalterisch nahezu unangetastet. Eine komplette Entkernung der Laboretagen und der Technikgeschosse ist wegen der anschließenden sinnvollen Neuordnung (Zonierung) entsprechend den verschiedenen Nutzungen mit gleichen Anforderungen (Labor, Büro) mit nennenswert positiven Folgen für die Reduzierung des Energieverbrauchs zwingend erforderlich.

Die neue innere Ordnung orientiert sich an den zukünftigen Anforderungen aus Arbeitswelt, Energieverbrauch und technischer Gebäudeausrüstung. Strukturierende Grundprinzipien werden beibehalten.

Die geplanten Änderungen sind bauzeitlich im Gebäude angelegt. Sie sind sozusagen von Luckhardt mitgedacht und damit Gegenstand des Baudenkmals. Voraussetzung für den Erfolg der geplanten Maßnahmen ist die Einhaltung einer sehr hohen architektonischen Qualität die sich aus einer weiterentwickelten bauzeitlichen Architektursprache ergibt.

Die Verwirklichung der Vorzugsvariante würde der Aufgabe des Denkmalschutzes nach Schutz, Erhaltung und Pflege des Einzeldenkmals entsprechen.

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## Inhaltsverzeichnis

| NR. | INHALT                                    | SEITE |
|-----|---|-------|
|     | Projektteam                               | 2     |
|     | Inhaltsverzeichnis                        | 4     |
|     | Abbildungsverzeichnis                     | 5     |
|     | Begriffsverzeichnis                       | 7     |
| 1.0 | Zusammenfassung                           | 8     |
| 2.0 | Einleitung                                | 9     |
| 3.0 | Aufbau der Studie                         | 13    |
| 4.0 | Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse | 15    |
| 4.1 | Architektur                               | 15    |
| 4.2 | Hülle                                     | 21    |
| 4.3 | Technik                                   | 25    |
| 5.0 | Bewertungssystem                          | 28    |
| 6.0 | Variantenuntersuchung                     | 31    |
| 6.1 | Architektur                               | 31    |
| 6.2 | Hülle                                     | 37    |
| 6.3 | Technik                                   | 40    |
| 7.0 | Vorzugsvariante                           | 43    |
| 7.1 | Architektur                               | 43    |
| 7.2 | Hülle                                     | 48    |
| 7.3 | Technik                                   | 52    |
| 8.0 | Fazit                                     | 54    |
|     | Literaturverzeichnis                      | 55    |
| A   | Anhänge                                   |       |

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## Abbildungsverzeichnis

| NR. | ABBILDUNG  | SEITE |
|-----|--|-------|
| 1   | Ansicht Nord 2013; Foto: TU Dresden Institut für Baukonstruktion, Fotograf: Werner Huthmacher  | 1     |
| 2   | Ansicht Nord-West 2013; Foto: TU Dresden Institut für Baukonstruktion; Fotograf: Werner Huthmacher   | 9     |
| 3   | Ansicht Nord-West, bauzeitliche Aufnahme; Foto: Akademie der Künste AdK77-3-4_7a   | 9     |
| 4   | Innenraum Foyer, bauzeitliche Aufnahme; Foto: Akademie der Künste AdK77-3-5_1_2a   | 10    |
| 5   | Innenraum Foyer 2014, Vernetzung durch Getränkeautomaten, Einbauten, Plakatierung; Foto: Brenne Architekten  | 10    |
| 6   | Schwarzplan, o.M. Brenne Architekten   | 15    |
| 7   | Ansicht Süd-West; Foto: TU Dresden Institut für Baukonstruktion; Fotograf: Werner Huthmacher   | 15    |
| 8   | Grundriss Bestand Erdgeschoss, Maßstab 1:750; Brenne Architekten   | 16    |
| 9   | Schnitt Bestand Nord-Süd, Maßstab 1:750; Brenne Architekten  | 16    |
| 10  | Grundriss Bestand 1.OG, Maßstab 1:750; Brenne Architekten  | 17    |
| 11  | Thermogramm (links) und Realbild (rechts) der Vorhangfassade des Laborriegels, TU Dresden  | 22    |
| 12  | Temperaturverteilung am Stahlrahmen der Vorhangfassade im Bestand bei stationären Randbedingungen, TU Dresden  | 23    |
| 13  | Schnitt durch den Labortrakt. Graue Markierung: unbeheizte Technikbereiche, Brenne Architekten   | 25    |
| 14  | Übersicht Energiebezug Liegenschaft, Transsolar  | 27    |
| 15  | Nutzwertanalyse Praktikumsräume EG, Brenne Architekten   | 29    |
| 16  | Spinnendiagramm Zusammenfassung Nutzung, Brenne Architekten  | 30    |
| 17  | Schematische Grundrissdarstellung der Sanierungsvarianten, Brenne Architekten  | 32    |
| 18  | Spinnendiagramm Zusammenfassung Nutzung, Brenne Architekten  | 36    |
| 19  | Detailschnitt Stahl-Glas-Vorhangfassade, ohne Maßstab, TU Dresden  | 38    |
| 20  | Bewertungsergebnisse der drei Sanierungsvarianten, TU Dresden  | 39    |
| 21  | Vergleich der Maßnahmen und deren Einsparwirkung, Transsolar   | 40    |
| 22  | Schematische Darstellung des Lüftungskonzeptes, ohne Maßstab, Brenne Architekten   | 41    |
| 23  | Bewertungsergebnisse Technik der drei Sanierungsvarianten, Transsolar  | 42    |
| 24  | Perspektive Zentrale Kommunikationszone im 1. und 2 OG, Blick vom Seminarraum zur Teeküche, Brenne Architekten   | 44    |
| 25  | Perspektive Zentrale Kommunikationszone, Brenne Architekten  | 44    |
| 26  | Grundriss Vorzugsvariante Erdgeschoss, Maßstab 1:750, Brenne Architekten   | 45    |
| 27  | 1. / 2.OG Grundriss Vorzugsvariante, Brenne Architekten  | 46    |
| 28  | Grundriss Vorzugsvariante, 1.OG, 4 Möblierungsvarianten, ohne Maßstab, Brenne Architekten  | 47    |
| 29  | Vertikalschnitt 1-1, Detailpunkt "Fenster/Stahlrahmen/opakes Brüstungspaneel der Vorzugsvariante, TU Dresden   | 49    |
| 30  | Jährlicher Energiebedarf für den Ist-Zustand und die Vorzugsvariante unter verschiedenen Klimarandbedingungen, TU Dresden                                  | 50    |
| 31  | Übertemperaturgradstunden in den kritischen Räumen des Laborflügels für aktuelle und zukünftige Klimarandbedingungen mit und ohne Nachtlüftung, TU Dresden | 50    |



| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## Abbildungsverzeichnis

| NR. | ABBILDUNG  | SEITE |
|-----|--|-------|
| 32  | Anordnung der Zu- und Abluftanlagen im Dachgeschoß, Variante C, <i>Brenne Architekten</i>                    | 52    |
| 33  | Jährliche Energiekosteneinsparung durch kombinierte Maßnahmen Gebäudehülle und Technik, <i>Transsolar</i>    | 53    |
| 34  | Jährlicher Energieverbrauch von Strom und Heizung im Varianten-Vergleich, <i>Transsolar</i>                  | 54    |
| 35  | Jährliche Energiekosteneinsparung durch Erneuerung der Haustechnik im Varianten-Vergleich, <i>Transsolar</i> | 54    |
| 36  | Spinnendiagramm Vorzugsvariante, <i>Brenne Architekten</i>   | 56    |

## Tabellenverzeichnis

| NR. | ABBILDUNG   | SEITE |
|-----|---|-------|
| 1   | Übersicht über die an der Fassade vorkommenden Bauteile samt Bauteilnummern, <i>TU Dresden</i>  | 21    |
| 2   | Übertemperaturgradstunden für verschiedene Räume im Ist-Zustand, <i>TU Dresden</i>              | 24    |
| 3   | Vergleich der bereinigten Zählerwerte, <i>Transsolar</i>  | 27    |
| 4   | Variantenvergleich Kerndaten gesamtes Gebäude, <i>Brenne Architekten</i>                        | 33    |
| 5   | Variantenvergleich nach BNB-Bewertungsmaßstab, <i>Brenne Architekten</i>                        | 33    |
| 6   | Variantenvergleich mit ifBOR für Laborgeschosse 1. und 2. OG, <i>Brenne Architekten</i>         | 34    |
| 7   | Variantenvergleich mit Referenzgebäuden, Laborgeschosse 1. und 2. OG, <i>Brenne Architekten</i> | 35    |
| 8   | Vergleich von Flächenkennwerten Bestand und Vorzugsvariante, <i>Brenne Architekten</i>          | 43    |
| 9   | Zusammenfassung der wichtigsten Kriterien im Variantenvergleich, <i>Brenne Architekten</i>      | 55    |

---

| <b>PROJEKT</b>                   | <b>BETREFF</b> | <b>STAND</b> |
|----------------------------------|----------------|--------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie  | 07.04.2016   |

### **Begriffsverzeichnis**

**ABKZ.    BEGRIFF / DEFINITION**

|     |   |
|-----|---|
| BGF | Bruttogeschossfläche  |
| KGF | Konstruktions-Grundfläche   |
| NGF | Netto-Grundfläche   |
| NF  | Nutzfläche  |
| TF  | Technische Funktionsfläche  |
| VF  | Vekehrsfläche   |
| BNB | Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums |
| OG  | Obergeschoss  |
| UG  | Untergeschoss   |
| DG  | Dachgeschoss  |
| ZG  | Zwischengeschoss  |

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 1.0 Zusammenfassung

Im Rahmen des von der DBU geförderten Forschungsprojektes mit dem Aktenzeichen Az: 30554-25 wurde ein integrales Sanierungskonzept für das Pflanzenphysiologische Institut der Freien Universität Berlin erarbeitet. Dabei gab es eine fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen Gebäudemanagement (Freie Universität Berlin), Architekten (Brenne Architekten), Haustechnik (Transsolar Energietechnik GmbH)- und Bauphysikplanern (Technische Universität Dresden).

In einer ersten Arbeitsphase wurde das denkmalgeschützte Gebäude aus der Zeit der Nachkriegsmoderne einer umfangreichen Bestandsanalyse unterzogen. Dazu zählten die Erstellung eines Raumbuches und eines Bauteilkataloges, die Untersuchung der Qualität der Gebäudehülle mittels Vor-Ort-Begehung und Thermografie sowie die Analyse der Anlagentechnik mittels Vor-Ort-Begehung und stichprobenartiger Messdatenaufzeichnung in repräsentativen Räumen. Das Pflanzenphysiologische Institut wurde in den 1960er und 1970er Jahren auch aus dem Verständnis heraus gebaut, durch gute Architektur dazu beizutragen, das Qualitätsbewusstsein und die Identifikation zu fördern und damit auch ein Potenzial zur Motivation der Mitarbeiter zu besitzen. Im Laufe der Zeit verringern sich die Eigenschaften durch die Alterung des Gebäudes, durch die Veränderungen der Arbeitswelt und durch neue Erwartungshaltungen. Das Gebäude entspricht in puncto Arbeitswelt, Brandschutz, Energieverbrauch und technischer Gebäudeausrüstung nicht mehr den heutigen Anforderungen.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde eine Variantenuntersuchung durchgeführt. Für jeden der drei großen Themenbereiche Architektur, Hülle und Technik wurden unter Berücksichtigung der Denkmalverträglichkeit drei Sanierungsvarianten erarbeitet und detailliert untersucht:

- A** Erhalt und Ertüchtigung
- B** Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch
- C** Weiterbau nach aktuellem Standard

Für die Auswahl der Vorzugsvariante wurde eine Bewertungsmatrix entwickelt, welche aus jeder der drei Varianten die jeweils beste Maßnahme in Hinblick auf die Bewertungskategorien Funktionalität, Bauabschnittsbildung, Denkmalpflege, Energieeinsparung, Nachhaltigkeit, Kosten und Klima findet. Ein dafür erstellter Bewertungsleitfaden regelt die Arbeit mit der Bewertungsmatrix und macht das Vorgehen auch auf andere Sanierungsmaßnahmen anwendbar.

Im Ergebnis entstand eine Vorzugsvariante für das Gebäude, in der vorgeschlagen wird, moderne Laborstandards mit einem hohen Grad an Flexibilität umzusetzen. Die Forschungs- und Lehrbedingungen entsprechen aktuellen Standards und auf Veränderungen in der Forschungspraxis kann leichter reagiert werden. Durch die Reorganisation der Grundrisse wird die Flächeneffizienz gesteigert. Bei gegebener Bruttogeschossfläche vergrößert sich der Nutzflächenanteil um circa 22 %, dies drückt sich in einer höheren Zahl an Arbeitsplätze aus. Durch die Verbesserung der Gebäudehülle kann der Heizwärmebedarf um circa die Hälfte und der Strombedarf für Kühlung um circa ein Viertel gesenkt werden. In Kombination mit der Erneuerung der Haustechnik können jährliche Einsparungen bis zu circa 55 % der Energiekosten (ca. 250.000 EUR/a) erzielt werden. Der angemessene Einsatz von Technik durch die Aufteilung der Flächen in low-tec und high-tec führt zu einem sehr nachhaltigen Ansatz.

Im Rahmen der Studie wurden die Projektergebnisse in mehreren Vorträgen und Veröffentlichungen vorgestellt und diskutiert.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**2.0 Einleitung**

**MOTIVATION**

Klimawandel und Klimaschutz stellen aktuell eine große Herausforderung für das Bauwesen dar. Auf der einen Seite werden im Gebäudesektor große Energiemengen verbraucht und Treibhausgase freigesetzt, die im Neubau sowie im Gebäudebestand zu reduzieren sind. Auf der anderen Seite müssen sich Gebäude- und Siedlungsstrukturen durch ihre lange Nutzungsdauer an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen. Beide Strategien sollten nicht im Konflikt stehen. Vielmehr sind sie in der Baupraxis in Einklang zu bringen. Eine besondere Problemstellung bilden hierbei die Bauten der Nachkriegsmoderne. Sie besitzen hohe Energiekennwerte und reagieren besonders sensibel gegenüber Sanierungsingriffen.

Ein spätes Zeugnis der Nachkriegsmoderne ist das Pflanzenphysiologische Institut der Freien Universität Berlin. Das Gebäude wurde von 1962 bis 1970 unter der Leitung des Architekten Wassili Luckhardt (1889 - 1972) erbaut. Zusammen mit seinem Bruder Hans zählte er zur Berliner Avantgarde der Moderne. Als einer der wenigen expressionistischen Visionäre der 1920er Jahre setzte er auch nach dem Zweiten Weltkrieg seine Arbeit mit modernen, eleganten Bauten in Deutschland fort.



Abb. 2 Ansicht Nord-West  
 Foto: TU Dresden Institut für Baukonstruktion; Fotograf: Werner Huthmacher



Abb. 3 Ansicht Nord-West, bauzeitliche Aufnahme  
 Foto: Akademie der Künste AdK77-3-4\_7a

Nach über vierzigjähriger Nutzung besteht bei diesem Gebäude ein erhöhter Sanierungsbedarf beziehungsweise Sanierungsdruck. Im Mittelpunkt steht die Verbesserung der energetischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik. Das Gebäude steht exemplarisch für eine hohe Zahl von Nichtwohngebäuden aus der Nachkriegszeit. Als Laborgebäude ist das Pflanzenphysiologische Institut wegen der besonderen Art der Nutzung und wegen der komplexen Raumlufttechnik ein ausgesprochener Hochverbraucher. In den Laboren sind hohe Außenluftvolumenströme notwendig, die thermisch konditioniert und mit Hilfe von Ventilatoren gefördert werden. Die Labore weisen überdurchschnittlich hohe interne Wärmequellen auf, die den Heizbedarf, aber auch den Kühlbedarf des Gebäudes beeinflussen. Insbesondere unter dem Aspekt des Klimawandels muss bei einer nachhaltigen Strategie eine gleichzeitige Optimierung des Heizenergiebedarfs im Winter und des Kühlenergiebedarfs im Sommer erfolgen. In der Anpassung des Pflanzenphysiologischen Instituts an den Klimawandel und der gleichzeitigen Optimierung des Energieverbrauchs liegt somit eine innovative und nachhaltige Forschungsaufgabenstellung. Wie bei vielen öffentlichen Gebäuden stellt auch hier die bestehende Haushaltssituation bei der praktischen Umsetzung der energetischen Sanierung eine besondere Erschwernis dar.

Die Umsetzung lässt sich oftmals nur in Abschnitten realisieren. Hierbei ist ein geschlossenes Gesamtkonzept, das in Teilschritten ausgeführt werden kann, eine zwingende Voraussetzung.

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 2.0 Einleitung

### PROBLEMSTELLUNG

Die Aufstellung der Energieverbrauchsdaten zeigt sehr deutlich die Dimension und die Problemstellung der Ausgangssituation. Der Primärenergieverbrauch für Heizung und Klimatisierung des Pflanzenphysiologische Instituts beträgt ca. 1.096.000 kWh Fernwärme aus dem Konstantleiter und 544.000 kWh Fernwärme aus dem Gleitleiter bei einem Stromverbrauch von ca. 4.950.000 kWh. Insgesamt beträgt der Primärenergieverbrauch rund 6.590.000 kWh. Das entspricht rund 1.000 kWh/m<sup>2</sup> bezogen auf die Brutto-Grundrissfläche (BGF ohne Keller-geschoß und ohne Technikgeschosse) oder rund 1.700 kWh/m<sup>2</sup> auf die Nutzfläche (NF). Zum jetzigen Zeitpunkt ist eine genaue Differenzierung in einzelne Verbrauchsstellen nicht möglich. Dies sollte in der ersten Grundlagenuntersuchung geschehen, um verursachungsgerechte Einsparmaßnahmen zu entwickeln. Auffällig ist bei dem Gebäude der hohe Stromverbrauch. Grundsätzlich wird für die Beheizung des Gebäudes sowohl Fernwärme als auch Strom benötigt. Der Stromverbrauch entsteht bei dem Betrieb der Heiz- und Lüftungsanlagen sowie bei dem Betrieb der Klimakammern. Den größten Stromverbrauch weist mit ca. 40% die Kühlung einschließlich der Befeuchtung der Klimakammern auf. Der zweitgrößte Stromverbrauch entsteht mit ca. 30% bei den Lüftungsanlagen. Für die Beleuchtung, Steckdosen und Kleinverbraucher werden 12 % des gesamten Stromes verbraucht. Durch die Sanierung der Gebäudehülle und der gleichzeitigen Verbesserung der Raumlufttechnik sollen sich deutliche Einsparungen bei der Primärenergie erzielen lassen. Bei der energetischen Optimierung dürfen die Veränderungen des Klimawandels nicht aus dem Blick geraten. Denn schon jetzt haben sich im Vergleich zu den aktuellen Planungsnormen die Randbedingungen nachweislich verändert. Man erkennt sehr gut, dass der sommerliche Wärmeschutz und damit der Kühlbedarf in der Zukunft an Bedeutung gewinnen werden. Insbesondere die transparenten Gebäudehüllen der Nachkriegsmoderne verhalten sich äußerst anfällig gegenüber dieser Entwicklung. Im Sommer kann der hohe Verglasungsanteil zu Überhitzung und zur Beeinträchtigung der Behaglichkeit führen. Damit rücken die transparenten Vorhangfassaden nicht nur aufgrund ihres energetischen Verhaltens im Winter in den Mittelpunkt. Der Verglasungsanteil besitzt dabei eine entscheidende Bedeutung für eine innovative Lösung im Zusammenspiel von Fassaden und Gebäudetechnik.



Abb. 4 Innenraum Foyer, bauzeitliche Aufnahme  
 Foto: Akademie der Künste AdK77-3-5\_1\_2a

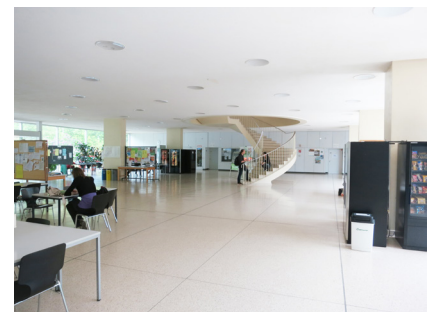


Abb. 5 Inneraum Foyer 2014, Vernutzung durch Getränkeautomaten, Stellwände, Einbauten, Plakatierung; Foto: Brenne Architekten

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 2.0 Einleitung

### STAND DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Die Aufgabenstellung lautet:

„Integrale Konzeptentwicklung für die Wiederherstellung der Zukunftsfähigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Energieeffizienz und des Denkmalschutzes“

Die energetischen Fragestellungen konzentrierten sich in der Vergangenheit oft auf denkmalgeschützte Wohngebäude. Zudem blieben die Aspekte des Klimawandels vollständig unberücksichtigt. Aufgrund der verschiedenen Nutzungs- und Planungsrandbedingungen können die energetischen Sanierungskonzepte für Wohngebäude nicht direkt übertragen werden. Im Gegenteil verlangen die besonderen Anforderungen der Nichtwohngebäude nach innovativen Planungs- und Ausführungskonzepten. Bezüglich der energetischen Sanierung von denkmalgeschützten Nichtwohngebäuden besteht immer noch ein großer Forschungsbedarf.

Ziel des Projektes ist eine Konzeptstudie für die beispielhafte Sanierung zur Wiederherstellung der Zukunftsfähigkeit des Pflanzenphysiologischen Instituts der Freien Universität Berlin unter Berücksichtigung von Energieeffizienz, Klimawandel und Denkmalschutz. Als Besonderheit soll in einem interdisziplinären Planungsprozess ein geschlossenes Lösungskonzept entwickelt werden, das sich in mehreren, aufeinander abgestimmten Teilschritten umsetzen lässt. Das Projekt soll Modellcharakter für die Sanierung von hochtechnologisch ausgestatteten Gebäuden mit und ohne Denkmalschutz haben. Durch innovative Technologien sind neue Umweltentlastungspotentiale zu erschließen. Das Erreichen dieser Ziele soll durch folgende Arbeitsschritte gesichert werden:

- Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse
- Variantenuntersuchung zur Optimierung von Gebäudehülle und Gebäudetechnik mit Hilfe verschiedener Simulationen
- Entwicklung einer Vorzugsvariante zu einem Sanierungskonzept
- Veröffentlichung der Projektergebnisse

Als Parameter sollen Wirtschaftlichkeit, gestalterische Qualität in Verbindung mit den besonderen Anforderungen des Denkmalschutzes, Nutzungsqualität und Kosteneffizienz beim Betrieb gelten. Für eine erfolgreiche ganzheitliche und nachhaltigkeitsorientierte Umsetzung bezogen auf die Umwelt ambitionierten Projektes ist die Integrale Planung eine notwendige Voraussetzung.

Darunter ist eine Synthese aus etablierter Kreativität und Teamarbeit sowie der Einsatz einer geeigneten Methodik zu verstehen (z. B. Zielfindung, Konfliktdanalyse und geeignete Planungswerkzeuge). Der frühzeitige Einsatz und die Kompetenz eines interdisziplinären Planungsteams sichern optimale Ergebnisse. Besondere Bedeutung kommt dem frühen Zeitpunkt zu: rund 5 % der Lebenszykluskosten müssen für die Planung aufgewendet werden, 25 % für die Errichtung und 70 % für die Betriebskosten. Eine Optimierung der Lebenszykluskosten kann nur durch die frühzeitige Integrale Planung erfolgen. Über die genannten Kriterien hinaus verfolgt der Antragsteller weitere Zielvorstellungen: Es soll eine Verbesserung des Innenraumklimas hinsichtlich Luftqualität, thermischen Komforts, Beleuchtung und Akustik erfolgen. Zudem sollen sich die Funktionalität, die Nutzungsqualität und die Flexibilität des Gebäudes steigern.

---

| <b>PROJEKT</b>                   | <b>BETREFF</b> | <b>STAND</b> |
|----------------------------------|----------------|--------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie  | 07.04.2016   |

## 2.0 Einleitung

### **STAND DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK**

Mit der Herbeiführung der Zukunftsfähigkeit soll eine langfristige Nutzung der bestehenden Substanz sichergestellt werden. Die Zielsetzung soll durch folgende Kriterien erreicht werden:

- Nutzung passiver solarer Gewinne in der Heizperiode
- Optimale Tageslichtversorgung des Gebäudes in Verbindung mit Photovoltaikanlagen
- Reduktion der Heiz- und Kühllast durch Optimierung der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik
- Effiziente Anlagen und Verteilungssysteme für reduzierte Lastanforderungen
- Schrittweise Umsetzung in aufeinander abgestimmten Teilmaßnahmen

Der innovative Charakter des Projektes soll durch folgende Aspekte in der Planung unterstützt werden:

- Einsatz innovativer Technik
- Bedarfsgerechte Laborlüftung (Einzelraumcontroller)
- Multifunktionale Wärmerückgewinnung
- Freie Kühlung
- Oberflächennahe Geothermie und Wärme-Kälte-Kopplung
- Tageslichtsysteme

Forschungsgegenstand ist das Hauptgebäude des Pflanzenphysiologischen Instituts der Freien Universität Berlin

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

### 3.0 Aufbau der Studie

#### DREI BAUSTEINE

Antragsgegenstand ist die modellhafte integrale Konzeptentwicklung für das Pflanzenphysiologische Institut der Freien Universität Berlin. Der im Bauwesen üblichen planerischen Vorgehensweise wird eine integrale Konzeptentwicklung vorgeschaltet. Nur durch diese planerischen Mehraufwendungen können die ambitionierten Ziele dieses nachhaltigkeitsorientierten Projektes erreicht werden.

Das Gebäude wird auf drei Themenschwerpunkte (Bausteine) untersucht:



#### DREI WERKZEUGE

Das Erreichen der Ziele soll durch folgende Arbeitsschritte gesichert werden:



#### BESTANDSANALYSE

Als Vorarbeit für erste planerische Schritte wird eine baukonstruktive, denkmalpflegerische und bauphysikalische Bestandsaufnahme durchgeführt. Ziel dieser Maßnahme sind Bestandszeichnungen mit einem geeigneten Maßstabsbezug für konzeptionelle Überlegungen auf der Basis historischer Bestandszeichnungen und Vorortuntersuchungen mit Ermittlung von BGF, KGF, NGF, NF, TF, VF und der funktionsbezogenen Flächen zu vergleichenden Überlegungen und der Arbeit mit Kennwerten. Einzelne Bauelemente (Hülle: Fassaden, Dach, Decken) werden unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes und der Bedeutung des Einflusses auf die konzeptionellen Überlegungen genauer betrachtet (Schadensaufnahme und Schadensanalyse). Durch die gebäudetechnische Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse (Energetische Grobanalyse und Feinanalyse) soll die energetische Ausgangssituation unter Berücksichtigung der Gebäudetechnik bestimmt werden. Die Bilanzierung des Verbrauchs des unsanierten Gebäudes mit einer verursachungsgerechter Aufteilung ist zwingend notwendig. Nur eine vollständige Bilanzierung des unsanierten Zustandes führt zu messbaren Energieeinsparungen.



| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

### 3.0 Aufbau der Studie

#### VARIANTENUNTERSUCHUNG

Hier beginnt die Kernarbeit der integralen Konzeptentwicklung. Kreativität und Kompetenz des multidisziplinären Planungsteams kommen hier zum Tragen. Es werden drei zunächst plakative Lösungsvarianten entwickelt, vorgeplant, vorausgelegt und inhaltlich sowie kostenseitig miteinander verglichen.

- A** Erhalt und Ertüchtigung
- B** Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch
- C** Weiterbau nach aktuellem Standard

Unter Umständen werden an diesem Punkt Anforderungen und Ziele in Frage gestellt, korrigiert oder über einen begrenzten Zeitraum parallel betrachtet. Gegebenenfalls muss in einem interaktiven Prozess eine Annäherung an ursprüngliche Ziele gesucht und gefunden werden. Mit Hilfe eines entwickelten Bewertungssystems können die einzelnen Maßnahmen der unterschiedlichen Varianten bewertet werden. In einem nächsten Schritt werden die als am geeignetsten befundenen Maßnahmen ausgewählt und ähnlich eines „Baukastensystems“ für die Vorzugsvariante zusammengesetzt.

Wegen der besonderen Bedeutung des Denkmalschutzes liegt ein Schwerpunkt der Variantenuntersuchung auf der Fassade.

#### VORZUGSVARIANTE

Unter Berücksichtigung von architektonischen, denkmalpflegerischen und energetischen Aspekten werden aus der Variantenuntersuchung ausgewählte Module in enger Abstimmung mit der FU Berlin, der TU Dresden und dem Büro Transsolar zu einem Gesamtkonzept zusammengeführt, gegebenenfalls in Varianten weiterverfolgt und im Detail ausformuliert. Ausgewählte Fassadenkonzepte sind mit der Betrachtung des gesamten Gebäudes in Deckung zu bringen.

#### BEGLEITENDE AUFGABEN

Parallel zur Dokumentation des gesamten Projektes in Form von Zwischen- und Endberichten wurden während der gesamten Projektlaufzeit die Ergebnisse öffentlichkeitswirksam dokumentiert und kommuniziert. Auf folgenden Veranstaltungen wurde das Projekt präsentiert:

- Denkmal und Energie 2015 „Kreative Ansätze zur Sanierung – Von der Gotik bis zur Moderne“ / Osnabrück
- Glasbau 2015 / Dresden
- Laborrunde 2015 „Die zweite Chance fürs Laborgebäude“ / Berlin, Im Rahmen des Rundganges Campus FU
- Denkmal und Energie 2016 „Potentiale und Chancen von Baudenkmalern im Rahmen der Energiewende“ / Osnabrück

In folgenden Medien wurde und wird das Projekt veröffentlicht:

WELLER, Bernhard; HORN, Sebastian (Hrsg.): *Denkmal und Energie 2015 - Kreative Ansätze zur Sanierung - Von der Gotik bis zur Moderne*; Dresden, 2014

WELLER, Bernhard / TASCHE, Silke (Hrsg.): *Glasbau 2015, Bauten und Projekte, Bemessung und Konstruktion, Forschung und Entwicklung*; Berlin, 2015

WELLER, Bernhard / HORN, Sebastian (Hrsg.): *Denkmal und Energie 2016 - Potentiale und Chancen von Baudenkmalern im Rahmen der Energiewende*; Wiesbaden, 2015

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.1 Architektur**



**BAUDATEN**

Das Pflanzenphysiologische Institut der Freien Universität Berlin wurde 1962 – 1970 in unmittelbarer Nähe zum Nordeingang des Botanischen Gartens geplant und erbaut. Der Architekt Wassili Luckhardt schuf mit diesem Gebäude sein letztes Werk. Luckhardt war ein bedeutender Vertreter der Moderne. Das Gebäude ist als Einzeldenkmal in die Denkmalliste Berlin eingetragen.

**STÄDTEBAULICHE MERKMALE**

Das Gebäude befindet sich im Bezirk Berlin-Zehlendorf in der Königin-Luise-Straße 12-16. Es wurde auf einem dreieckigen Grundstück zwischen Altensteinstraße, Gustav-Meyer-Straße und Königin-Luise-Straße errichtet. Gegenüber den Dahlemer Villen und der gründerzeitlichen traditionellen Architektur der umliegenden Forschungsbauten hebt sich das kubische, der Tradition der Moderne verpflichtete Gebäude deutlich ab. Der Gesamtkomplex ist gegliedert in das Hauptgebäude mit Lehr- und Forschungsteil, die Hausmeisterwohnung und Werkstätten und die Gewächshausanlagen für Versuchs- und Demonstrationszwecke.

**ARCHITEKTONISCHE MERKMALE**

Das Hauptgebäude ist durch die Gliederung der Baumassen in die Zonen Lehre und Forschung getrennt. Der Flachbau beherbergt vor allem Nutzungen der Lehre. Dieser schiebt sich unter dem auf Ständern stehenden Forschungsriegel, in dem sich die Labore befinden, hindurch. So ergeben sich eine sehr wirtschaftliche Konzeption mit kurzen Wegen und ein skulpturales Gesamtbild, das ein hohes Identifikationspotential enthält. Der Flachbau erhöht sich mit dem Hörsaal und bildet den Gegenpart zum Forschungsriegel. Die Außenwandflächen des Flachbaus sind gegliedert durch liegende Fensterbänder. Der geschlossene Bereich ist mit Eternit-Glasalplatten belegt. Der aufgeständerte Forschungsriegel ist als dreibündige Anlage mit vorgehängter Stahl-Glas-Fassade ausgeführt. Der Brüstungsbereich befinden sich Opalelemente. In Ostwestrichtung ist der Hochbau ca. 70 m lang und in Nordsüdrichtung ca. 25 m breit. Die Bruttogeschossfläche beträgt ca. 10.900 m<sup>2</sup>. Im Norden öffnet sich das Gebäude im Erdgeschoss mit einem verglasten Foyer zur Königin-Luise Straße. Die Betrachtungen in der Konzeptstudie beschränken sich auf das Hauptgebäude.

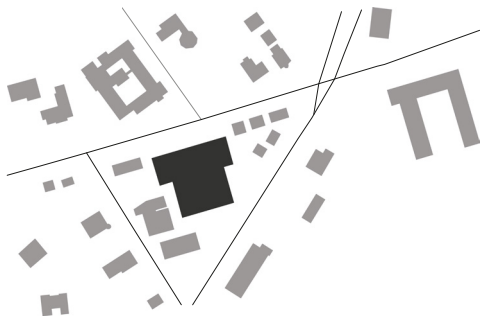


Abb. 6 Schwarzplan, o.M. © Brenne Architekten



Abb. 7 Ansicht Süd-West  
Foto: TU Dresden Institut für Baukonstruktion; Fotograf: Werner Huthmacher

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.1 Architektur**



**ERDGESCHOSS**

Das Foyer beeindruckt durch seine Weitläufigkeit und Transparenz. Eine freiliegende skulpturale Wendeltreppe führt hinauf in den Forschungsbereich. Auf der südlichen Seite befindet sich ein Lichthof mit einer bunten Mosaikwand. Seitlich des Foyers und des Hörsaals befinden sich Praktikumsräume, eine Bibliothek und ein kleiner Hörsaal. Ein nachträglich hinzugefügter Einbau im Foyer beherbergt das Studentencafé. Hinter dem Lichthof befindet sich der Hörsaal, der durch ein Oberlichterband natürlich belichtet werden kann. Bei der Hörsaal-Ausstattung handelt es sich um bauzeitlichen Originalbestand.

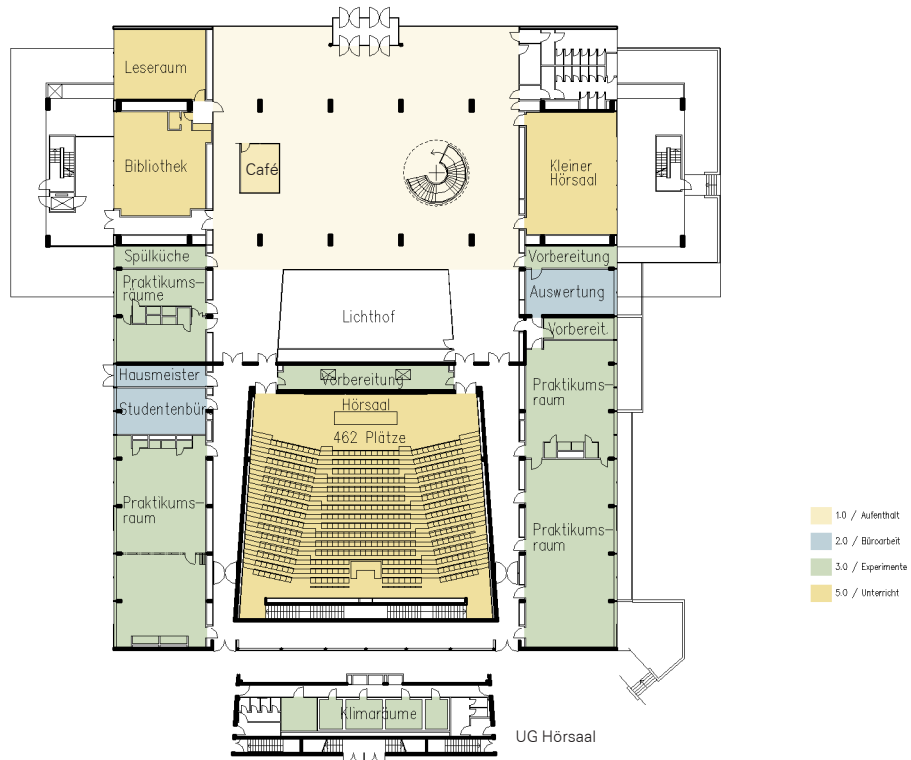
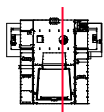


Abb. 8 Grundriss Bestand Erdgeschoss, Maßstab 1:750  
 Brenne Architekten



Technikgeschoss  
 2. OG  
 1. OG  
 Zwischengeschoss  
 Erdgeschoss  
 Untergeschoss

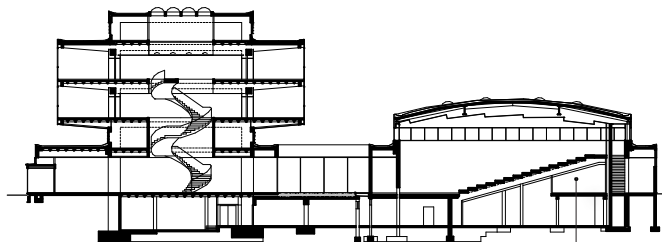


Abb. 9 Schnitt Bestand Nord-Süd, Maßstab 1:750  
 Brenne Architekten

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

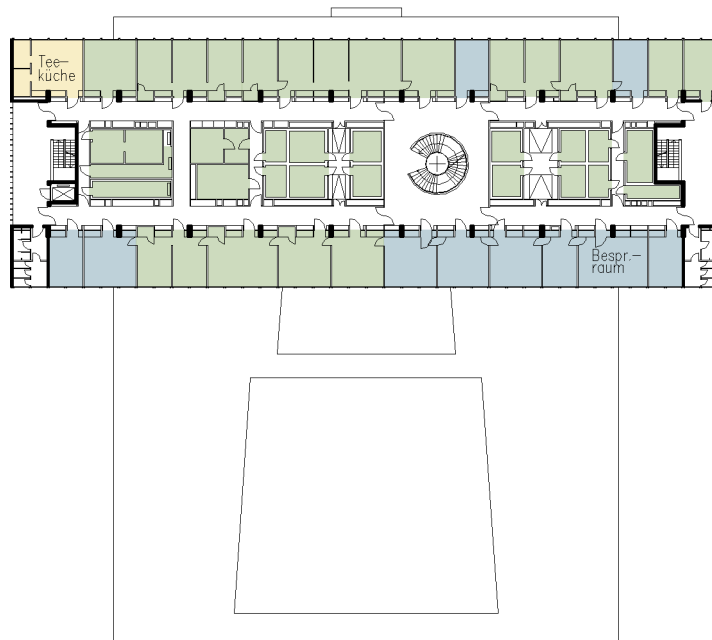
**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.1 Architektur**



**FORSCHUNGSBAU**

Im 1. und 2. Obergeschoss befindet sich die Forschungsnutzung. Diese wird eingefasst von einem zurückversetzten Zwischengeschoss und einem Dachgeschoss, die beide die notwendige Technik für die Labornutzung aufnehmen. Über die zentrale Wendeltreppe im Foyer werden das 1. und das 2. Obergeschoss erschlossen. Der Wendeltreppenraum wird über Oberlichter im Dachgeschoss natürlich belichtet. Der Grundriss ist als dreihüftige Anlage konzipiert. Labore und Büros liegen an den Außenseiten, die in der Mitte liegende Dunkelraumzone wird durch zwei Flure von den Laborräumen und Büros abgetrennt. An der Ost- und Westseite befinden sich zwei weitere Treppenhäuser, die im Erdgeschoss im Freien liegen. Am östlichen Treppenhaus befindet sich ein Fahrstuhl, der eine barrierefreie Erschließung ermöglicht. Über die seitlich angeordneten Treppenhäuser lassen sich das Zwischengeschoss und das Dachgeschoss erschließen.



- 1.0 / Außenhof
- 2.0 / Büroarbeit
- 3.0 / Experimente
- 5.0 / Unterricht



Abb. 10 Grundriss Bestand 1.OG, Maßstab 1:750  
 Brenne Architekten

**HEUTIGER ZUSTAND**

Nach über vierzigjähriger Nutzung besteht bei diesem Gebäude ein erhöhter Sanierungsbedarf beziehungsweise Sanierungsdruck. Im Mittelpunkt steht die Verbesserung der energetischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik. Der Sanierungsstand der Innenräume weist sehr hohe Unterschiede auf. Aus denkmalpflegerischer Perspektive betrachtet ist es positiv zu bewerten, dass viel bauzeitlicher Bestand erhalten geblieben ist. Unter fachlichen und nutzerspezifischen Gesichtspunkten und in Anbetracht des meist schlechten Zustandes wird dies vor allem bei der Ausstattung und den Oberflächen als nachteilig beurteilt. Dauerhaft Bestehen können nur Konzepte, die beiden Forderungen gerecht werden. Die stellenweise durchgeführten Eingriffe führten zu einem inkongruenten Erscheinungsbild. Bei der Gebäudehülle und der Technik wurde ähnlich verfahren. Umso wichtiger ist ein ganzheitlicher Ansatz, der die Architektur, Technik und Gebäudehülle betrachtet.

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse

### 4.1 Architektur



#### FLÄCHENKENNWERTE

Die Flächen des Gebäudes wurden nach DIN 277 berechnet, um konzeptionelle Überlegungen auf Basis von Kennwerten zu bearbeiten (siehe Anhang). Um die ermittelten Kennwerte beurteilen zu können, wurden drei Vergleichsmethoden ausgewählt:

- BNB-Bewertungsmaßstab für Neubau Laborgebäude<sup>1</sup>
- ifBOR Flächen- und Raumkennzahlen<sup>2</sup>
- Drei Vergleichsobjekte: Institutsgebäude mit Labornutzung

Die Analyse ergab, dass die Flächenausnutzung im Bestandsgebäude nach BNB- und ifBOR-Maßstab nicht effizient ist. Der Nutzflächenanteil an der BGF ist gering und der Verkehrsflächenanteil ist sehr hoch. Der Anteil der Technikfläche an der Bruttogrundfläche (BGF) liegt erheblich über dem Durchschnittswert für Institutsgebäude. Der Anteil der Aufenthaltsfläche an der Nutzfläche ist mit 3 % äußerst niedrig. Hinzu kommt die abgechiedene Lage der Aufenthaltsräume im Nordwesten. Hier gäbe es einen weiteren Ansatzpunkt die Grundrisse zu optimieren und das Angebot an kommunikationsfördernden Strukturen zu verbessern. Der gesamte Anteil der formalen und informellen Kommunikationsflächen an der Nutzfläche beträgt 23 % und liegt damit in einem sehr guten Bereich.

#### BAULICHE STRUKTUR

Das Gebäude wurde überwiegend als Stahlskelettbau ausgeführt. Im Forschungsriegel kommen vorgespannte Stahlbeton-Rahmen mit auskragenden Riegeln zum Einsatz. Diese kragen über die Stützen um 5 m aus und verjüngen sich. Das konstruktive Achsmaß beträgt 7,00 m x 5,00 m. Das Ausbauraster in den Laborgeschossen beträgt 1,75 m. Die Trennwände zwischen den Laboren und Büros sind nichttragend. Die Labore und Büros haben eine Raumtiefe von 5,00 m. Die lichte Geschosshöhe beträgt im 1. Obergeschoss (OG) 3,40 m und im 2. OG 3,50 m (abgehängte Decke im Außenbereich h = 2,80 m - 3,20 m), im Zwischengeschoss (ZG) 2,60 m (unter den Riegeln h = 2,10 m) und im Dachgeschoss (DG) 2,45 m (unter den Riegeln h = 1,80 m). Die Vorgabe für die lichte Mindesthöhe von Laborräumen der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Chemische Industrie (BG RCI) beträgt 2,50 m<sup>3</sup>. Demnach wäre eine technische Installationszone von einer Höhe von 0,90 m bis 1,00 m im Deckenbereich möglich. Die Bruttogeschosshöhe beträgt im 1. OG 3,80 m, im 2. OG 3,90 m, im ZG 3,00 m und im DG 2,60 m.

#### BEDARFSPLANUNG

Den Arbeitsgruppen der Pflanzenphysiologie sollen geeignete Flächen für Lehre, Forschung und Dienstleistung geboten werden. Der Bedarf entspricht der Nutzung im Bestand.

Im Institut gibt es fünf Arbeitsgruppen mit insgesamt rund 450 m<sup>2</sup> Büroflächen und rund 1.600 m<sup>2</sup> Laborflächen, Nebenlaborräumen und Sonderräumen verteilt auf das 1. und 2. Obergeschoss und das Kellergeschoss. In den Arbeitsgruppen forschen insgesamt rund 125 Personen. Davon sind rund 95 Mitarbeiter und 30 Projektstudierende. Dazu kommen rund 620 m<sup>2</sup> Laborflächen für die Lehre (Praktikumsräume) und rund 750 m<sup>2</sup> Hörsaal-, Konferenz- und Seminarraumflächen im Erdgeschoss (EG). Der große Hörsaal hat eine Kapazität von rund 500 Plätzen, der kleine Hörsaal hat eine Kapazität von rund 100 Plätzen. Es stehen zwei große Praktikumsräume (50 Plätze) und zwei kleinere (rund 15 Plätze) zur Verfügung.

Ziel der Konzeptstudie ist mindestens der Nachweis der Bestandsflächen und der Bestandsarbeitsplätze. Aktuelle Entwicklungen – z. B. Flexibilisierung der Nutzung, Ausbildung zentraler und dezentraler Kommunikationsflächen – sollen bei der Konzeptentwicklung berücksichtigt werden. Unter den Aspekten der Standardisierung hochinstallierter Flächen, der wechselnden Zuordnung zu Drittmittel-Forschungen und der gemeinsamen Nutzung zentraler Einrichtungen soll das Bedarfsprogramm optimiert werden.

<sup>1</sup> BNB Abkz. für Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums (z. Vgl.: BNB- Kennwertbereich: 0,75 - 0,60, dabei 0,75 sehr effizient)

<sup>2</sup> BOGENSTÄTTER, Ulrich: Flächen- und Raumkennzahlen, ifBOR FRZ 2007-10, www.ifbor.eu, 10.2007, S. 9

<sup>3</sup> BG RCI, B6 Bauliche Ausstattung und Ergonomie, B 6.2 Raumgestaltung, S.100

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse

### 4.1 Architektur



#### BEDARFSPLANUNG

Als Ergebnis wird bei einer gegebenen Hauptnutzfläche eine effiziente Nutzung erwartet, die sich in einer höheren Zahl an Arbeitsplätzen ausdrücken soll.

Methodische Ermittlung der Bedürfnisse der Nutzer und Bauherreninterviewauswertung:

Zur Klärung der Bedürfnisse der Nutzer und der dadurch notwendigen Veränderungsnotwendigkeiten wurden Interviews mit Nutzern durchgeführt. An Hand der Ergebnisse lässt sich ansatzweise die Nutzerzufriedenheit bewerten. Die Zufriedenheit bewegt sich überwiegend im mittleren Bereich zwischen sehr unzufrieden und sehr zufrieden. Deutlich wird, dass große Unzufriedenheit bei einzelnen Kriterien wie „akustische Bedingungen / Geräuschpegel“, „Temperatur am Arbeitsplatz“ oder „Luftqualität am Arbeitsplatz“ zu einer überwiegend negativen Bewertung der Gesamtbedingungen führt. Ausgehend davon, dass Zufriedenheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit in einem direkten Zusammenhang stehen, sind Maßnahmen zur Optimierung der Zufriedenheit dringend notwendig. Insbesondere stehen hier Maßnahmen zur Reduzierung der Lüftungsgeräusche, zur Nivellierung der Temperaturspitzen im Sommer wie im Winter und zur Verbesserung der Luftqualität im Vordergrund.

Organisatorische und betriebliche Randbedingungen:

Das bestehende Gebäude erfüllt mit seiner Aufteilung in die Zonen „Lehre“ im Erdgeschoss und „Forschung“ in den oberen Geschossen die Anforderungen an ein naturwissenschaftliches Institutsgebäude. Es liegt nahe, dass diese übergeordnete Aufteilung beibehalten wird.

Zwei Technikgeschosse unter und über den Forschungsgeschossen unterstützen eine gewünschte hohe Flexibilität der Nutzung und ermöglichen Arbeiten an der Technik ohne grundlegende Änderungen der Konstruktion. Die grundsätzliche Verteilung und Auslegung der Technikbereiche hat sich bewährt und sollte nach Möglichkeit beibehalten werden. Die Raumauslegung in den Laborgeschossen ist geprägt durch eine kleinteilige Zellenstruktur (Labore von 17,5 m<sup>2</sup>, 26,25 m<sup>2</sup> und 35,00 m<sup>2</sup>) die wenig Flexibilität zulässt und nicht kommunikationsfördernd ist. Durch die dreibündige Organisation mit den nicht natürlich belichteten Innenbundräumen und mehreren Schichten an Verkehrswegen entsteht eine ineffiziente und unflexible Raumaufteilung und Raumnutzung. Angestrebt werden Veränderungen, die zu einer größeren Flexibilität, einer Steigerung der Kommunikation und einer höheren Flächeneffizienz führen. Ebenso soll das Bedürfnis nach Konzentration, Rückzug und ungestörtem Arbeiten berücksichtigt werden.

Technische und gesetzliche Randbedingungen:

Es ist der neueste Stand der Technik und der Wissenschaft, aber auch der sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Erkenntnisse zu berücksichtigen. Zu den rechtlichen Rahmenbedingungen gehört der neueste Stand der „Laborrichtlinien“, der Gentechniksicherheitsverordnung (GenTSV) sowie aller anderen einschlägigen Normen, Vorschriften und Richtlinien.

Aus Gründen der Flexibilität ist eine generelle Auslegung der Laborräume in S 2 Qualität nach GenTSV anzustreben.

Finanzielle und terminliche Randbedingungen:

Die Grundsanierung des Pflanzenphysiologischen Institutes wird wegen des finanziellen Umfangs der Bauaufgabe eine Landesbaumaßnahme. Die Mittel dafür müssen durch das Land Berlin zur Verfügung gestellt werden. Trotz seit 2012 im jährlichen Abstand erfolgter Anmeldung wurde die Maßnahme bisher nicht in die Investitionsplanung des Landes aufgenommen. 2016 wird die Maßnahme erneut angemeldet.

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse

### 4.1 Architektur



#### BEDARFSPLANUNG

Nach Aufnahme in die Investitionsplanung des Landes ist von einem mindestens sechsjährigen Planungs- und Bauprozess, einschließlich der notwendigen Interimsmaßnahmen, auszugehen.

#### Kosten:

Die Gesamtbaukosten einschließlich der Ersteinrichtungskosten wurden nach den Kostenrichtwerten für Hochschulgebäude der Bauministerkonferenz ermittelt. Die Baukosten wurden über den Baupreisindex an das Jahr 2015 angepasst. Der Berechnung zu Grunde gelegt wurden die variantenunterschiedlichen Nutzflächengrößen (Nutzfläche 1 – 7). Danach ergeben sich für die Variante A 26,3 Mio. €, für die Variante B 29,15 Mio. € und für die Variante C 33,25 Mio. €.

#### BELEGUNG UND AUSSTATTUNG

Die Raumzuteilungen der Arbeitsgruppen erfolgt meist entlang einer der Flure in Ost-West-Richtung. Daher ergeben sich Arbeitsgruppe die nur nach Norden oder Süden orientiert sind. Die zurzeit begehrteren Räume liegen aus klimatischen Gründen im Norden. In der weiterführenden Planung wird auf die unterschiedliche Möglichkeit der Ausnutzung der Himmelsrichtungen eingegangen.

Ein weiteres Problem stellt die sekundäre Erschließung zwischen den Laboren, parallel zur Primär-Erschließung über die Flure, dar. In den nur 5 m tiefen Laborräumen wird ein Erschließungsgang von ca. 1,2 m freigehalten. Die Wandflächen können aufgrund der Türen nicht über die gesamte Länge genutzt werden. Eine erhebliche Fläche der Laborräume wird für die sekundäre Erschließung genutzt. Aus Sicht der Nutzer ist es praktikable die Erschließung zwischen den Laboren zu nutzen, da die Türen offen stehen können. Auch sicherheitstechnische Aspekte spielen hier eine Rolle. Bei der Analyse der Arbeitsplätze wurde vor allem die Situation der Schreibarbeitsplätze und der Laborarbeitsplätze in den Laborgeschossen untersucht. Zum Vergleich der Analyse und als Bewertungsmaßstab wurde die HIS-Studie zu Forschungszentren und Laborgebäuden<sup>1</sup> herangezogen. Für molekular-biologische Standardlabore werden demnach ca. 6 m<sup>2</sup> bis 8 m<sup>2</sup> pro Laborant angesetzt, wenn diesem außerhalb ein vollwertiger Schreibarbeitsplatz zur Verfügung steht. Wenn der Schreibarbeitsplatz im Labor integriert ist, werden 7 m<sup>2</sup> bis 9 m<sup>2</sup> als Flächenfaktor angenommen. Die Analyse ergab, dass nur für 35 % der Laborarbeitsplätze ein vollwertiger Schreibarbeitsplatz außerhalb des Labors in Mehrpersonenbüros zur Verfügung steht. Die meisten Schreibarbeitsplätze befinden sich demnach im Labor und sind parallel zur Fensterfront angeordnet. Sie entsprechen nicht mehr dem heutigen Standard von vollwertigen Schreibarbeitsplätzen aufgrund folgender Kriterien:

- Tischfläche (Bestand 1,6 m x 0,5 m, HIS-Studie<sup>1</sup> 1,6 m x 0,9 m)
- Parallele Anordnung zum Fenster nicht geeignet für Bildschirmarbeit

Die Ausstattung der Labore ist sehr unterschiedlich und ist abhängig von der Arbeitsgruppe. Es gibt insgesamt 34 kleine Labore mit den Maßen 17,5 m<sup>2</sup>, 26,25 m<sup>2</sup> und 35 m<sup>2</sup>. Die Maße ergeben sich durch das Ausbauraster von 1,75 m und einer Labortiefe von 5,00 m. Laut HIS-Studie<sup>1</sup> würden größere Laborstrukturen mehr Flexibilität durch größere Anpassungsfähigkeit bieten. Die Labortiefe von 5,00 m ist ziemlich gering, heutzutage liegen die Raumtiefen im Standardlabor bei 6,90 m bis 8,30 m.<sup>1</sup>

#### BRANDSCHUTZ

Das Gebäude wurde im Zeitraum von 1962-1970 geplant und errichtet. Planungsrechtliche Grundlage war die Bauordnung Berlin von 1958. Im Zuge einer umfassenden Sanierungsmaßnahme sollte der Brandschutz in allen Geschossen überprüft werden und notwendige Ertüchtigungen vorgenommen werden. Dies sollte im Interesse der Gefahrenabwehr erfolgen. Kann eine bestimmte Anforderung aufgrund der Qualität des Bestands nicht eingehalten werden, wäre zu prüfen, ob eine Abweichung zugelassen werden kann.

<sup>1</sup> CORDES, Silke, HOLZKAMM, Ingo: Forschungszentren und Laborgebäude, Organisation, bauliche Konzeption und Ressourcenplanung für Forschungsgebäude der Biowissenschaften, Chemie und Nanotechnologie, Hannover, 2007, S. 40 ff

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016



**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.2 Hülle**

**ANALYSE FLÄCHEN UND BAUTEILE**

Das Gebäude des Pflanzenphysiologischen Instituts besteht aus verschiedenen Hüllbauteilen, die sich in drei Gruppen einteilen lassen:

- Transparente Bauteile
- Opake Bauteile
- Dachflächen

Die einzelnen Bauteile sind für eine bessere Bearbeitung mit Bauteilnummern versehen und in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet:

| BAUTEIL-NR.            | BAUTEIL   |
|------------------------|---|
| AW-L01, AW-L04, AW-L08 | Stahlfenster mit Einfachverglasung (nicht thermisch getrennt)                 |
| AW-L02                 | Verbundfenster mit Stahlprofil (nicht thermisch getrennt)                     |
| AW-L03                 | Brüstung aus Opal-Element mit Stahlprofil (nicht thermisch getrennt)          |
| AW-L05                 | Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Einfachverglasung (nicht thermisch getrennt)  |
| AW-L06                 | Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Isolierverglasung (nicht thermisch getrennt)  |
| AW-L07                 | Stahlfenster mit Isolierverglasung (nicht thermisch getrennt)                 |
| AW-L09                 | Verbundfenster mit Holzprofil   |
| AW-M01,<br>AW-M02      | Außenwandverkleidung aus Faserzementplatten mit 4 cm Dämmung aus Mineralwolle |

Tab. 1 Übersicht über die an der Fassade vorkommenden Bauteile samt Bauteilnummern,  
 TU Dresden

Vor allem in der Gruppe der transparenten Hüllbauteile gibt es eine große Variation an Fenster- und Profilaufbauten. Im Rahmen des Arbeitspaketes „Bestandsanalyse“ entstanden eine Übersicht zu den einzelnen Hüllbauteilen sowie ein Bauteilkatalog. Darin sind die jeweiligen Materialien der einzelnen Hüllbauteile sowie deren U- bzw. g-Werte zu finden. Allgemein kann gesagt werden, dass die energetische Qualität der Gebäudehülle bei weitem nicht den heutigen Standard erfüllt. Neben hohen U-Werten erweisen sich zudem die thermisch nicht getrennten Stahlprofile der transparenten Hüllbauteile als Wärmebrücke. Die Luftdichtheit ist in einigen Fensterbereichen sehr schlecht.



**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.2 Hülle**



**THERMOGRAFISCHE UNTERSUCHUNG**

Ziel der Untersuchung war es, im Rahmen einer Grobanalyse eine bauphysikalische Status-Feststellung der Gebäudehülle für ein zukünftiges Sanierungsprogramm zu erstellen. Entscheidend sind vor allem Stellen mit hohen Energieverlusten, da diese auf eine Wärmebrücke oder andere Schwachstellen in der Gebäudehülle hindeuten können. Die thermografische Untersuchung wurde zu Beginn des Projektes, am 14.02.2013 durchgeführt. Die äußeren Randbedingungen (windstill, trocken, bewölkt, kühl) waren optimal für eine Untersuchung. Die Aufnahmen erfolgten sowohl von innen als auch von außen, um die Vorteile beider Beobachtungsrichtungen zu kombinieren. So gibt es bei Innenaufnahmen keine störenden Einflüsse durch die äußere Witterung (z.B. Wind, Regen oder Nebel) und durch die thermische Konditionierung des Innenraumes eine nahezu konstante Temperatur über einen langen Zeitraum. Bei Außenaufnahmen kann dagegen ein größerer Fassadenabschnitt auf einmal betrachtet werden. Die untersuchten Räume für die Innenaufnahmen und die Standpunkte für die Außenaufnahme wurden so gewählt, dass jedes am Gebäude vorkommende Hüllbauteil betrachtet werden konnte.

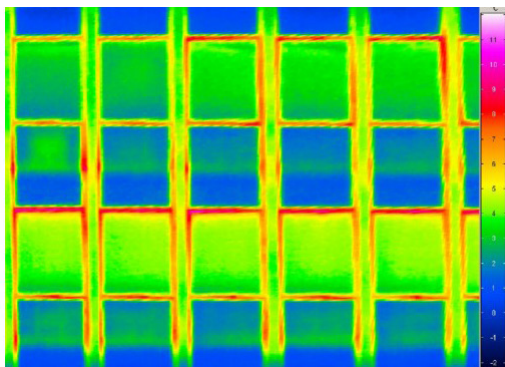


Abb. 11 Thermogramm (links) und Realbild (rechts) der Vorhangfassade des Laborriegels, TU Dresden

**ANALYSE FLÄCHEN UND BAUTEILE**

Da die im Thermogramm abgebildeten Temperaturen aufgrund der unterschiedlichen Emissionsgrade der einzelnen Oberflächen mit Fehlern behaftet sein können, wurde zur Kontrolle mit einem Kontaktthermometer die reale Oberflächentemperatur nachgemessen. Neben der Betrachtung von möglichen Wärmebrücken wurde bei den Innenaufnahmen auch das Risiko für Tauwasserausfall und Schimmelpilzwachstum nach DIN 4108-2 (2013-02) bzw. DIN EN ISO 13788 (2011-06), Kap. 5.4 untersucht.

Die Auswertung der Thermografie zeigte, dass vor allem die thermisch nicht getrennten Stahlprofile der Fenster und der Vorhangfassade eine Wärmebrücke darstellen, durch die viel Energie verloren geht. Weiterhin wurden auch Undichtigkeiten an einigen Fenstern entdeckt, durch die Lüftungswärmeverluste entstehen. Die Abbildung von Heizkörpern im Thermogramm der Vorhangfassade des Laborriegels im 1. und 2. OG deutet auf eine unzureichende Wärmedämmung des Opalelements hin. Aufgrund der Undichtigkeiten der Fenster herrschte zum Zeitpunkt der Untersuchungen eine geringe relative Luftfeuchtigkeit, wodurch die Gefahr der Tauwasser- und Schimmelpilzbildung nicht gegeben war.

Unter Berücksichtigung normativer Randbedingungen mit einer relativen Luftfeuchte innen von  $\phi = 50 \%$  wurde die Taupunkttemperatur jedoch in einigen Räumen erreicht bzw. unterschritten.

Der gesamte Bericht der thermografischen Untersuchung mit der zugehörigen Auswertung für die einzelnen Hüllbauteile ist im Anhang zu diesem Dokument zu finden.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.2 Hülle**



**THERMISCHE BAUTEILSIMULATIONEN**

Mit thermischen Bauteilsimulationen können die Temperaturverteilung sowie die Wärmeströme in Bauteilen und Anschlussbereichen in Abhängigkeit der jeweiligen Umgebungsbedingungen untersucht werden. Dies gibt einen Aufschluss über die Oberflächentemperaturen der innen liegenden Bauteile und somit auch über die Gefahr von Tauwasserbildung oder Schimmelpilzwachstum. Die Modellierung der Anschlussbereiche für die Untersuchung der Wärmebrücken erfolgte nach den Konstruktionsregeln der DIN EN ISO 10211 (2008-04) und mit Randbedingungen nach DIN 4108-2 (2013-02) bzw. 10077-2 (2012-06). Mit Hilfe von drei- und zweidimensionalen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass die Oberflächentemperaturen der thermisch nicht getrennten Metallrahmen der Opalelemente und der Fenster teils weit unter der Taupunkttemperatur liegen.

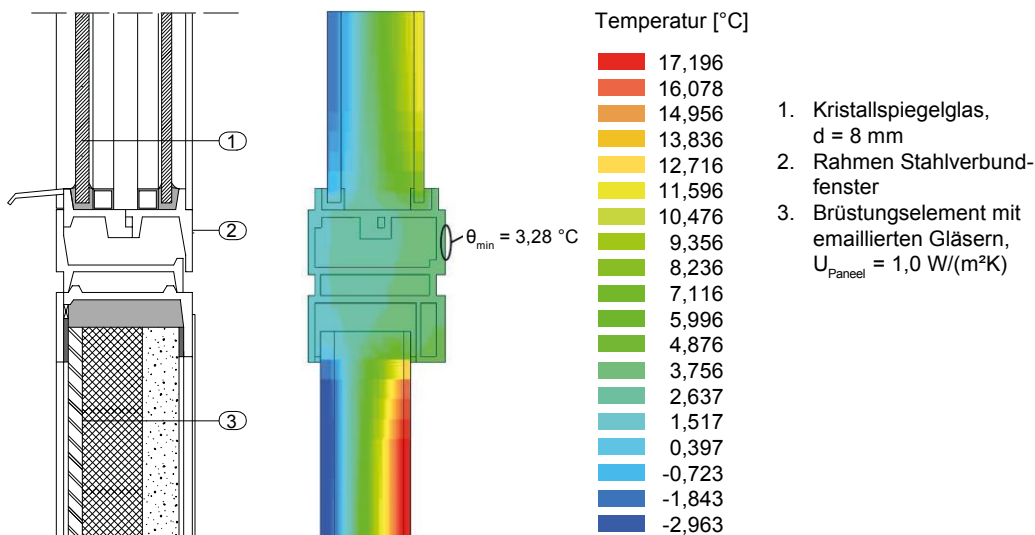


Abb. 12 Temperaturverteilung am Stahlrahmen der Vorhangfassade im Bestand bei stationären Randbedingungen, TU Dresden

**THERMISCHE GEBÄUDESIMULATIONEN / ALLGEMEINES VORGEHEN**

Mit Hilfe der dynamisch thermischen Gebäudesimulation wurde eine energetische Bilanzierung des PPI durchgeführt. Dabei wurde der Energiebedarf für Heizung und Kühlung in Abhängigkeit der Qualität der Gebäudehülle und der jeweiligen Nutzungsrandbedingungen simuliert. Durch die dreidimensionale Modellierung des Gebäudes ist es möglich, den Einfluss des Schattenwurfes durch den Verlauf der Sonne und die jeweilige Gebäudegeometrie zu berücksichtigen. Als Witterungsrandbedingungen wurden die Testreferenzjahre des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verwendet, die das mittlere Klima für die Region Berlin mit stündlichen Werten über ein gesamtes Jahr abbilden. Neben Informationen zur Außentemperatur beinhalten diese Datensätze auch Werte für die direkte und diffuse Strahlung, Windrichtung und -geschwindigkeit, Bewölkungsgrad sowie relative Luftfeuchtigkeit. Damit können Wärmeverluste und Energiegewinne über die Gebäudehülle wesentlich exakter abgebildet werden, als das die allgemein gebräuchlichen U- und g-Werte beschreiben. Mit den Berechnungen kann ein Ist-Zustand definiert werden, an dem sich die jeweilige Energieeinsparung verschiedener Sanierungsvarianten messen lässt.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.2 Hülle**



**THERMISCHE GEBÄUDESIMULATIONEN / HEIZWÄRME- UND STROMBEDARF**

Die Nutzungsrandbedingungen zur Berechnung des Heizwärme- und Strombedarfs wurden in Anlehnung an die DIN V 18599-10 (2011-12) für die verschiedenen Nutzungsarten angesetzt. Dabei wurde angenommen, dass sämtliche Büro-, Seminar- und Laborräume über eine mechanische Lüftung verfügen. Eine Abweichung von den Randbedingungen der Norm geschah bei den anzusetzenden Luftwechselraten der Laborräume (Luftwechsel von  $n = 4 \text{ h}^{-1}$  während der Nutzungszeit) sowie den Nutzungsrandbedingungen der Klima- und Phytokammern. In diesen Fällen wurden die Randbedingungen von Transsolar übernommen, welche auf temporären Messungen basieren. Als Ergebnisse der Simulation werden sowohl der Heizwärmebedarf als auch der Strombedarf für Kühlung ( $\text{COP} = 3$  in Anlehnung an Transsolar) ausgegeben.

Die Ergebnisse zeigen einen typischen jahreszeitlichen Verlauf des Heizwärmebedarfs. Dieser ist in den Wintermonaten am größten und in den Sommermonaten am geringsten. Der Strombedarf für die Kühlung ist über das gesamte Jahr nahezu konstant. Lediglich in den Monaten Mai bis August gibt es einen Anstieg. Der über das gesamte Jahr nahezu konstante Strombedarf für die Kühlung hat seine Ursache in dem Kühlbedarf der Phytokammern, welche aufgrund der Versuche hohe interne Lasten über das gesamte Jahr aufweisen. Insgesamt ergeben sich für das gesamte Gebäude ein jährlicher Heizwärmebedarf von 2.319 MWh und ein jährlicher Strombedarf für Kühlung von 369 MWh.

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse für den Heizwärme- und Strombedarf nicht direkt mit den Ergebnissen von Transsolar verglichen werden können, da beide Berechnungen auf unterschiedlichen Nutzungsrandbedingungen basieren. Weiterhin handelt es sich bei den Ergebnissen um den Nutzenergiebedarf. Die Abbildung der Anlagentechnik samt eventueller Anlagenverluste wurde nicht mit berücksichtigt. Die Ergebnisse von Transsolar beschreiben den Endenergiebedarf mit Berücksichtigung von Anlagenverlusten.

**THERMISCHE GEBÄUDESIMULATIONEN / SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ**

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde nach DIN 4108-2 (2013-02), Kap. 8.4 durchgeführt. Dieses Verfahren beschreibt die Durchführung des Nachweises mittels dynamisch thermischer Gebäudesimulationssoftware und ist wesentlich genauer als der herkömmliche Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes mittels Sonneneintragskennwerteverfahren nach DIN 4108-2 (2013-02), Kap. 8.3. Um den Nachweis zu erfüllen, dürfen die kritischen Räume des Gebäudes über das gesamte Jahr nicht mehr als 500 Übertemperaturgradstunden aufweisen.

Die Ergebnisse aus Tabelle 2 zeigen, dass vor allem in den Räumen des Laborflügels der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nicht eingehalten wird. Dies liegt auch an der Vorhangfassade, welche eine „leichte“ Konstruktion ist und lediglich einen Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum hat. Zur Vermeidung übermäßiger Energieeinträge durch Fenster ins Rauminnere wäre ein außenliegender Sonnenschutz wesentlich vorteilhafter.

| BETRACHTETER RAUM/ZONE                    | ÜBERTEMPERATURGRADSTUNDEN | ÜBERSCHREITUNG DES NACHWEISKRITERIUMS |
|---|---------------------------|---------------------------------------|
| R 126 Labor<br>(Forschungsbau 1. OG Nord) | 697 h                     | 39,4 %                                |
| R 207 Büro<br>(Forschungsbau 2. OG Süd)   | 1.586 h                   | 217,2 %                               |
| R 010 Praktikum<br>(Erdgeschoss Ost)      | 137 h                     | 0,0 %                                 |

Tab. 2 Übertemperaturgradstunden für verschiedene Räume im Ist-Zustand,  
 TU Dresden

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.3 Technik**



**TECHNIKFLÄCHEN**

Die technischen Anlagen sind überwiegend bauzeitlich. Einige ausgewählte Räume sind zwischenzeitlich renoviert, bei manchen wurde auch die Technik erneuert. Generell kann vermerkt werden, dass die ursprünglichen technischen Anlagen noch vorhanden sind. Teilweise wurden Modifikationen vorgenommen. Nur im Erdgeschoss wurden vereinzelt Seminarräume mit neuer Technik ausgestattet.

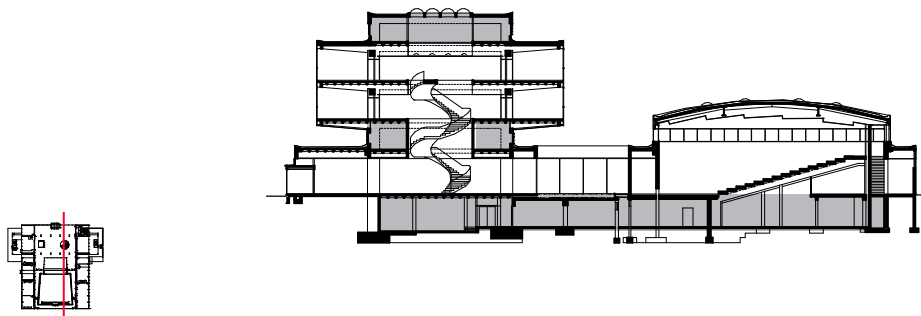


Abb. 13 Schnitt durch den Labortrakt. Graue Markierung: unbeheizte Technikbereiche, Brenne Architekten

**BESCHREIBUNG RAUMLÜFTTECHNISCHE ANLAGEN**

**Fensterlüftung:**

Alle Fassaden verfügen über Fenster, die geöffnet werden können. In den Obergeschossen sind es Wendefenster in Stahlrahmen.

**Mechanische Lüftung (Zuluft):**

Die Labore und Büros in den beiden Obergeschossen haben neben der Fensterlüftung mechanische Zuluftanlagen. Die Anlagen sitzen im Zwischengeschoss. Diese werden mit 100% Außenluft und 4 bis 8-fachem Luftwechsel betrieben. Zur Vermeidung von Zugerscheinungen wird die Zuluft immer auf ca. 22°C beheizt. Die Lufterhitzer sind am Konstantleiter angeschlossen.

Bei über 20°C Außentemperatur wird die Zuluft thermisch nicht behandelt, es sei denn, ein Luftkühler befindet sich in der Zuluftanlage. Alle bauzeitlichen Lüftungsanlagen haben keine Wärmerückgewinnung.

Im Kellergeschoß befinden sich Lüftungsanlagen für das Erdgeschoß. Diese sind teilweise erneuert worden.

**Mechanische Lüftung (Abluft):**

Im Dachgeschoss befinden sich die Abluftanlagen. Es gibt mehr Abluft- als Zuluftanlagen.

Dies liegt daran, dass in den Laborbereichen (Obergeschosse) neben den Abluftschächten auch Digestorien eingebaut sind, die separate Schächte haben. Raum-Abluft wird also über normale Abluftgitter und zusätzlich über Digestorien abgeführt.

Durch Umgestaltung der Räume (Versetzen von Trennwänden etc.) ergibt sich inzwischen in manchen Räumen ein Missverhältnis von Zuluft und Abluft.

Alle bauzeitlichen Lüftungsanlagen haben keine Wärmerückgewinnung.

**BESCHREIBUNG KÄLTETECHNISCHE ANLAGEN**

**Kälteerzeugung:**

Für die innenliegenden Phytokammern und die Klimakammern stehen separate Kältekompressoren im Zwischengeschoss zur Verfügung. Die Zuluftanlagen mit Luftkühler werden von einer zentralen Kältemaschine im Keller versorgt (Inbetriebnahme der neuen 500 kW Maschine im Frühjahr 2013).

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse

### 4.3 Technik



#### BESCHREIBUNG KÄLTETECHNISCHE ANLAGEN

##### Rückkühlung:

Für alle Kälteerzeuger steht ein zentrales Rückkühlwerk auf dem Dach zur Verfügung, das nach dem Prinzip des offenen Kühlturms arbeitet.

##### Raumkühlung:

Erfolgt stets mit gekühlter Zuluft. Allerdings war die zentrale Kälteversorgung der Zuluftanlagen häufiger außer Betrieb. Die innen liegenden Phyto- und Klimakammern haben jeweils eigene Kälteaggregate.

#### BESCHREIBUNG HEIZUNGSTECHNISCHE ANLAGEN

##### Warmwassererzeugung:

Ist an den Konstantleiter Fernwärme angeschlossen. Die bauzeitlich vorgesehene, überdimensionierte Anlage wurde vor einigen Jahren halbiert, da der Warmwasserbedarf gering ist.

##### Dampferzeugung:

Für die Klimatisierung der Phytokammern stehen zwei elektrische Dampferzeuger mit je 30 kW im Zwischengeschoss zur Verfügung.

##### Raumheizung:

Erfolgt überall durch Heizkörper mit Thermostatregelung.  
Aufgrund des Einrohrsystems treten an entfernten Räumen Versorgungsengpässe auf.  
Die Raumheizung ist am Gleitleiter angeschlossen

Das bauzeitliche Technikkonzept ist noch in weiten Teilen des Gebäudes präsent. Lediglich im Erdgeschoss wurden einige Seminarräume modernisiert.

#### ENERGIEBILANZIERUNG

Die Verbrauchszahlen beim Strom liegen genauso hoch wie bei der Wärme. Deshalb dominieren bei der jährlichen Energiekostenrechnung die Stromkosten, da Strom ca. 2,5-mal teurer als Wärme ist.

Außerdem ist der hohe Stromkostenanteil ein Indikator, dass Strom auch zur Wärmeerzeugung eingesetzt wird und/oder massiv von den Nutzern Strom verbraucht wird.

Auch im Sommer werden pro Monat ca. 50 bis 100 MWh Wärme verbraucht. Das entspricht dem Energieinhalt von 10.000 Liter Heizöl pro Monat.

#### GEGENÜBERSTELLUNG VERBRAUCHSWERTE – BERECHNETE WERTE

Die Verbrauchszähler im Institutsgebäude für Wärme und Strom zählen nicht nur das Institutsgebäude, sondern auch Nachbargebäude. Für einige Gebäude sind Zählerwerte vorhanden, die abgezogen werden können. Andere, beispielsweise die Gewächshäuser, haben keine Zähler und mussten daher durch Simulationsrechnung ermittelt werden.

Neben der Analyse der Bestandsdaten und der Ortsbegehungen dienten auch raumweise Datenlogger zur Erfassung raumklimatischer Bedingungen und des Nutzerverhaltens.

Darauf aufbauend wurden repräsentative Räume des Institutsgebäudes in Computermodellen abgebildet und mit dynamisch-thermischen Simulationsverfahren berechnet.

Die Ergebnisse der Simulationen wurden mit den bereinigten Zählerwerten verglichen.

Dabei ergab sich tendenziell immer noch eine Lücke zwischen den hohen bereinigten Zählerwerten und den niedrigeren, durch Simulation erhaltenen Verbrauchswerten.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**4.0 Bestandsdokumentation und Bestandsanalyse**

**4.3 Technik**

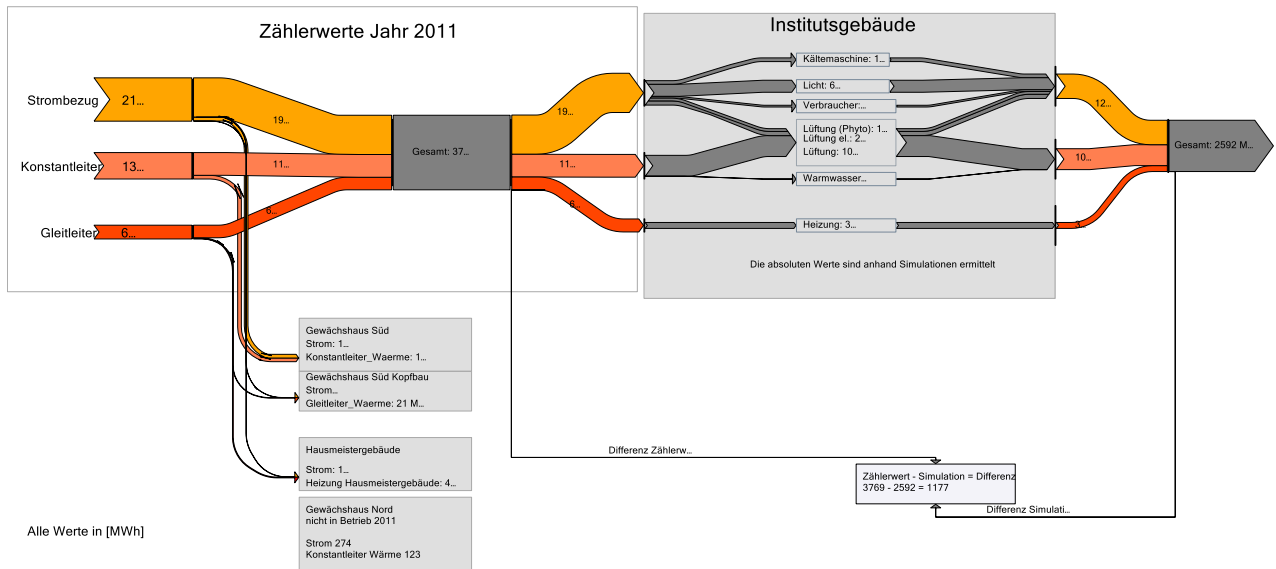


Abb. 14 Übersicht Energiebezug Liegenschaft,  
 Transsolar

Vergleich der bereinigten Zählerwerte eines Jahres mit den simulierten Werten:

| STROMART       | BEREINIGTE ZÄHLERWERTE (MWH/A) | SIMULIERTE WERTE (MWH/A) | DIFFERENZ ABSOLUT (MWH/A) | DIFFERENZ PROZENTUAL |
|----------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| Strom          | 1984                           | 1235                     | 749                       | 38%                  |
| Konstantleiter | 1150                           | 1057                     | 93                        | 8%                   |
| Gleitleiter    | 656                            | 308                      | 348                       | 53%                  |

Tab. 3 Vergleich der bereinigten Zählerwerte,  
 Transsolar

**FAZIT**

Sowohl bei Wärme als auch bei Strom ist der gemessene Verbrauch höher als beim Similatonsmodell.

Bei angenommenen Verbrauchskosten von:

- Strom 200 EUR/MWh
- Fernwärme 80 EUR/MWh

sind dies ca. 150.000 EUR noch nicht erklärbare Energiekosten pro Jahr.

Mögliche Ursachen:

- Randbedingungen der Simulation zu optimistisch
- Stromverbrauch Baustelle Neubau Gewächshaus Nord unberücksichtigt
- Stromeinsatz im Gewächshaus wesentlich höher als ohnehin hoher Annahmewert
- Unentdeckte parasitäre Verbraucher

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 5.0 Bewertungssystem

### BILDUNG VON SANIERUNGSSVARIANTEN

Nach der umfangreichen Bestandsanalyse wurden drei grundlegende Sanierungsstrategien festgelegt, die sich im Maß der baulichen Änderung unterscheiden:

- A** Erhalt und Ertüchtigung
- B** Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch
- C** Weiterbau nach aktuellem Standard

### DETAILLIERUNG DER THEMENSCHWERPUNKTE / ENTWICKLUNG VON VARIANTEN

Die Themenschwerpunkte wurden nach Bereichen, Bauteilen oder Anlagen detailliert, für die jeweils drei Sanierungsvarianten entwickelt wurden.

#### Architektur / Nutzung

|                               |
|-------------------------------|
| <b>Labor</b>                  |
| Sicherheitsstufe 1            |
| Phytokammern/ Labornebenräume |
| Auswertungsplätze             |
| Praktikumsräume EG            |
| <b>Büro</b>                   |
| Büro/ Verwaltung              |
| Schreibarbeitsplätze          |
| <b>Lehre</b>                  |
| Hörsaal                       |
| Kleiner Hörsaal               |
| Bibliothek                    |
| Seminarräume 1./ 2.OG         |
| +                             |
| Foyer/ Verkehrsflächen        |
| Café                          |
| Teeküchen                     |

#### Hülle

|   |
|---|
| <b>Brüstung aus Opal-Element</b>                  |
| Außenwandverkleidung aus Faserzementplatte        |
| Verbundfenster mit Stahlprofil                    |
| Verbundfenster mit Holzprofil                     |
| Stahlfenster mit Isolierverglasung                |
| Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Isolierverglasung |
| Stahlfenster mit Einfachverglasung                |
| Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Einfachverglasung |
| Auskragende Decke                                 |
| Flachdächer                                       |

#### Technik

|  |
|--|
| <b>Labortechnik</b>                                |
| Luftmenge nach DIN                                 |
| Effiziente Ventilatoren                            |
| Beleuchtung Labor                                  |
| Beleuchtung Phytokammern                           |
| Lüftung nutzergeregt                               |
| Lüftung mit WRG                                    |
| Nasskühlturm für RLT                               |
| <b>Gebäudetechnik</b>                              |
| Erschließung von Umweltenergie                     |
| Erschließung von Abwärme mit Wärmepumpe            |
| Umstrukturierung der Raumaufteilung                |
| Nutzung regenerativer Energien Photovoltaik-Anlage |
| Einsatz von Absorptionskältemaschine               |

### BILDUNG VON BEWERTUNGSKRITERIEN

Um die Sanierungsvarianten miteinander zu vergleichen und in einem nächsten Schritt eine Vorzugsvariante bilden zu können, wurde eine Methodik entwickelt. Dafür werden die drei Themenschwerpunkte mit Hilfe von acht Kriteriengruppen analysiert und bewertet. Die Kriteriengruppen setzen sich aus einzelnen Kriterien zusammen, die in einem Bewertungsleitfaden definiert werden. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse kann die Entscheidungsfindung zwischen den vielen qualitativen und quantitativen Kriterien unterstützt werden. Im Spinnendiagramm werden die Ergebnisse der Tabelle grafisch dargestellt.

Kriteriengruppen:

1. Funktionalität
2. Bauabschnittsbildung
3. Denkmalpflege
4. Baurecht
5. Energieeinsparung
6. Nachhaltigkeit
7. Kosten
8. Klima

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**5.0 Bewertungssystem**

**NUTZWERTANALYSE**

Die Bewertung erfolgt sowohl quantitativ als auch qualitativ. Als Bewertungsmaßstab dienen Punkte von 0 bis 10, wobei 10 das Optimum darstellt. Der Leitfaden wurde in Anlehnung an das "Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen" erstellt, in dem die Punktevergabe geregelt ist. Als Ergebnis der Bewertung entsteht ein Nutzwert, welcher den Durchschnitt der erhaltenen Punkte wiedergibt. Da bestimmte Kriterien jedoch wichtiger sind als andere, gibt es den Bedeutungsfaktor, der die Wichtung der Kriterien bestimmt. Speziell bei Sanierungen im Denkmalsbereich kann somit das Kriterium Denkmalpflege zum Beispiel eine höhere Wichtung bekommen als das Kriterium Energieeinsparung.

**NUTZUNG**

LABOR Praktikumsräume EG

| NR.          | KRITERIENGRUPPE   | EINHEIT                | RELATIVE GEWICHTUNG |                        |                        |                     | VARIANTE        |                 |                 |                 |                 |                 |              |
|--------------|---|------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
|              |   |                        | Bedeutungs-faktor   | Gewichtung Hauptthemen | Gewichtung Unterthemen | Absolute Gewichtung | A               |                 | B               |                 | C               |                 |              |
|              |   |                        |                     |                        |                        |                     | Note            | Nutzwert        | Note            | Nutzwert        | Note            | Nutzwert        |              |
| <b>1</b>     | <b>FUNKTIONALITÄT</b>   |                        |                     | <b>27,45%</b>          |                        | <b>27,45%</b>       | <b>7,428571</b> | <b>2,039</b>    | <b>7,428571</b> | <b>2,039</b>    | <b>10,28571</b> | <b>2,824</b>    |              |
| 1.1          | Flexibilität und Aneignung durch Nutzer (in Anl. an BNB 3.1.10 Laborgebäude)    | qualitative Bewertung  | 2                   |                        | 29%                    | 7,84%               | 6               | 0,471           | 6               | 0,471           | 16              | 1,255           |              |
| 1.2          | Flächeneffizienz  | quantitative Bewertung | 1                   |                        | 14%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 1.3          | Kommunikationsräume   | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 14%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 1.4          | Barrierefreiheit (in Anl. an BNB 3.2.1 Laborgebäude)                            | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 14%                    | 3,92%               | 8               | 0,314           | 8               | 0,314           | 8               | 0,314           |              |
| 1.5          | Visueller und akustischer Komfort (in Anl. an BNB 3.1.4 und 3.1.5 Laborgebäude) | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 14%                    | 3,92%               | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           |              |
| 1.6          | Ausstattung   | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 14%                    | 3,92%               | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           |              |
| <b>2</b>     | <b>BAUABSCHNITTSBILDUNG</b>   |                        | <b>2</b>            |                        | <b>7,84%</b>           | <b>100%</b>         | <b>7,84%</b>    | <b>8</b>        | <b>0,627</b>    | <b>4</b>        | <b>0,314</b>    | <b>4</b>        | <b>0,314</b> |
| <b>3</b>     | <b>DENKMALPFLEGE</b>  |                        |                     |                        | <b>15,69%</b>          |                     | <b>15,69%</b>   | <b>10</b>       | <b>1,569</b>    | <b>10</b>       | <b>1,569</b>    | <b>10</b>       | <b>1,569</b> |
| 3.1          | Bauteile/Räume werden in ihrem Erscheinungsbild verändert                       | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 3.2          | Bauteile/Räume werden ganz oder teilweise beseitigt                             | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 3.3          | Bauteile/Räume werden instand gesetzt oder wiederhergestellt                    | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 3.4          | Erhalt der bauzeitlichen Gebäudenutzung   | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| <b>4</b>     | <b>BAURECHT</b>   |                        |                     |                        | <b>11,76%</b>          |                     | <b>11,76%</b>   | <b>10</b>       | <b>1,176</b>    | <b>10</b>       | <b>1,176</b>    | <b>10</b>       | <b>1,176</b> |
| 4.1          | Rettungswege  | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 33%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 4.2          | Brandschutz   | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 33%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 4.3          | Bauordnungsrechtliches Genehmigungsverfahren                                    | qualitative Bewertung  | 1                   |                        | 33%                    | 3,92%               | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| <b>5</b>     | <b>ENERGIEEINSPARUNG</b>  |                        |                     |                        | <b>11,76%</b>          |                     | <b>11,76%</b>   | <b>6</b>        | <b>0,706</b>    | <b>6</b>        | <b>0,706</b>    | <b>6</b>        | <b>0,706</b> |
| 5.1          | Reduzierung des Primärenergiebedarfs im Vgl. zum Bestand                        | %                      | 1                   |                        | 33%                    | 3,92%               | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           |              |
| 5.2          | Reduzierung des Heizwärmebedarfs im Vgl. zum Bestand                            | %                      | 1                   |                        | 33%                    | 3,92%               | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           |              |
| 5.3          | Reduzierung des elektrischen Energiebedarfs im Vgl. zum Bestand                 | %                      | 1                   |                        | 33%                    | 3,92%               | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           | 6               | 0,235           |              |
| <b>6</b>     | <b>NACHHALTIGKEIT</b>   |                        |                     |                        | <b>5,88%</b>           |                     | <b>5,88%</b>    | <b>7,333333</b> | <b>0,431</b>    | <b>7,333333</b> | <b>0,431</b>    | <b>7,333333</b> | <b>0,431</b> |
| 6.2          | Lebensdauer der Komponenten   | a                      | 0,5                 |                        | 33%                    | 1,96%               | 6               | 0,118           | 6               | 0,118           | 6               | 0,118           |              |
| 6.3          | Aufwand für Bewirtschaftung und Instandhaltung                                  | qualitativ             | 0,5                 |                        | 33%                    | 1,96%               | 6               | 0,118           | 6               | 0,118           | 6               | 0,118           |              |
| 6.4          | Rückbaubarkeit  | qualitativ             | 0,5                 |                        | 33%                    | 1,96%               | 10              | 0,196           | 10              | 0,196           | 10              | 0,196           |              |
| <b>7</b>     | <b>KOSTEN</b>   |                        |                     |                        | <b>4%</b>              |                     | <b>4%</b>       | <b>10</b>       | <b>0,392</b>    | <b>4</b>        | <b>0,157</b>    | <b>4</b>        | <b>0,157</b> |
| 7.1          | KG 200-700 nach Hochschulrichtwerten (Index III 2014)                           |                        | 1                   |                        | 100,00%                | 3,92%               | 10              | 0,392           | 4               | 0,157           | 4               | 0,157           |              |
| <b>8</b>     | <b>KLIMA</b>  |                        |                     |                        | <b>15,69%</b>          |                     | <b>15,69%</b>   | <b>4</b>        | <b>0,627</b>    | <b>9,5</b>      | <b>1,490</b>    | <b>9,5</b>      | <b>1,490</b> |
| 8.1          | Thermischer Komfort im Winter (in Anl. an BNB 3.1.1 Laborgebäude)               | qualitativ/            | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 4               | 0,157           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 8.2          | Thermischer Komfort im Sommer (in Anl. an BNB 3.1.2 Laborgebäude)               | qualitativ/            | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 4               | 0,157           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| 8.3          | Optimale Himmelsrichtung/ Gebäudeausrichtung                                    | qualitativ             | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 4               | 0,157           | 8               | 0,314           | 8               | 0,314           |              |
| 8.4          | Einflussnahme des Nutzers (in Anl. an BNB 3.1.6 Laborgebäude)                   |                        | 1                   |                        | 25%                    | 3,92%               | 4               | 0,157           | 10              | 0,392           | 10              | 0,392           |              |
| <b>SUMME</b> |   |                        |                     | <b>25,5</b>            | <b>100%</b>            |                     |                 | <b>6,86</b>     |                 | <b>7,18</b>     |                 | <b>7,96</b>     |              |

LEGENDE -- 0 bis 2 = sehr schlecht - 2 bis 4 = schlecht o 4 bis 6 = mittelmäßig + 6 bis 8 = gut ++ 8 bis 10 = sehr gut

Abb. 15 Nutzwertanalyse Praktikumsräume EG  
 Brenne Architekten



**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**5.0 Bewertungssystem**

**BILDUNG DER VORZUGSVARIANTE**

Bei der Auswertung zeigt sich die Komplexität der Aufgabe. Im Spinnendiagramm wird die Ausrichtung der jeweiligen Variante sichtbar. Die Vorzugsvariante wurde aus den besten Lösungsansätzen der Varianten unter Berücksichtigung ihrer Kompatibilität gebildet.

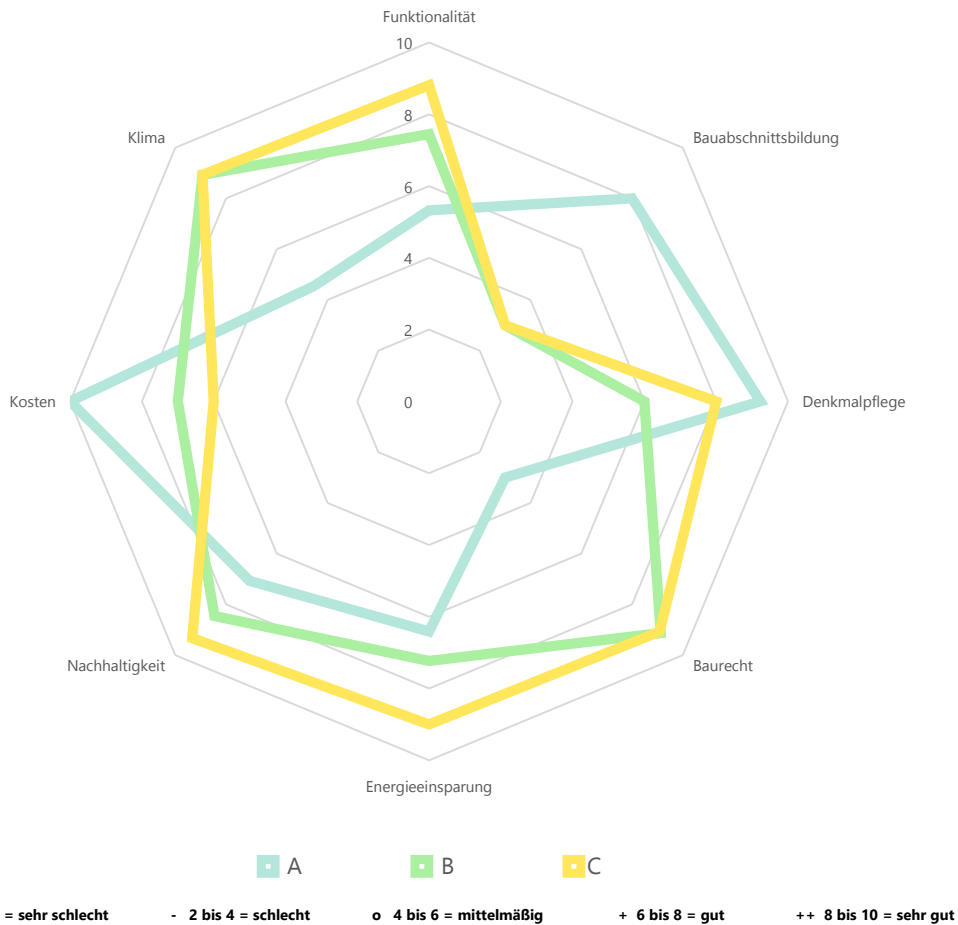


Abb. 16 Spinnendiagramm Zusammenfassung Nutzung  
 Brenne Architekten

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 6.0 Variantenuntersuchung

### 6.1 Architektur



#### GRUNDRISSVARIANTE A

Der Sanierungsstrategie „Erhalt und Ertüchtigung“ wurde eine Grundriss-Struktur zugeordnet, die dem Bestand weitestgehend entspricht. Im Erdgeschoss wird das Café im Foyer zurückgebaut, um das bauzeitliche Erscheinungsbild wiederherzustellen. Das Café wird in einem ehemaligen Seminarraum im Westen eingerichtet. Das Studentenbüro wird im Osten in einem ehemaligen Vorbereitungs- und Lagerraum untergebracht. Der Hörsaal, sowie die Obergeschosse bleiben weitestgehend unverändert. In den zwei Obergeschossen werden die Räume im Norden und Süden der Wendeltreppe zu einer Teeküche und einem Seminarraum umgebaut. Die Wände zum Treppenraum werden als Pfosten-Riegel-Glaskonstruktion ausgeführt, so dass der Treppenraum auch von der Seite natürlich belichtet werden kann und als Präsentationsfläche für die wissenschaftlichen Ausstellungen an Qualität gewinnt. Die zentrale Teeküche würde dazu beitragen die Kommunikation zwischen den Wissenschaftlern und den diversen Arbeitsgruppen verstärken. Die Nutzungen bleiben im Zwischengeschoss, im Technikgeschoss und im Untergeschoss erhalten. Die Technik würde in dieser Variante nur ertüchtigt werden. Die Ausstattung der Laborräume und Büros im Obergeschoss, die WC-Anlagen, sowie der Fußbodenbelag in den Fluren werden nach dem heutigen Standard erneuert. Die erforderlichen Ertüchtigungsmaßnahmen für den Brandschutz (Vorabzug Brandschutzgutachten) werden in dieser Variante ebenfalls berücksichtigt.

#### GRUNDRISSVARIANTE B

Neben dem Erhalt der vorhandenen Grundriss-Struktur besteht die Möglichkeit, im Zuge der erforderlichen Erneuerung der Gebäudetechnik auch Raum-Zuordnungen und -Größen zu überprüfen und dazu eine Grundriss-Variante zu entwickeln. Der Sanierungsstrategie „Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch“ wurde eine Grundrissvariante zugeordnet, die auf dem Erhalt der Bestandsstruktur aufbaut. Das Technik- und das Zwischengeschoss bleiben in ihrer Funktion erhalten, werden aber hinsichtlich der Technik komplett erneuert. Im Zuge dessen können die Ein-Rohr-Heizung und die Lüftungskanäle erneuert werden. Dies ermöglicht eine Umstrukturierung der Labor- und Büroräume im 1. und 2. Obergeschoss. Eine Verlagerung der Laborräume nach Süden und der Büroräume nach Norden kann erhebliche Einsparungen im Energieverbrauch bringen. Im Bestand wurden beide Nutzungen mit der gleichen Luftmenge durch eine Lüftung versorgt. In der Variante B würden nur die Labore künstlich belüftet werden. Der verstärkte Energieeintritt durch die südliche Ausrichtung kann durch die künstliche Lüftung besser kompensiert werden. Ein Zusammenschluss der Labore und die Erweiterung um eine Flurzone schaffen pro Geschoss zwei Laboreinheiten mit 260 m<sup>2</sup> und 150 m<sup>2</sup>. Die Labornebenzone im Kern des Gebäudes bleibt in ihrer Struktur erhalten. Jedem Laborarbeitsplatz wird ein vollwertiger Schreiarbeitsplatz außerhalb des Labors zugeordnet. Zudem befinden sich für die Hälfte der Arbeitsplätze Auswertplätze im Labor.

#### GRUNDRISSVARIANTE C

Der Sanierungsstrategie „Weiterbau nach aktuellem Standard“ wurde eine Grundrissvariante zugeordnet, die auf der Neustrukturierung des Zwischengeschosses, des 1. und 2. Obergeschosses und des Dachgeschosses aufbaut. Dazu werden die gebäudetechnischen Anlagen vor allem im Dachgeschoss gebündelt. Die Räume der Dunkelzonen (z. B. die Phytokammern) aus dem 1. und 2. Obergeschoss können dann im Zwischengeschoss zusammengeführt werden. Die räumlich entlasteten Laborgeschosse erhalten eine eindeutige Zonierung: Im Norden die Büro- und Serviceräume – und im Süden tiefe, flexible Laborräume. Eine Verlagerung der Laborräume nach Süden und der Büroräume nach Norden kann erhebliche Einsparungen im Energieverbrauch bringen. Im Bestand werden beide Nutzungen mit der gleichen Luftmenge durch eine Lüftung versorgt. In der Sanierungsvariante werden nur die Labore künstlich belüftet. Der verstärkte Energieeintritt durch die südliche Ausrichtung kann durch die künstliche Lüftung und das größere Raumvolumen besser kompensiert werden. In den zwei Obergeschossen wird eine zentrale Kommunikationszone im Bereich der Wendeltreppe eingerichtet. Im Norden und Süden der Wendeltreppe werden Teeküchen und Besprechungsräume angeordnet. Die Wände zum Treppenraum werden als Pfosten-Riegel-Glaskonstruktion ausgeführt, so dass der Treppenraum auch von der Seite natürlich belichtet werden kann und als Präsentationsfläche für wissenschaftliche Ausstellungen an Qualität gewinnt.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.1 Architektur**

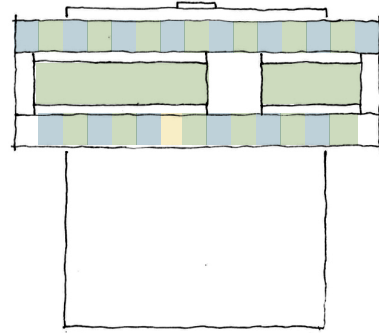
2

**GRUNDRISSVARIANTEN**



Bestand

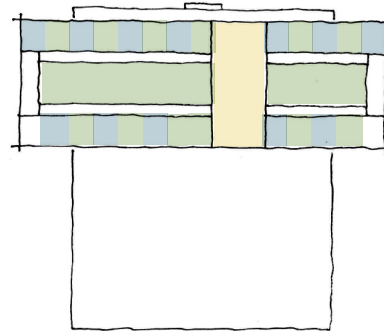
- Grundrissorganisation als 3-Bund
- Labortiefe 5 m
- Viele kleine Labore und Büros nach Norden und Süden orientiert



**A**

Erhalt und Ertüchtigung

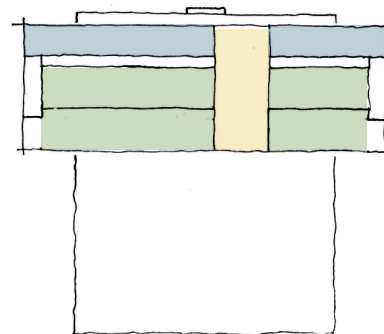
- Grundrissorganisation als 3-Bund
- Labortiefe 5 m
- Einrichtung einer zentralen Kommunikationszone



**B**

Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch

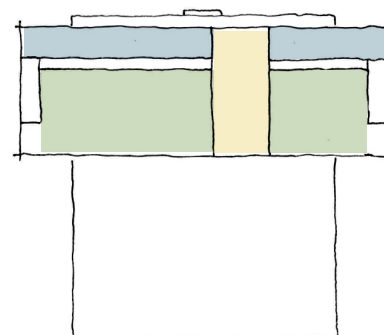
- Grundrissorganisation als 2-Bund
- Labortiefe 7,8 m
- Große Labore nach Süden, Büros im Norden
- Südlicher Flur wird der Laborlandschaft hinzugeschaltet
- Einrichtung einer zentralen Kommunikationszone



**C**

Weiterbau nach modernem Standard

- Grundrissorganisation als 2-Bund
- Labortiefe 15 m
- Große Labore nach Süden, Büros im Norden
- Laborlandschaft bietet größtmögliche Flexibilität
- Einrichtung einer zentralen Kommunikationszone
- Dunkelräume werden ins Zwischengeschoss verlagert






-  Labor
-  Büro
-  Kommunikation

Abb. 17 Schematische Grundrissdarstellung der Sanierungsvarianten  
 Brenne Architekten

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.1 Architektur**



**GRUNDRISSVARIANTE C**

Zukünftig können 6-10 große Labore im 1. und 2. Obergeschoss eingerichtet werden. Jedem Laborarbeitsplatz wird ein vollwertiger Schreibeplatz außerhalb des Labors zugeordnet. Zudem gibt es für die Hälfte der Arbeitsplätze einen Auswertepplatz im Labor. Die großen Labore mit einer Tiefe von 15,7 m bieten zweimal für je eine Arbeitsgruppe von 46 Personen Platz und zweimal für je eine Arbeitsgruppe von 22 Mitarbeitern. Damit erhöht sich die Anzahl der Laborarbeitsplätze auf 134 im 1. und 2. OG (im Vergleich Bestand: ca. 86 und nur ca. 37 Schreibeplätze).

Im Erdgeschoss wird der Hörsaal in ein weiteres Labor mit darüber liegender Büroebene umgewandelt. Die schräge Sitzebene wird eingeebnet und eine weitere Ebene wird eingezogen. Für die Belichtung des Labors sorgt ein überdachtes Atrium. Dieses kann vom Laborraum aus erschlossen werden und könnte als Auswertebereich oder Besprechungsraum genutzt werden. Zusätzlich ergeben sich visuelle Verbindungen zwischen Labor und Büro. Durch die Anordnungsweise und die zentrale Lage im Erdgeschoss könnten interdisziplinäre Forschungsprojekte, Gastprofessuren oder Unternehmenskooperationen für eine Nutzung angesprochen werden.

**VERGLEICH DER FLÄCHENKENNWERTE NACH BNB- BEWERTUNGSSYSTEM**

Die Flächeneffizienz nach dem BNB<sup>1</sup>-Bewertungsmaßstab<sup>2</sup> für Labor-Neubauten ist in Variante B am höchsten. Eine Steigerung der Flächeneffizienz trägt dazu bei, die Betriebskosten zu senken, die Räume für die Heizungs-, Lüftungs- und Kühlanlagentechnik zu reduzieren und das Arbeitsumfeld durch gut proportionierte Flächen positiv zu beeinflussen. Der Flächeneffizienzfaktor setzt sich aus der Summe der Nutzfläche und der Technikfläche, dividiert durch die Bruttogrundfläche zusammen.

| FLÄCHENKENNWERTE             | VARIANTEN                |                          |                          |                          |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                              | S                        | A                        | B                        | C                        |
| NF <sub>a</sub>              | 4.432,50 m <sup>2</sup>  | 4.432,20 m <sup>2</sup>  | 4.949,70 m <sup>2</sup>  | 5.671,70 m <sup>2</sup>  |
| NGF <sub>a</sub>             | 9.765,36 m <sup>2</sup>  | 9.783,36 m <sup>2</sup>  | 9.904,06 m <sup>2</sup>  | 10.123,96 m <sup>2</sup> |
| KGF                          | 1.133,65 m <sup>2</sup>  | 1.115,65 m <sup>2</sup>  | 994,95 m <sup>2</sup>    | 1.155,80 m <sup>2</sup>  |
| BGF                          | 10.899,01 m <sup>2</sup> | 10.899,01 m <sup>2</sup> | 10.899,01 m <sup>2</sup> | 11.279,76 m <sup>2</sup> |
| Gesamthüllfläche             | 13.124,48 m <sup>2</sup> | 13.124,48 m <sup>2</sup> | 13.124,48 m <sup>2</sup> | 13.124,48 m <sup>2</sup> |
| Energetisch relevante Fläche | 9.139,55 m <sup>2</sup>  | 9.139,55 m <sup>2</sup>  | 9.139,55 m <sup>2</sup>  | 9.139,55 m <sup>2</sup>  |
| BGF <sub>abc</sub>           | 11.252,41 m <sup>2</sup> | 11.252,41 m              | 11.252,41 m <sup>2</sup> | 11.633,16 m <sup>2</sup> |

Tab. 4 Variantenvergleich Kerndaten gesamtes Gebäude, Brenne Architekten

| BNB-BEWERTUNGS-<br>MASSSTAB | VARIANTEN |      |      |      |
|-----------------------------|-----------|------|------|------|
|                             | S         | A    | B    | C    |
| Flächeneffizienz faktor     | 0,60      | 0,60 | 0,64 | 0,62 |

Tab. 5 Variantenvergleich nach BNB-Bewertungsmaßstab, Brenne Architekten

<sup>1</sup> BNB Abkz. für "Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen" des Bundesbauministeriums.

<sup>2</sup> Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums, Neubau Laborgebäude, 2.2.1 Kriterium: Flächeneffizienz, Beschreibung  
 Definition: Flächeneffizienzfaktor ist der Quotient aus Nutzfläche geteilt durch Bruttogeschossfläche Bereich a und b (ohne Technikfläche), Bewertungsmaßstab  
 Zahlenbereich: <0,60 - 0,755, wobei 0,755 das Maximum ist.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016



**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.1 Architektur**

**VERGLEICH DER FLÄCHENKENNWERTE NACH IFBOR**

Ein Vergleich mit dem Durchschnittswert von 57 % des Instituts für Building Research (ifBOR) für Institutsgebäude für Lehre und Forschung<sup>3</sup> zeigt, dass das Verhältnis von Nutzfläche zu Bruttogrundfläche in Variante C mit 71 % die wirtschaftlichste Variante ist. Das Verhältnis von Verkehrsfläche zu Bruttogrundfläche ist in der Variante B und C mit 20 % (ifBOR = 21,00 %) am effizientesten.

Bei einer Betrachtung der Laborgeschosse zeigt der Vergleich mit den Durchschnittswerten nach ifBOR für Institutsgebäude, dass die Verkehrsfläche in den Varianten B und C sinnvoll reduziert wurde. Das Nutzflächen-Bruttogrundflächen-Verhältnis ist bereits im Bestand dem Vergleichswert ähnlich. In den Varianten B und C wird der Anteil der Nutzfläche an der Bruttogrundfläche noch weiter erhöht.

| IBOR-BEWERTUNGS-<br>MASSSTAB                         | VARIANTEN |      |      |      | ifBOR                                     |
|--|-----------|------|------|------|---|
|  | S         | A    | B    | C    | Durchschnittswert für<br>Institutsgebäude |
| VF <sub>a</sub> im Verhältnis zu<br>BG <sub>Fa</sub> | 31 %      | 31 % | 20 % | 20 % | 21 %                                      |
| NF <sub>a</sub> im Verhältnis zu<br>BG <sub>Fa</sub> | 56 %      | 56 % | 70 % | 71 % | 57 %                                      |

Tab. 6 Variantenvergleich mit ifBOR für Laborgeschosse 1. und 2. OG,  
 Brenne Architekten

**VERGLEICH DER FLÄCHENKENNWERTE NACH HIS-STUDIE**

Der Flächenfaktor liegt im Standardlabor für molekularbiologische-nasspräparative Arbeitsweise bei 8 m<sup>2</sup> pro Laborarbeitsplatz laut HIS-Studie zu Forschungszentren und Laborgebäuden<sup>4</sup>. Diese Größe ergibt sich aus dem Standardausbauraster von 1,15 m und einem konstruktiven Achsmaß von 6,90 m<sup>5,6</sup>. Aufgrund des größeren Ausbaurasters des Pflanzenphysiologischen Instituts (1,75 m) ergeben sich in allen Varianten großzügigere Flächengrößen pro Laborant. Die geringen Laborraumtiefen und die daraus resultierenden geringen Labortischlängen ergeben ein ungünstiges Verhältnis von Arbeitsfläche zu Verkehrswegen. Durch tiefere Laborräume in den Varianten B (8 m) und C (15 m) können längere Arbeitstische verwendet werden, und somit kann die Flächenausnutzung gesteigert werden. Die Nutzerbefragung ergab die Forderung, zukünftig jedem Laboranten einen vollwertigen Schreibeplatz außerhalb des Labors oder im Labor zur Verfügung zu stellen. Im Bestand und in der Variante A wird diese Forderung bisher unzureichend erfüllt.

3 BOGENSTÄTTER, Ulrich: Flächen- und Raumkennzahlen, ifBOR FRZ 2007-10, www.ifbor.eu, 10.2007, S. 9

4 CORDES, Silke, HOLZKAMM, Ingo: Forschungszentren und Laborgebäude, Organisation, bauliche Konzeption und Ressourcen-planung für Forschungsgebäude der Biowissenschaften, Chemie und Nanotechnologie, Hannover, 2007, S. 40 ff

5 GRÖMLING, Dieter: Die Planungsparameter Standort, Typus in: BRAUN, Haro; GRÖMLING, Dieter: Entwurfatlas für Technologiebau, Basel 2005, S. 44

6 Das Ausbauraster bewegt sich im Größenbereich von 1,05 m - 1,30 m und das konstruktive Achsmaß von 6,90 m - 7,20 m. Das klassische Achsmaß ist das Euro-Raster von 1,20 m.

7 Definition eines vollwertigen Schreibeplatzes nach BG RCI „Sicheres Arbeiten im Labor“ B 6.5.2 Bildschirmarbeitsplätze, S. 110: Pro Person wird eine Fläche von 8 m<sup>2</sup> (jede weitere Person in dem Raum 6 m<sup>2</sup>) benötigt, die Tischfläche beträgt min. die Maße 0,80 m x 1,60 m, es gibt genügend Ablagefläche für Ordner.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.1 Architektur**



**VERGLEICH DER FLÄCHENKENNWERTE MIT REFERENZGEBÄUDEN**

Flächenverhältniss für die keine Flächenkennwerte vorlagen, wurden mit ermittelten Kennwerten von drei Referenzgebäuden verglichen. Die Auswahl der drei Referenzgebäude wurde bewusst nur auf universitäre Institutsgebäude für Pflanzenbiologische Forschung beschränkt. Die drei Institutsgebäude sind nicht älter als 10 Jahre, daher können aktuelle Nutzungskonzepte und Entwicklungen im Laborbau nachvollzogen werden. Die Analyse der Flächen bezog sich auf ein Regel-Laborgeschoß und behandelte die Flächenverhältnisse von:

- Nutzfläche zu Bruttogeschossfläche
- Verkehrsfläche zu Nutzfläche 1.0 -7.0
- Bürofläche zu Laborfläche
- Nebenlaborfläche zu NF 3.0 Experimente
- Aufenthalt zu Nutzfläche 1.0 -7.0
- Kommunikationsfläche zu Nutzfläche 1.0 -7.0

Die Schwerpunkte der Betrachtung lagen auf dem Verhältnis von theoretischer und experimenteller Arbeitsweise und der Größe der Kommunikationsfläche und ihrer Lage im Gebäude.

Es handelt sich um folgende Referenzgebäude:

- NIOO-KNAW / Netherlands Institute for Ecological Research Wageningen
- ZMBP Zentrum für Molekularbiologie der Pflanzen / Universität Tübingen
- Institut für Botanik / TU Dresden

(Siehe Anhang für Steckbrief Referenzgebäude)

| FLÄCHENKENNWERTE /<br>GRÖSSEN                                     | VARIANTEN   |   |  |  | NIOO-KNAW  | ZMBP               | INSTITUT FÜR<br>BOTANIK                |
|---|---|---|--|--|--|--------------------|--|
|   | S   | A   | B  | C  | 1)   | 1)                 | 1)                                     |
| NF <sub>a</sub> 1-7 / BGF <sub>a</sub>                            | 55 %  | 56 %  | 70 %                                     | 72 %   | 83 %   | 58 %               | 63 %                                   |
| VF / NF <sub>a</sub>  | 56 %  | 56 %  | 29 %                                     | 29 %   | 23 %   | 37 %               | 55 %                                   |
| Verhältnis Bürofläche /<br>Laborfläche                            | 36 %  | 36 %  | 80 %                                     | 49 %   | 118 %  | 80 %               | 40 %                                   |
| Verhältnis Nebenlaborfläche /<br>NF 3 Experimente                 | 55 %  | 59 %  | 38 %                                     | flexibel<br>> 15 %   | 50 %   | flexibel<br>0-33 % | 16 %                                   |
| Verhältnis Aufenthalt / NF <sub>a</sub> 1-7                       | 3 %   | 6 %   | 5 %                                      | 5 %  | 13 %   | 1,4 %              | 1 %                                    |
| Verhältnis Kommunikationsflä-<br>che Gesamt / NF <sub>a</sub> 1-7 | 23 %  | 25 %  | 20 %                                     | 28 %   | 17 %   | 18 %               | 8 %                                    |
| Laborraumtiefe  | 5,0 m   | 5,0 m   | 8,0 m                                    | 15,0 m   | 7,2 m  | 22,0 m             | 7,0 m                                  |
| Laborraumgrößen   | 17 m <sup>2</sup><br>27 m <sup>2</sup><br>35 m <sup>2</sup> | 17 m <sup>2</sup><br>27 m <sup>2</sup><br>35 m <sup>2</sup> | 150 m <sup>2</sup><br>260 m <sup>2</sup> | 190 m <sup>2</sup><br>245 m <sup>2</sup><br>280 m <sup>2</sup> | 25 m <sup>2</sup><br>75 m <sup>2</sup><br>125 m <sup>2</sup> | 700 m <sup>2</sup> | 22 m <sup>2</sup><br>45 m <sup>2</sup> |

Tab. 7 Variantenvergleich mit Referenzgebäuden, Laborgeschosse 1. und 2. OG,  
 Brenne Architekten

1 Die Flächenermittlung der Referenzgebäude beruht auf geschätzten Werten.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.1 Architektur**

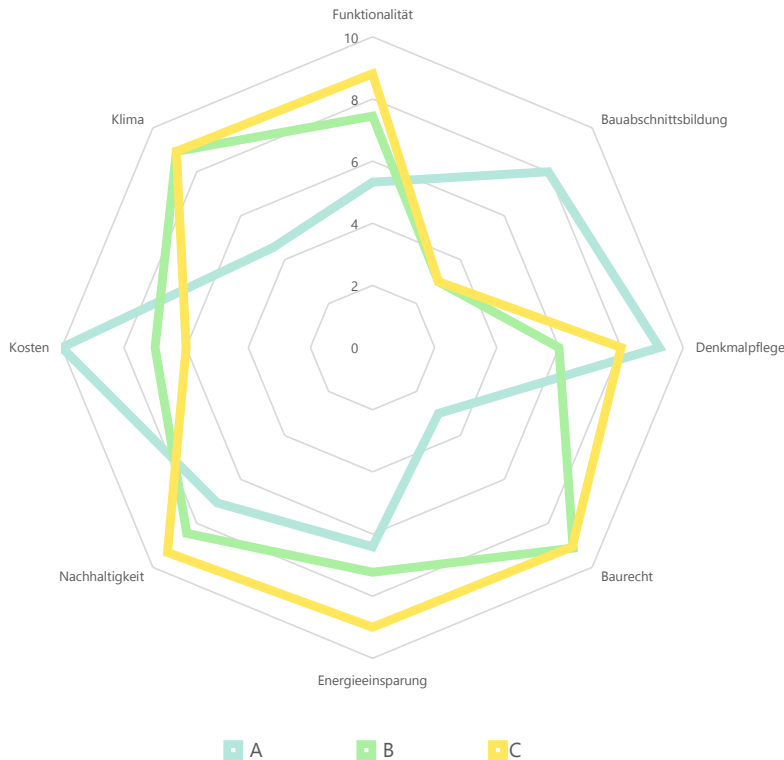


**BEWERTUNG DER VARIANTEN**

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass bei zwei der drei Referenzgebäuden der Anteil der Bürofläche im Verhältnis zur Laborfläche sehr hoch ist. Das theoretische Arbeiten nimmt durch das Voranschreiten der Technik einen immer bedeutenderen Stellenwert in der Forschungsarbeit ein. Durch digitale Vorgänge werden theoretische und experimentelle Arbeitsweise eng miteinander verknüpft.<sup>1</sup>

Diese Verknüpfung zeichnet sich in den Grundrissen ab. In jedem Grundriss sind Laborräume mit Büroräumen auf einer Etage vorhanden. Bei allen drei Referenzgebäuden haben die Laborräume eine größere Gebäudetiefe als die Büroräume. Der Vergleich zeigt, dass die Tendenz in Richtung größere Laborräume geht, da diese eine höhere Flexibilität ermöglichen<sup>2</sup>. Im ZMBP haben die Laborräume eine Größe von 700 m<sup>2</sup> und eine Tiefe von 22,0 m, hier können sogar die Labornebenräume nutzerspezifisch in den Laborraum eingefügt werden, ähnlich der Variante C (Labortiefe 15,0 m).

Von besonderem Interesse ist das Institutsgebäude NIOO-KNAW, als besonders nachhaltiges Gebäude und mit einer Grundrissorganisation als lineares Dreibund-System, die dem Bestandsgrundriss des Pflanzenphysiologischen Instituts ähnelt. Die Flächenverhältniszahlen der Varianten B und C des Pflanzenphysiologischen Instituts nähern sich den sehr guten Werten des NIOO-KNAWs an. Die Nutzungen sind klar voneinander getrennt, wobei die Labore nach Süden orientiert sind, wie in Variante B und C. Das NIOO-KNAW verfügt ebenfalls über drei Erschließungszonen, die besonders durch ihre Gestaltung und Großzügigkeit als Kommunikationsbereiche sehr gut funktionieren. Die potenzielle Kommunikationsfläche in den Forschungsebenen im Pflanzenphysiologischen Institut liegt sogar etwas höher als im NIOO-KNAW und bietet ein hohes Ausbau- und Nutzungs-Potential.



**LEGENDE** -- 0 bis 2 = sehr schlecht - 2 bis 4 = schlecht o 4 bis 6 = mittelmäßig + 6 bis 8 = gut ++ 8 bis 10 = sehr gut

Abb. 18 Spinnendiagramm Zusammenfassung Nutzung Brenne Architekten

1 Hegger S. 30; „Die allgegenwärtige digitale Verknüpfung von Hand- und Kopfarbeit, die eine unmittelbare Nachbarschaft von Bank und Bürotisch nahe legt.“

2 Hegger S. 28; „Größere räumliche Einheiten bieten mehr Anpassungsfähigkeit an heute noch nicht absehbare Veränderungen als kleinteiligere räumliche Zusammenhänge.“

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.2 Hülle**



**VARIANTE A – ERHALT UND ERTÜCHTIGUNG**

In Variante A wird der Erhalt der ursprünglichen Konstruktion angestrebt, um die Kriterien des Denkmalschutzes maximal zu berücksichtigen. Folglich ist das Maß der energetischen Verbesserung relativ gering und vorhandene bauphysikalische Problempunkte bleiben weiterhin bestehen beziehungsweise müssen anderweitig berücksichtigt werden. So werden in dieser Variante die transparenten Bauteile mit Stahlprofilen vom Baukörper abgenommen, aufbereitet und wieder eingebaut. Während dieser Arbeiten muss die Fassadenöffnung am Gebäude provisorisch verschlossen werden. Eine Weiternutzung der jeweiligen Bereiche ist nicht möglich, sodass man sich bei dieser Variante auch Gedanken über eine längerfristige Ersatzunterbringung der Nutzer machen muss. Fenster mit einer Isolierverglasung erhalten eine neue 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Bei den Verbundfenstern der Vorhangfassade des Laborriegels bleiben weiterhin zwei Einzelscheiben in den beiden Flügeln des Stahlverbundfensters bestehen. Lediglich die innere Scheibe wird durch ein K-Glas ersetzt, welches speziell für den Einsatz im Denkmalbereich geeignet ist. Die Anbringung von Photovoltaik wird auf Bereiche begrenzt, welche sowohl von außen als auch von Bereichen des Gebäudes nicht sichtbar sind.

Aufgrund des thermisch nicht getrennten Stahlprofils besteht weiterhin die Gefahr von Tauwasserausfall auf der Innenseite des Stahlrahmens. Um dies zu umgehen, wird als zusätzliche Sicherungsmaßnahme ein elektrisches Heizband an der Innenseite des Rahmens (direkt unter dem Fensterflügel) eingesetzt.

**VARIANTE B – ERTÜCHTIGUNG UND DENKMALGERECHTER AUSTAUSCH**

In dieser Sanierungsvariante werden die transparenten Hüllbauteile mit ihren thermisch nicht getrennten Stahlprofilen durch neue Elemente mit Stahlprofilen und thermisch getrenntem Steg aus glasfaserverstärktem Kunststoff von der Firma MHB ersetzt. Die Profile, basierend auf der Serie SL30-ISO®, entsprechen in Ihrer Form und Geometrie weitestgehend der ursprünglichen Fassade. Ähnliche Profile wurden auch schon bei der Sanierung des denkmalgeschützten Bauhauses in Dessau-Roßlau eingesetzt. Bei der Vorhangfassade des Laborriegels wird das bestehende Verbundfenster gegen ein Einfachfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ( $U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ) ausgetauscht. Da die neuen Fassadenbauteile bereits im Werk vorgefertigt werden, können diese am Gebäude direkt nach der Abnahme der alten Fassadenbauteile eingebaut werden. Die Bauzeit und damit auch die Kosten für die Behelfsunterbringung der Nutzer verringern sich somit.

Bei den opaken Brüstungspaneele der Vorhangfassade wird die derzeit vorhandene Schaumglasdämmung mit  $\lambda_{\text{alt}} = 0,047 \text{ W/(mK)}$  durch ein Vakuumisulationspaneel (VIP) mit  $\lambda_{\text{VIP}} = 0,007 \text{ W/(mK)}$  ersetzt. Durch diese niedrige Wärmeleitfähigkeit können auch bei geringen Schichtdicken sehr kleine U-Werte erreicht werden. In diesem Fall beträgt der U-Wert des opaken Brüstungspaneele  $U_{\text{paneel,neu}} = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Ein solch niedriger U-Wert ist bei der Verwendung einer herkömmlichen Dämmung nur mit einer höheren Dämmstoffdicke realisierbar. Thermische Berechnungen mit stationären Randbedingungen nach DIN 4108-2 ergaben eine minimale Oberflächentemperatur auf der Innenseite von  $13,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , was  $4,5 \text{ K}$  über der Taupunkttemperatur liegt. Folglich müssen bei Variante B im Vergleich zu Variante A keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen, wie z.B. elektrisch betriebene Heizbänder, eingesetzt werden.

Die Anbringung von Photovoltaik wird zusätzlich zu Variante A noch um die Dächer des Hörsaals und des EGs ergänzt. Diese sind zwar nicht von außen sichtbar, jedoch von den südlichen Räumen des Laborflügels.



**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.1 Hülle**

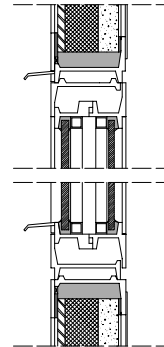
2

**FASSADENVARIANTEN: SANIERUNGSKONZEPTE STAHL-GLAS-VORHANGFASSADE**



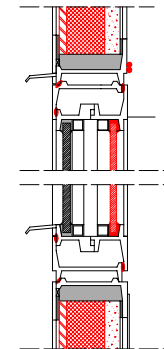
Bestand

- Nicht thermisch getrennte Stahl-Rahmen-Verbundfenster



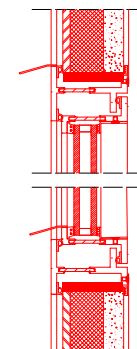
**A** Erhalt und Ertüchtigung

- Erhalt der nicht thermischen getrennten Stahlrahmenprofile
- Aufarbeitung der Profile
- Austausch der inneren Scheibe mit einem K-Glas
- Erneuerung der Dämmung im Opalelement



**B** Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch

- Erneuerung mit thermisch getrennten Stahlrahmenfenstern von MHB
- Einsatz von einer 2-fach-Isolierverglasung mit Wärmeschutzbeschichtung



**C** Weiterbau nach modernem Standard

- Erneuerung mit thermisch getrennten Stahlrahmenfenstern von Secco Sistemi
- Einsatz einer 3-fach-Isolierverglasung mit Wärmeschutz- und Sonnenschutzbeschichtung. Die äußere Scheibe wird als Weißglas ausgeführt, um ein möglichst farbneutrales Erscheinungsbild zu erhalten

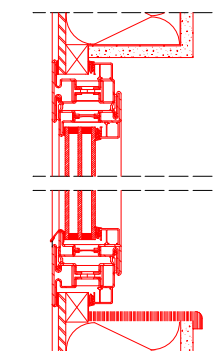


Abb. 19 Detailschnitt Stahl-Glas-Vorhangfassade, ohne Maßstab  
 TU Dresden

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.2 Hülle**



**VARIANTE C – WEITERBAU NACH AKTUELLEM STANDARD**

In Variante C wird die Vorhangfassade des Laborriegels mit neuen, thermisch getrennten, Stahlprofilen nachgebildet und die Verbundfenster werden gegen Einfachfenster mit 3-Scheiben-Isolierverglasung getauscht. Dieses Vorgehen wird auch bei den anderen transparenten Hüllbauteilen angewendet. Der Hauptunterschied liegt bei den verwendeten Bauteilen, die sich von der ursprünglichen Fassadenkonstruktion abheben. So bestehen die thermisch getrennten Stahlprofile nicht mehr aus Stahlvollprofilen, sondern aus Blechen, welche in Form gebogen werden. Die Verglasung ist eine 3-Scheiben-Isolierverglasung mit  $U_g = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Die opaken Brüstungspaneele der Vorhangfassade des Laborriegels erhalten eine neue Dämmung aus EPS, wodurch sich die Schichtdicke von 40 mm im Ausgangszustand auf 120 mm erhöht. Im Vergleich zu Variante B ergibt sich bei dieser Variante durch die Verwendung eines herkömmlichen Dämmstoffes im Vergleich zu VIP sowie eines in der Herstellung günstigeren Stahlprofils ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis, was jedoch Abstriche bei der Denkmalverträglichkeit mit sich bringt.

Die Anbringung von Photovoltaik wird in allen untersuchten Hüllflächen vorgesehen.

**BEWERTUNG DER VARIANTEN HÜLLE**

Eine Übersicht zu sämtlichen Maßnahmen für die jeweils drei Varianten der Hülle ist im Anhang hinterlegt. Die Betrachtung der drei Varianten mit Hilfe des bereits vorgestellten Bewertungssystems zeigte, dass die Maßnahmen aus Variante C den größten Nutzwert mit 7,13 aufwiesen. Dahinter folgte Variante B mit einem Nutzwert von 6,58. Variante A war dagegen das Schlusslicht mit einem Nutzwert von 5,88. Das Abschneiden der Varianten in Bezug auf die einzelnen Bewertungskategorien kann aus dem nachfolgenden Spinnendiagramm entnommen werden.



**LEGENDE** -- 0 bis 2 = sehr schlecht    - 2 bis 4 = schlecht    o 4 bis 6 = mittelmäßig    + 6 bis 8 = gut    ++ 8 bis 10 = sehr gut

Abb. 20 Bewertungsergebnisse der drei Sanierungsvarianten, TU Dresden

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**

**6.3 Technik**



**VARIANTE A**

Die Aufteilung der Raumnutzung bleibt im derzeitigen Zustand erhalten. Keine baulichen Veränderungen. Es werden nur technische Maßnahmen vorgenommen, die im Bestand möglich sind:

- Die Lüftungsanlagen bleiben, es werden nur effizientere Komponenten, vor allem Ventilatoren, eingesetzt
- Das Kunstlicht in den Büros und Laboren wird erneuert, ebenso in den Phytokammern

**VARIANTE B**

Die Nutzungsstruktur wird neu organisiert. Labore werden nach Süden hin orientiert, Büros nach Norden. Der Erschließungsflur im Süden wird dem Laborbereich zugeschaltet. Die Dunkelraumzone bleibt erhalten. Dadurch entstehen modulare Laboreinheiten, die einzeln betrieben oder stillgesetzt werden können. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit (und Möglichkeit) die alten Lüftungsanlagen zu ersetzen:

- Die Lüftungsanlagen werden komplett erneuert, die Systematik bleibt aber: Zuluft aus dem ZG, Abluft ins DG
- Die Einrohrheizung wird ersetzt durch ein Zweirohrsystem, die Heizkörper bleiben.
- Das Kunstlicht in den Büros und Laboren wird erneuert, ebenso in den Phytokammern

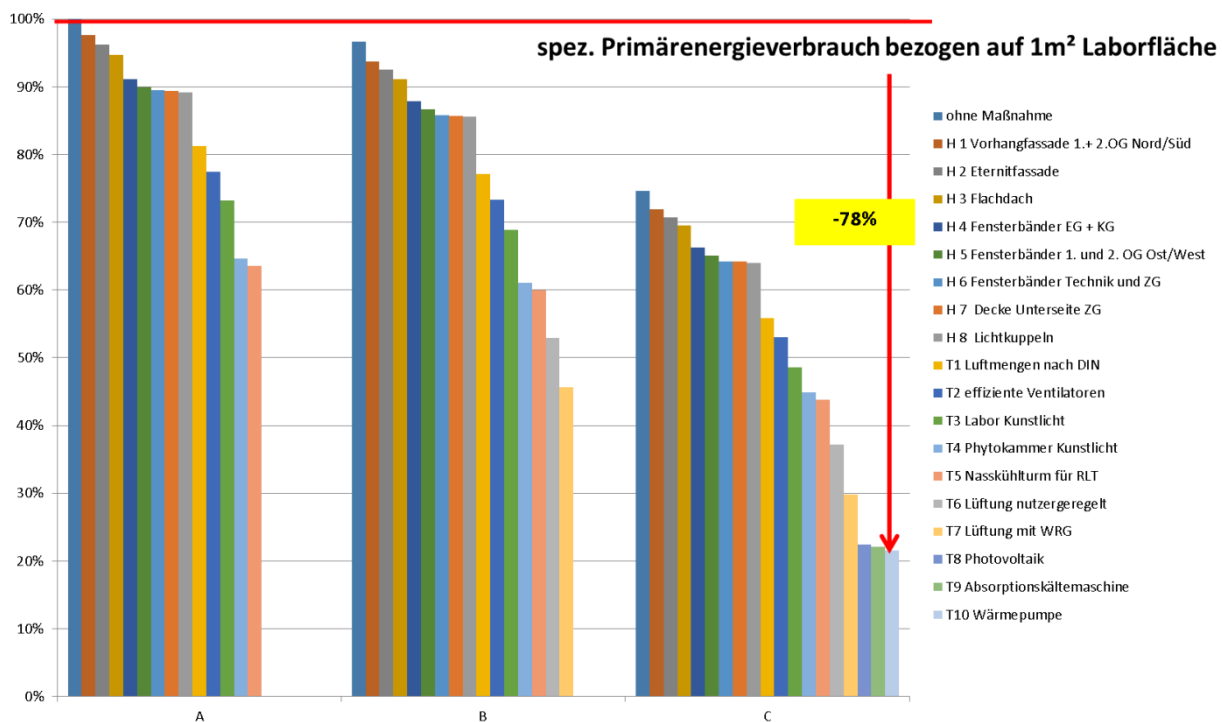


Abb. 21 Vergleich der Maßnahmen und deren Einsparwirkung, Transsolar

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

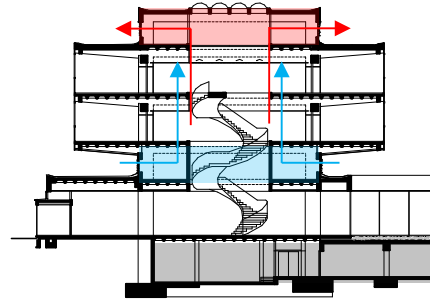
07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**  
**6.3 Technik**

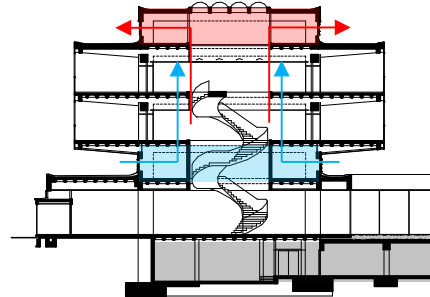
2

**TECHNIKVARIANTEN: LÜFTUNGSTECHNIK ZU- UND ABLUFT**

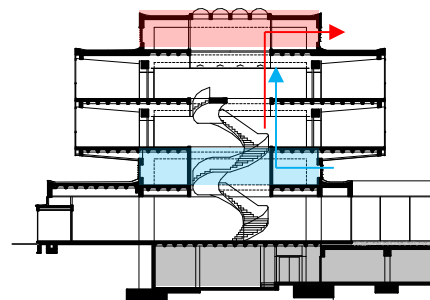
Bestand



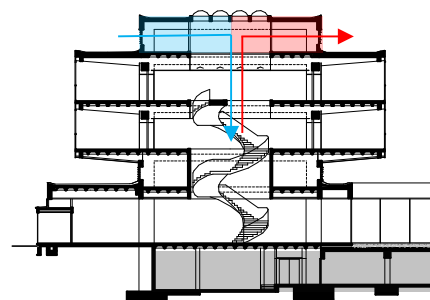
**A** Erhalt und Ertüchtigung



**B** Ertüchtigung und denkmalgerechter Austausch



**C** Weiterbau nach modernem Standard



 Zuluft  
 Abluft

Abb. 22 Schematische Darstellung des Lüftungskonzeptes, ohne Maßstab  
 Brenne Architekten

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**6.0 Variantenuntersuchung**  
**6.3 Technik**



**VARIANTE C**

Die Klimakammern und Phytokammern aus den Dunkleraumzonen des 1. und 2.OGs werden in das Zwischengeschoss verlagert. Die ehemalige Dunkelraumzone wird zu Laborfläche. Es entstehen große Laborlandschaften. Die Technik im Dachgeschoss wird mit neuer Technik ersetzt. Das Kellergeschoss beinhaltet die Raumluftechnik für das Erdgeschoss (Lehre, Laboratorien):

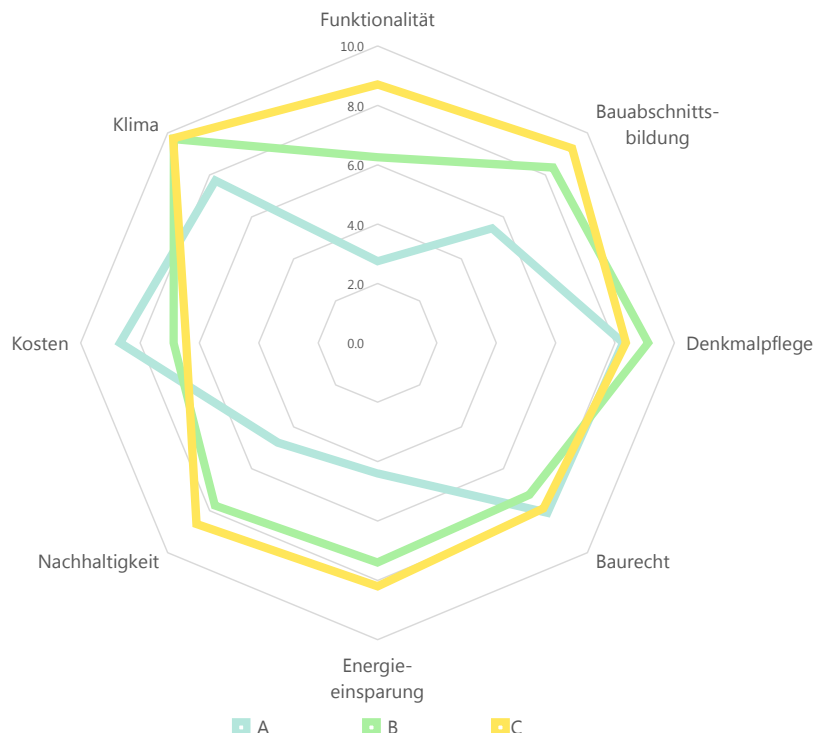
- Das Zwischengeschoss beherbergt Klima- und Phytokammern mit entsprechender Technik..
- Das Kunstlicht in den Büros und Laboren wird erneuert, ebenso in den Phytokammern
- Die Lüftungsanlagen werden komplett erneuert, die Systematik wird geändert, alle RLT-Anlagen sind jetzt im DG (und evtl. auf dem Dach)
- Die Dachflächen erhalten Photovoltaikanlagen

Optionen (nicht in der Kostenrechnung enthalten):

- Die Labore erhalten Kühldecken, die im Winter auch die Heizung übernehmen. Keine Heizkörper an der Fassade.
- Die neuen Phytokammern im ZG bekommen neue Klimaanlage in CO<sub>2</sub>-Technik.
- Eine Wärmepumpe ersetzt für den Labortrakt den Fernwärmeanschluss. Der Labortrakt heizt sich selbst aus seiner eigenen Abwärme.
- Die Dachflächen erhalten Photovoltaikanlagen mit integrierten thermischen Kollektoren, die die Wärmepumpe speisen, Stichwort: Anergienetz

**BEWERTUNG DER VARIANTEN**

Die Auswertung der Varianten Technik zeigt, dass die Variante C den besten Lösungsansatz bietet, gefolgt von der Variante B. Die Variante A schneidet unter funktionalen und energetischen Gesichtspunkten, sowie in der Nachhaltigkeit schlecht ab.



**LEGENDE** -- 0 bis 2 = sehr schlecht - 2 bis 4 = schlecht o 4 bis 6 = mittelmäßig + 6 bis 8 = gut ++ 8 bis 10 = sehr gut

Abb. 23 Bewertungsergebnisse Technik der drei Sanierungsvarianten, Transsolar

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**7.0 Vorzugsvariante**

**7.1 Architektur**



**MASSNAHMENBESCHREIBUNG**

Im Zuge der erforderlichen Erneuerung der Gebäudetechnik und der Gebäudehülle wurden auch die Raum-Zuordnungen und -Größen überprüft und dazu eine Grundriss-Variante entwickelt, die die Zukunftsfähigkeit durch eine höhere Flexibilität in der Nutzungsweise und eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Flächen wiederherstellt. Die Sanierungsstrategie basiert auf der Neustrukturierung des Zwischengeschosses, des 1. und 2. Obergeschosses und des Technikgeschosses. Dazu werden die gebäudetechnischen Anlagen vor allem im DG gebündelt. Die Räume der Dunkelzonen (z. B. die Phytokammern, Konstanträume) aus dem 1. und 2. Obergeschoss können dann im Zwischengeschoss zusammengeführt werden. Die räumlich entlasteten Laborgeschosse erhalten eine eindeutige Zonierung: Im Norden die Büro- und Serviceräume – im Süden tiefe, flexible Laborlandschaften.

Eine Verlagerung der Laborräume nach Süden und der Büroräume nach Norden kann erhebliche Einsparungen im Energieverbrauch bringen. Im Bestand werden beide Nutzungen mit der gleichen Luftmenge durch eine Lüftung versorgt. In der Sanierungsvariante werden nur die Labore künstlich belüftet. Der verstärkte Energieeintritt durch die südliche Ausrichtung kann durch die künstliche Lüftung und das größere Raumvolumen besser kompensiert werden.

In den zwei Obergeschossen wird eine zentrale Kommunikationszone im Bereich der Wendeltreppe eingerichtet. Im Norden und Süden der Wendeltreppe werden Teeküchen und Besprechungsräume angeordnet. Die Wände zum Treppenraum werden als Pfosten-Riegel-Glaskonstruktion ausgeführt, so dass der Treppenraum auch von der Seite natürlich belichtet werden kann und als Präsentationsfläche für wissenschaftliche Ausstellungen an Qualität gewinnt.

Jedem Laborarbeitsplatz wird ein vollwertiger Schreivarbeitsplatz außerhalb des Labors zugeordnet. Zudem gibt es für die Hälfte der Arbeitsplätze einen Auswertepplatz im Labor. Die großen Labore mit einer Tiefe von 15,7 m bieten Laborarbeitsplätze für vier Arbeitsgruppen von je 23 Mitarbeitern und für zwei Arbeitsgruppen von je 21 Mitarbeitern. Damit erhöht sich die Anzahl der Laborarbeitsplätze auf 134 Stück im 1. und 2. OG (im Vergleich Bestand: ca. 75 und nur ca. 49 Schreivarbeitsplätze außerhalb der Labore).

| VARIANTE        | NF 1-7               | LABORFLÄCHE 1./2.OG<br>(OHNE NEBENLABORE) | ANZAHL DER LABORE | LABORARBEITSPLÄTZE |                            |
|-----------------|----------------------|---|-------------------|--------------------|----------------------------|
|                 |                      |   |                   |                    |                            |
| Bestand         | 4.430 m <sup>2</sup> | 830 m <sup>2</sup>                        | 27 Stk.           | ca. 75 Stk.        | ca. 12 m <sup>2</sup> / P  |
| Vorzugsvariante | 5.670 m <sup>2</sup> | 1.400 m <sup>2</sup>                      | 6-10 Stk.         | ca. 134 Stk.       | 10 - 11 m <sup>2</sup> / P |

Tab. 8 Vergleich von Flächenkennwerten Bestand und Vorzugsvariante  
 Brenne Architekten

Zum Vergleich liegt der Flächenfaktor in Standardlabore für molekularbiologische-nasspräparative Arbeitsweisen bei 8 m<sup>2</sup> pro Laborarbeitsplatz laut HIS-Studie zu Forschungszentren und Laborgebäuden<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> CORDES, Silke; HOLZKAMM, Ingo: *Forschungszentren und Laborgebäude, Organisation, bauliche Konzeption und Ressourcenplanung für Forschungsgebäude der Biowissenschaften, Chemie und Nanotechnologie*, Hannover, 2007, S. 41

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**7.0 Vorzugsvariante**

**7.1 Architektur**

3



Abb. 24 Perspektive Zentrale Kommunikationszone im 1. und 2. OG, Blick vom Seminarraum zur Teeküche, Brenne Architekten

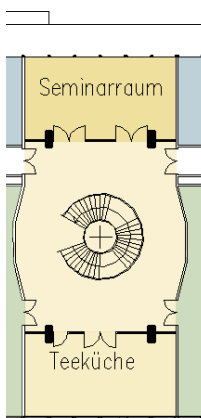


Abb. 25 Perspektive Zentrale Kommunikationszone, Brenne Architekten

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**7.0 Vorzugsvariante**

**7.1 Architektur**



**ERDGESCHOSS**

- Revitalisierung des Foyers
- Verlagerung des Cafés aus dem Foyer an die Gebäudeseite West mit Gartenausgang
- Verlagerung des Studentenbüros an die Gebäudeseite Ost

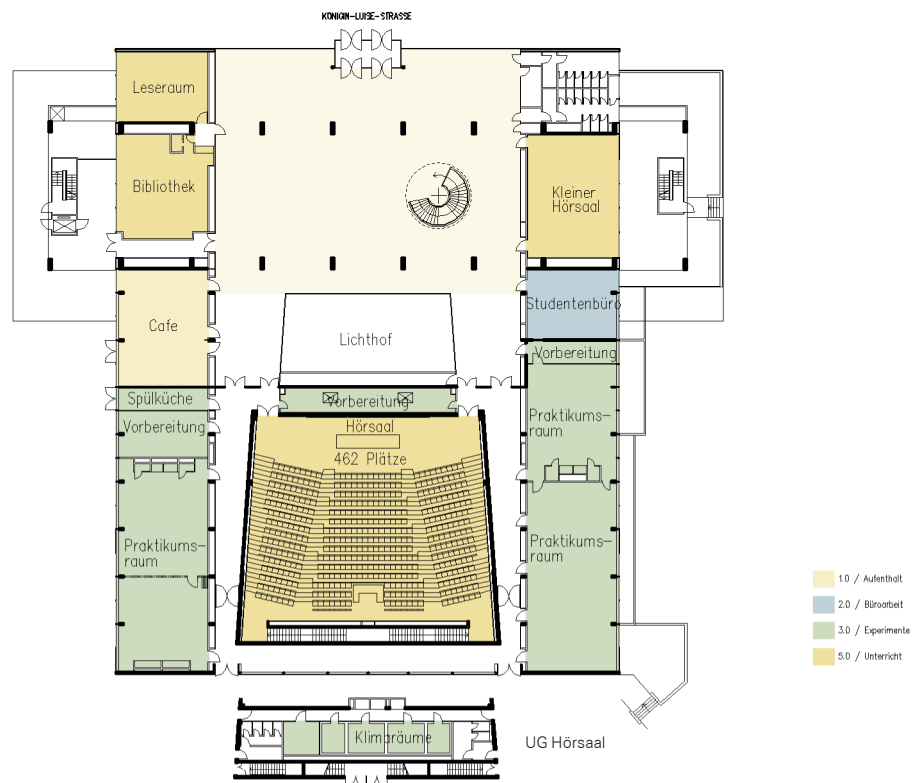


Abb. 26 Grundriss Vorzugsvariante Erdgeschoss, Maßstab 1:750  
 Brenne Architekten





**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

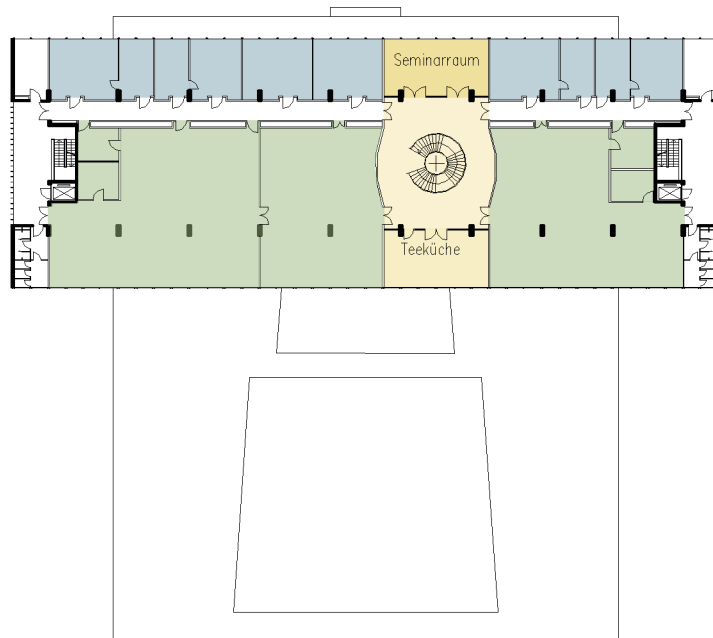
**7.0 Vorzugsvariante**

**7.1 Architektur**



**1. UND 2. OBERGESCHOSS**

- Schaffung von Kommunikationszonen an den Erschließungen
- Verlagerung der Dunkelräume in das Zwischengeschoss
- Schaffung einer tiefen, flexiblen Laborlandschaft im Süden
- Laborlandschaft kann offen oder in kleinere Module unterteilt werden
- Verlagerung der Bürozone nach Norden



- 1.0 / Aufenthalts
- 2.0 / Büroarbeit
- 3.0 / Experimente
- 5.0 / Unterricht

Abb. 27 1./2.OG Grundriss Vorzugsvariante © Brenne Architekten



**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

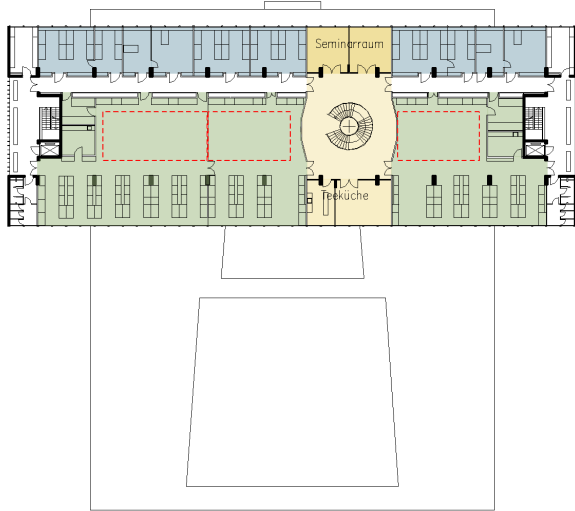
**STAND**

07.04.2016

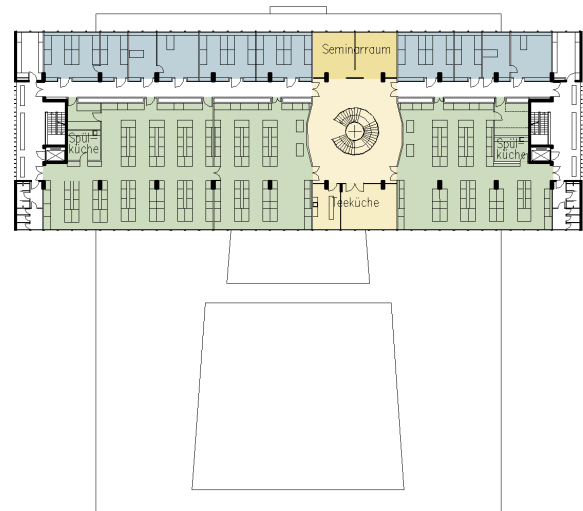
**7.0 Vorzugsvariante**  
**7.1 Architektur**



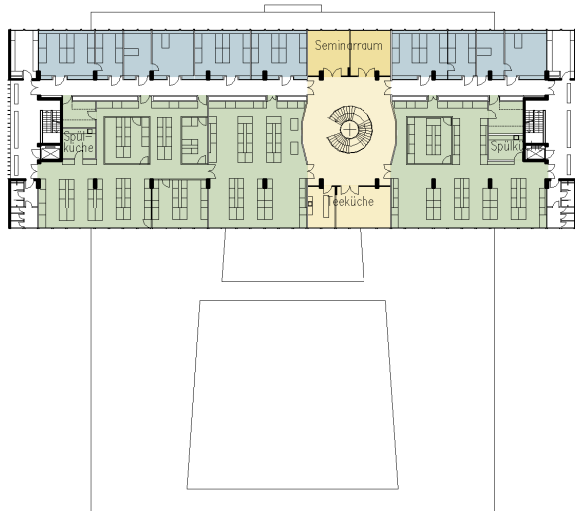
**MÖBLIERUNGSVARIANTEN 1. / 2. OG**



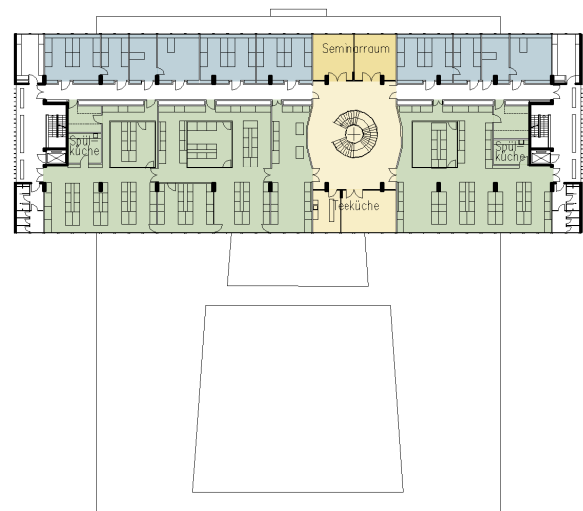
Flexible Fläche für nutzerspezifische Einrichtung (rot markiert), Arbeitsplätze am Fenster für natürliche Belichtung



Maximale Anzahl an Laborarbeitsplätzen, drei Labore pro Etage



Raum-in-Raum-Einbauten für Sonderlabore und Ruhezeiten, drei Labore pro Etage



Raum-in-Raum-Lösungen für Sonderlabore und Ruhezeiten, vier Labore pro Etage

Abb. 28 Grundriss Vorzugsvariante, 1.OG, Vier Möblierungsvarianten, ohne Maßstab © Brenne Architekten

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 7.0 Vorzugsvariante

### 7.2 Hülle



#### MASSNAHMENBESCHREIBUNG

Für die Vorzugsvariante wurde für die meisten Bauteile die Sanierungsvariante C verwendet, da diese häufig den größten Nutzwert aufwies. Bauteile, wie z.B. die Pfosten-Riegel-Konstruktion im Foyer des EG oder die opaken Außenwandverkleidungen mit Faserzement stammen dagegen aus den Varianten A oder B. Eine Übersicht der jeweils gewählten Sanierungsvariante in Abhängigkeit des betrachteten Bauteils ist in Anhang zu finden.

#### THERMISCHE BAUTEILSIMULATIONEN

Um eine Bauschadensfreiheit durch die Maßnahmen an der Gebäudehülle zu gewährleisten, wurde für relevante Anschlussdetails eine thermische Bauteilsimulation durchgeführt. Ziel war es, neben der Bestimmung der innerseitigen Oberflächentemperaturen auch die Kondensatbildung im Bauteilinneren (durch die Ausgabe der überhygroskopischen Luftfeuchte  $\phi > 95\%$ ) zu untersuchen.

Die innenseitigen Oberflächentemperaturen, bestimmt sowohl unter stationären Randbedingungen nach DIN 4108-2 (2011-10) ( $\theta_i = 20\text{ °C}$ ,  $\phi_i = 50\%$ ,  $\theta_a = -5\text{ °C}$ ,  $\phi_a = 80\%$ ), als auch unter instationären Randbedingungen (innen = sinusförmiger Temperaturverlauf zur Abbildung einer Nachtabsenkung, außen = extremes winterliches Testreferenzjahr des DWD), sollen einen Aufschluss über die Gefahr von Tauwasserausfall und (wo möglich) Schimmelpilzbildung geben. Weiterhin erhält man vor allem durch die Simulation mit instationären Randbedingungen realistische Temperaturverläufe, da die Wärmespeicherung der Bauwerksmasse mit einbezogen wird. Die Simulationsdauer wird dabei mit zwei Jahren angesetzt, wobei das erste Jahr für den Einschwingvorgang vorgesehen ist und das zweite zur Auswertung. Als Startdatum wird der 1. August verwendet, um die kritischen Wintermonate in das Zentrum der Ausgaben zu erhalten.

Als Ausgabe erhält man für jedes Anschlussdetail die Temperaturverteilung unter stationären Randbedingungen sowie den Temperaturverlauf an einem kritischen Punkt über einen längeren Zeitraum unter instationären Randbedingungen. Zudem wird die anfallende Kondensatmenge für jedes Detail über den Zeitraum von einem Jahr unter instationären Randbedingungen betrachtet.

Die Berechnungen ergaben, dass in den kritischen Detailpunkten immer ausreichend hohe Innenoberflächentemperaturen vorhanden waren (vgl. Abbildung 29). Unter stationären Randbedingungen liegen diese immer über der Taupunkttemperatur von  $9,3\text{ °C}$  und über der kritischen Temperatur für Schimmelpilzwachstum von  $12,6\text{ °C}$ . Auch bei Simulationen mit instationären Randbedingungen, in welchen die Außentemperaturen im ungünstigen Fall um bis zu  $10\text{ K}$  niedriger sind als bei stationären Randbedingungen, wird die Taupunkttemperatur nie unterschritten. Die kritische Temperatur zum Schimmelpilzwachstum wird dagegen nur bei den Detailpunkten der Vorhangfassade, speziell in der Nähe der Fensterrahmen, kurzzeitig unterschritten. Solange hier keine Unterschreitung über mehrere Stunden vorliegt, ist die Gefahr von Schimmelpilzbildung jedoch relativ gering. Auf den metallischen Oberflächen der Fensterprofile findet zudem gar kein Schimmelpilzwachstum statt.

PROJEKT

Pflanzenphysiologisches Institut

BETREFF

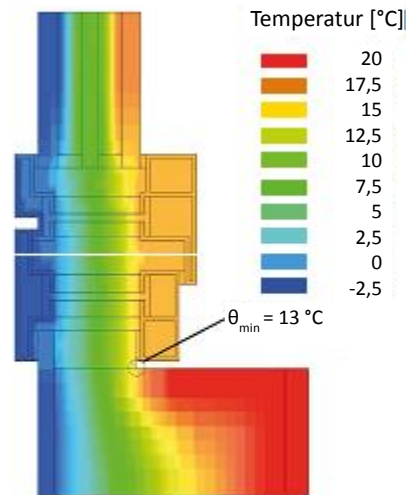
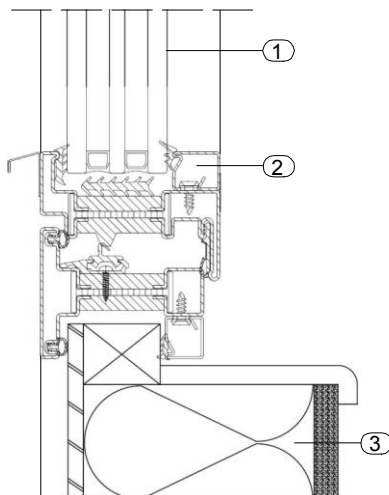
Konzeptstudie

STAND

07.04.2016

7.0 Vorzugsvariante

7.2 Hülle



1. Dreischeiben-Isolierverglasung  
 $U_g = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2. Stahlrahmen thermisch getrennt  
 (Secco Sistemi EBE 85)
3. Brüstungselement mit  
 EPS-Dämmplatte WLG 031  
 $U_{\text{Panel}} = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Abb. 29 Vertikalschnitt 1-1, Detailpunkt "Fenster/Stahlrahmen/opakes Brüstungspaneel der Vorzugsvariante, TU Dresden

**THERMISCHE GEBÄUDESIMULATION / HEIZWÄRME- UND STROMBEDARF**

In Anlehnung an die in Kapitel 4.2 beschriebene Vorgehensweise wurde für die Vorzugsvariante sowohl der Heizwärme- und Strombedarf für Kühlung als auch der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes geführt. Als Klimarandbedingungen wurden wieder die Testreferenzjahre (TRY) des DWD für die Station Potsdam verwendet. Die TRY bestehen aus Datensätzen, die sowohl das derzeitige Klima als auch das projizierte Klima für den Zeitraum von 2021 bis 2050 abbilden. Durch die Berechnung mit beiden Datensätzen kann aufgezeigt werden, inwiefern sich der Heizwärme- und Strombedarf für Kühlung in der Zukunft ändern werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den monatlichen Heizwärme- und Strombedarf sowohl für aktuelle als auch für zukünftig anzusetzende Klimarandbedingungen. Damit würden sich aktuell ein Heizwärmebedarf von 1231,8 MWh und ein Strombedarf von 284,1 MWh ergeben. Unter zukünftigen Klimarandbedingungen sinkt der Heizwärmebedarf auf 1070,6 MWh, wohingegen der Strombedarf für die Kühlung leicht ansteigt auf 296,9 MWh (vgl. Abbildung 20). Diese Entwicklung macht deutlich, dass die Betrachtung des sommerlichen Wärmeschutzes bzw. die Begrenzung des Kühlbedarfes in Zukunft einen größeren Stellenwert bei der energetischen Betrachtung eines Gebäudes haben wird.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

7.0 Vorzugsvariante

7.2 Hülle

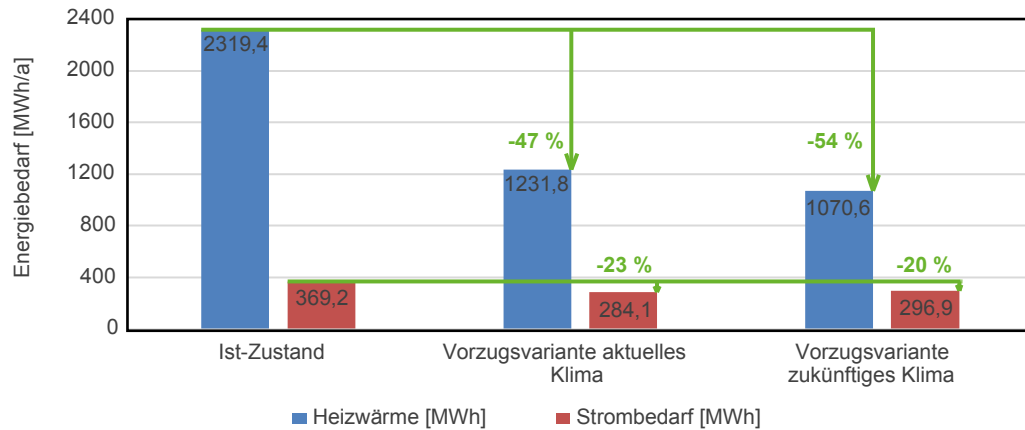


Abb. 30 Jährlicher Energiebedarf für den Ist-Zustand und die Vorzugsvariante unter verschiedenen Klimarandbedingungen, TU Dresden

**THERMISCHE GEBÄUDESIMULATION / SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ**

Auch der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde mit aktuellen und zukünftigen Klimarandbedingungen geführt, um auch hier den Einfluss des Klimawandels abzubilden. Für die kritischen Räume im Laborflügel sowie einem Raum im Erdgeschoss zeigt sich, dass nur der Raum im Erdgeschoss den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes (Übertemperaturgradstunden < 500) sowohl aktuell als auch in der Zukunft erfüllt. Bei den Räumen im Laborflügel weisen die Nordräume geringere Temperaturen auf als die Südräume.

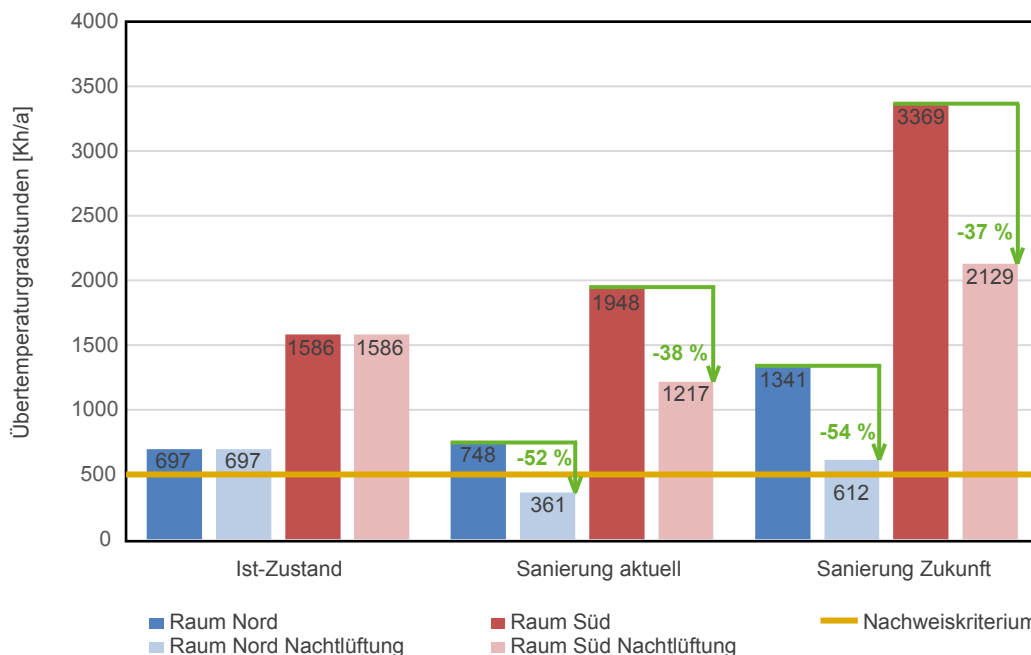


Abb. 31 Übertemperaturgradstunden in den kritischen Räumen des Laborflügels für aktuelle und zukünftige Klimarandbedingungen mit und ohne Nachtlüftung, TU Dresden

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**7.0 Vorzugsvariante**  
**7.2 Hülle**



**THERMISCHE GEBÄUDESIMULATION / SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ**

Bei Ansatz einer Nachtlüftung (z.B. über geöffnete Fenster oder die RLT-Anlage) in den Räumen des Laborflügels zeigt sich, dass der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes zumindest in den Nordräumen unter aktuellen Klimarandbedingungen erfüllt wird (vgl. Abbildung 31). Für zukünftige Klimarandbedingungen wird er dagegen um 22 % überschritten. Die Räume im Süden reagieren zwar ebenfalls positiv auf die Nachtlüftung, das Nachweiskriterium von 500 Übertemperaturgradstunden wird aber nicht eingehalten. Für diese Räume muss eine zusätzliche Kühlung über die Anlagentechnik vorgesehen werden. Diese ist aufgrund der Labornutzung sowieso bereits vorgesehen.

**POTENTIAL PV-AUSBAU**

Durch den Einsatz von Photovoltaik kann das PPI einen Teil zur Umsetzung der Energiewende beitragen, indem es den Zubau erneuerbarer Energien unterstützt. Vorteilhaft ist hier vor allem, dass die am Gebäude durch die PV erzeugte Energie zur Deckung des, bedingt durch die spezielle Nutzung als Laborgebäude, relativ hohen Strombedarfs herangezogen werden kann.

In einer Studie wurde das Potential zur Anbringung von PV in der Gebäudehülle untersucht. Dazu zählt sowohl die konstruktive Möglichkeit zum Anbringen von PV-Modulen (Beachtung von Bautechnik und Verschattungssituation), als auch eine überschlägige Ertragsberechnung. Weiterhin wurde darauf geachtet, dass die Module das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes nicht beeinflussen.

Die überschlägige Ertragsberechnung zeigt, dass unter Nutzung sämtlicher geeigneter Flächen jährlich ca. 123 MWh Strom durch PV-Anlagen erzeugt werden kann. Dies entspricht ungefähr einem Drittel des jährlichen Strombedarfes für Kühlung. Es ist jedoch zu beachten, dass der Zeitpunkt der PV-Stromerzeugung nicht immer deckungsgleich mit dem Zeitpunkt des Strombedarfes ist und deshalb in der Praxis nicht wirklich sämtlicher PV-Strom selbst genutzt werden kann. Es wird allerdings auch ersichtlich, dass es bei manchen Flächen nicht wirtschaftlich bzw. denkmalpflegerisch sinnvoll ist, PV-Module zu installieren.

Der gesamte Bericht zum Potential von PV-Nutzung am PPI mit den zugehörigen Berechnungen und Auswertungen für die einzelnen Hüllbauteile ist im Anhang zu diesem Dokument zu finden.

**FAZIT**

Die Energieeinsparung der Gebäudehülle hängt vor allem von den angesetzten Klimarandbedingungen ab. Da man annehmen muss, dass sich diese infolge des Klimawandels ändern, wurden die Berechnungen zunächst mit aktuell anzusetzenden Klimarandbedingungen durchgeführt. Weiterhin wurden auch Klimarandbedingungen verwendet, welche das zukünftige Klima abbilden sollen.

Es zeigte sich, dass nach aktuellen Klimarandbedingungen durch die Vorzugsvariante der Heizwärmebedarf um ca. 47 % im Vergleich zum Ausgangszustand reduziert werden kann. Der Strombedarf für Kühlung lässt sich dagegen um 23 % reduzieren. Betrachtet man die Ergebnisse bei der Berücksichtigung zukünftiger Klimarandbedingungen, kann der Heizwärmebedarf durch die Vorzugsvariante sogar um 54 % reduziert werden. Der Strombedarf für Kühlung dagegen nur um 20 %. Die Entwicklung der Ergebnisse zeigt, dass die durchschnittliche Temperatur mit fortschreitendem Klimawandel zwar positiv auf den Heizwärmebedarf, jedoch negativ auf den Strombedarf für Kühlung wirkt. Dennoch wird auch mit fortschreitender Erwärmung der Heizwärmebedarf die vorrangige Energiegröße bleiben.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**7.0 Vorzugsvariante**

**7.3 Technik**



**MASSNAHMENBESCHREIBUNG**

Momentan befinden sich Büros und Labore nebeneinander und sind beide an die gleiche Laborlüftungsanlage angeschlossen. Die Neuordnung der Grundrisse ist eine wichtige Voraussetzung um eine effizientere Betriebsweise zu ermöglichen. Erst dadurch ist es möglich, Bereiche mit hohen Lüftungsanforderungen und Bereiche mit geringen Anforderungen zu bilden und diese gezielt auszustatten und zu betreiben:

- Zonierung nach Lüftungsbedarf (gering: Büro – mittel: Auswertplätze – hoch: Versuchsvorbereitung und -durchführung)
- Flexibilität bei der Bildung von Zonen
- Bedarfsweiser Betrieb der Lüftung

Weiterhin ermöglicht es die Neuordnung, entsprechend dimensionierte neue Lüftungsanlagen modulweise zu installieren und mit einer Wärmerückgewinnung zu versehen.

Im Bereich Stromsparen gewinnt die effiziente Nutzung der Phytokammern besondere Bedeutung

- Reduktion der Anzahl der großen Phytokammern und Ersatz durch mobile Klimaschränke in den Laboren

Wichtige Verbesserungen sind auch im Bereich Kunstlicht vorgesehen

- Ausstattung der Labore mit effizienten LED-Leuchten mit Präsenzmelder
- Ausstattung der verbleibenden Phytokammern mit LED-Pflanzenleuchten

Die Kälteerzeugung wird um eine Absorptionskältemaschine ergänzt. Die Maßnahme ist allerdings nur in der Zusammenschau mit den angeschlossenen Gewächshäusern des Freigeländes sinnvoll.

Die Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlage wurde in Kapitel Gebäudehülle untersucht. Sie macht nur Sinn, wenn stromsparende Maßnahmen bereits umgesetzt sind.

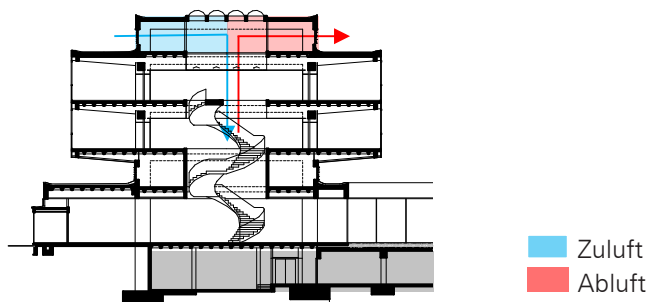


Abb. 32 Anordnung der Zu- und Abluftanlagen im Dachgeschoß, Variante C, Brenne Architekten

**PROGNOSE ENERGIEVERBRAUCH**

Gesamte Einsparungen pro Jahr durch gebäudetechnische Maßnahmen (ohne Absorptionskältemaschine):

Wärme: ca. 780 MWh

Strom: ca. 550 MWh

Kostenersparnis pro Jahr: ca. 170.000 Euro

Die Gewächshäuser sind in dieser Betrachtung nicht enthalten.

**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**7.0 Vorzugsvariante**

**7.3 Technik**



In der Abbildung 33 sind die einzelnen Maßnahmen aus Technik und Hülle zusammengeführt dargestellt und deren monetäres Einsparungspotential wurde schrittweise addiert.

Beispiel: Maßnahme H4 (Fensterbänder EG/KG) enthält auch die Maßnahmen H1, H2 und H3 und spart insgesamt ca. 50.000 Euro. Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen H1 (Vorhangfassade) bis T7 (Lüftung mit WRG) kommt man auf insgesamt ca. 230.000 Euro Einsparung pro Jahr. Nimmt man die Photovoltaik (T8) noch dazu, so beträgt die jährliche Energiekosteneinsparung ca. 250.000 Euro. Die jährlichen Energiekosten werden dadurch um mehr als 50% gesenkt.

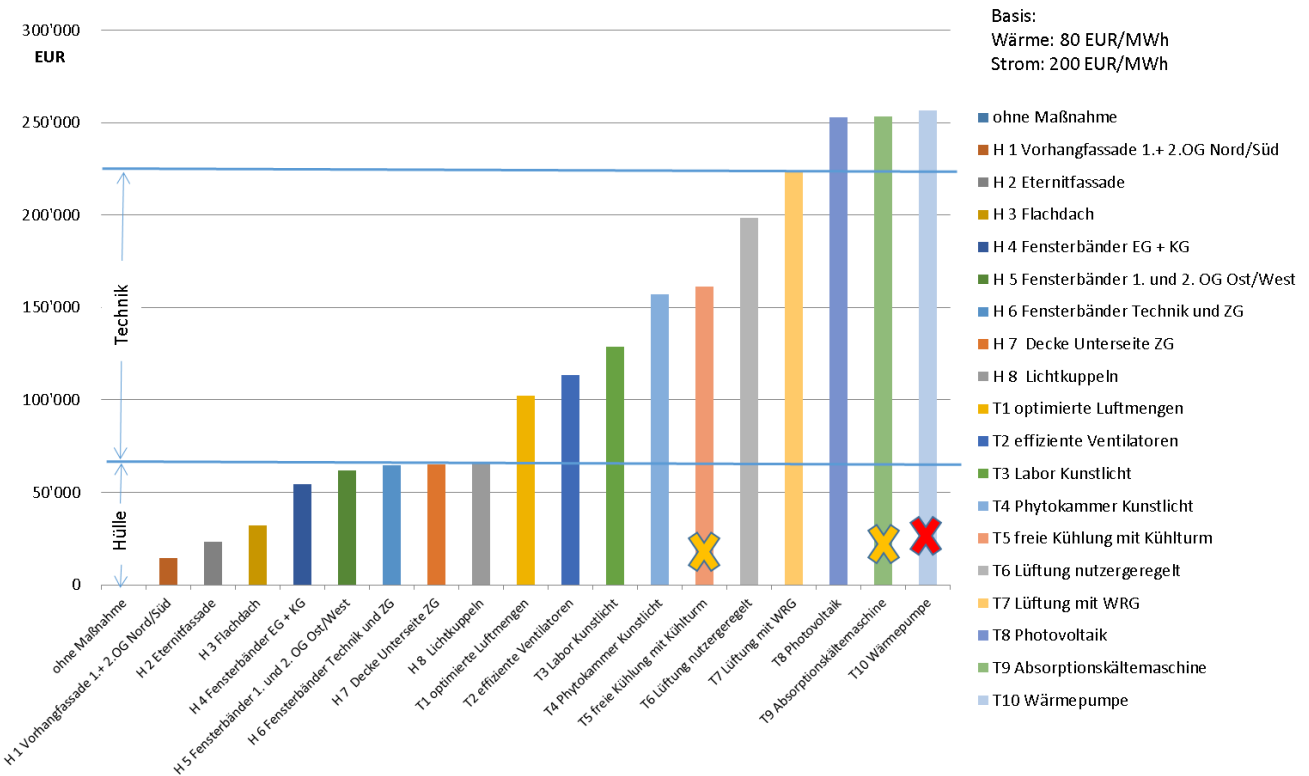


Abb. 33 Jährliche Energiekosteneinsparung durch kombinierte Maßnahmen Gebäudehülle und Technik, Transsolar



**PROJEKT**

Pflanzenphysiologisches Institut

**BETREFF**

Konzeptstudie

**STAND**

07.04.2016

**7.0 Vorzugsvariante**  
**7.3 Technik**

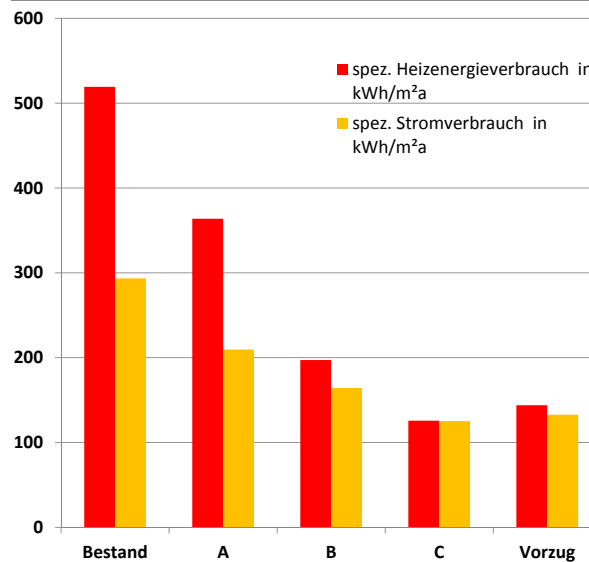


Abb. 34 Jährlicher Energieverbrauch von Strom und Heizung im Varianten-Vergleich Transsolar

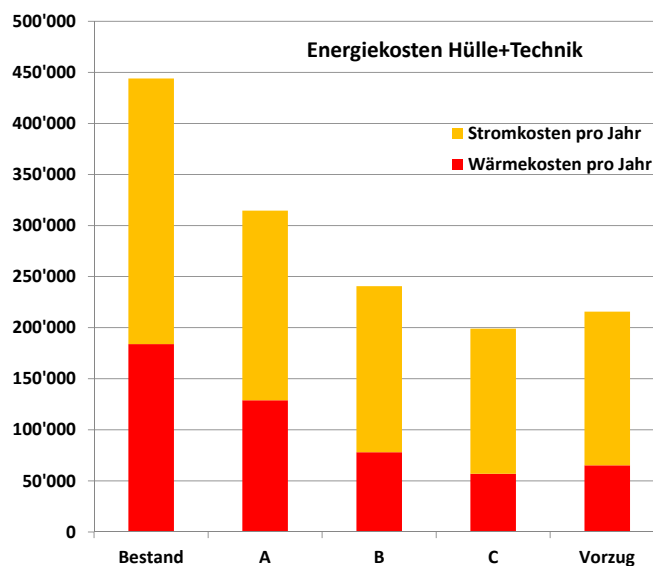


Abb. 35 Jährliche Energiekosteneinsparung durch Erneuerung der Haustechnik im Varianten-Vergleich Transsolar

**FAZIT**

Die meisten Energiekosten entstehen beim Stromverbrauch, da Strom teurer ist als Wärme und bei diesem Gebäude die verbrauchte Energiemenge Strom genauso hoch ist wie die Wärmemenge. Die Lüftungsanlagen der Labore und die Kunstlicht- und Klimatechnik der Phytokammern wurden als Hauptursachen für den hohen Energieverbrauch identifiziert. Die Erneuerung der Kunstlichttechnik reduziert den Stromverbrauch und in der Folge auch den Kühlbedarf. Herzstück der Vorzugsvariante Technik ist die komplette Erneuerung der Lüftungstechnik der Labore. Diese ist nur im Zusammenhang mit der räumlichen Reorganisation machbar. Dadurch können die Lüftungsanlagen abschnittsweise, bedarfsgesteuert und variabel betrieben und mit strömungsgünstigeren Kanälen, effizienteren Ventilatoren und Wärmerückgewinnung ausgestattet werden.

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## 8.0 Fazit

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut kann wieder ein funktionales und nachhaltiges Laborgebäude gemacht werden. Die Vorzugsvariante sieht eine Sanierung vor, die den Anforderungen des Denkmalschutzes und der Energiewende, ebenso wie jenen der Forschungsarbeit in einem modernen Labor gerecht wird.

Das ursprüngliche äußere Erscheinungsbild des Gebäudes bleibt weitgehend erhalten. Durch Eingriffe in die räumliche Organisation des Gebäudes wird die Funktionalität, Nutzungsqualität und Flexibilität des Instituts gesteigert. Die Neuorganisation der Laboretagen geht einher mit einer Erneuerung der Haustechnik, durch die der Energieverbrauch reduziert wird.

Das Institut als hochtechnisierter Bau der Nachkriegsmoderne stellt eine besondere denkmalpflegerische Herausforderung dar. Ohne fachgerechte Sanierungsmaßnahmen gemäß modernster technologischer Standards kann die Funktionsfähigkeit des nutzungsbezogenen Gebäudes nicht gewährleistet werden. Bewahrung kann hier deshalb nicht allein im Sinne einer Einheit von Substanz und Erscheinungsbild gemäß einer historischen Authentizität verstanden werden. Die baulichen Veränderungen erhalten die Funktionalität des Gebäudes und sichern sein langfristiges Bestehen. Die von Luckhardt vorgesehene Nutzung des Gebäudes als Institutsgebäude, das modernen Forschungsstandards genügen muss, rechtfertigt die vorgesehenen Eingriffe. Hieraus ergibt sich das denkmalpflegerische Prinzip, das diesen Überlegungen zugrunde liegt: "Bewahren durch Weiterbauen"

| KRITERIUM   | VARIANTEN            |                      |                      |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | Bestand              | A                    | B                    | C                    | Vorzugsvariante      |
| Nutzfläche (NF <sub>a</sub> 1-7)                          | 4.430 m <sup>2</sup> | 4.430 m <sup>2</sup> | 4.950 m <sup>2</sup> | 5.670 m <sup>2</sup> | 5.670 m <sup>2</sup> |
| Anzahl der Laborarbeitsplätze                             | ca. 86 Stk.          | ca. 86 Stk.          | ca. 88 Stk.          | max. 134 Stk.        | max. 134 Stk.        |
| Heizwärmebedarf Gesamt                                    | 2.319 MWh/a          | 1.633 MWh/a          | 1.452 MWh/a          | 1.132 MWh/a          | 1.231 MWh/a          |
| Strombedarf Gesamt  | 1.300 MWh/a          | 928 MWh/a            | 813 MWh/a            | 710 MWh/a            | 752 MWh/a            |
| Kosteneinsparung Wärme <sup>1</sup> (i. Vgl. zum Bestand) | -                    | 55.000 €             | 106.000 €            | 127.000 €            | 119.000 €            |
| Kosteneinsparung Strom <sup>2</sup> (i. Vgl. zum Bestand) | -                    | 74.000 €             | 97.000 €             | 118.000 €            | 110.000 €            |
| Energiekosteneinsparung Gesamt                            |                      | 129.000 €            | 203.000 €            | 245.000 €            | 229.000 €            |
| Baukosten Gesamt KG 300 + 400                             |                      | ca. 26,3 Mio. €      | ca. 29,15 Mio. €     | ca. 33,15 Mio.€      | ca. 33,15 Mio.€      |

Tab. 9 Zusammenfassung der wichtigsten Kriterien im Variantenvergleich,  
 Brenne Architekten

1 Kosteneinsparung bei einem Tarif in Höhe von 80 Euro/ MWh für Heizkosten.

2 Kosteneinsparung bei einem Tarif in Höhe von 200 Euro/ MWh für Strom.

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

### 8.0 Fazit

Das Erhalten der ursprünglichen Bausubstanz nach Variante A wäre zunächst zwar kostengünstiger. Sie würde aber viele kostenintensive und teilweise schwer umsetzbare Einzelfalllösungen erforderlich machen, etwa im Falle der mit Schadstoffen kontaminierten Fassade. Erreicht würde dennoch nur eine kurze Verlängerung des Lebenszyklus der Bauteile. Auch die Möglichkeiten zur Energieeinsparung würden nicht vollständig ausgeschöpft werden. Die höheren Investitionskosten der Vorzugsvariante würden sich deshalb langfristig rentieren und außerdem unmittelbar zu einem höheren Komfort für die Nutzer führen.

Die neue innere Ordnung orientiert sich deshalb neben den technischen und energetischen Aspekten an den Anforderungen der Forschung. Zentrale Kommunikationszonen ermöglichen einen informellen Austausch von Forschern und Mitarbeitern. Jeder Forscher erhält einen vollwertigen Schreibeplatz. Labor- und Büroarbeit werden verknüpft. Die Flexibilität der Laborräume wird erhöht. Es können Energieeinsparungen in Höhe von ca. 250.000 Euro jährlich erzielt werden. In den Labortagen stehen durch die Neuorganisation bis zu 134 Laborarbeitsplätze zur Verfügung, was einem Zuwachs an Arbeitsplätzen von 44% entspricht.

Die Verwirklichung der Vorzugsvariante würde den Anforderungen des Denkmalschutzes entsprechen. Darüber hinaus würde sie den Wert des Gebäudes dauerhaft erhalten und eine zukunftsorientierte Nutzung des Gebäudes ermöglichen. Durch den Erhalt der besonderen Qualität des ursprünglichen Entwurfs würde das modernisierte Institut Bedingungen bieten, die mit einem Neubau nicht wirtschaftlich herstellbar wären. Die geräumigen Laborräume verbunden mit der modernisierten Technik bieten optimale Bedingungen für das Forschen. Das großzügige Foyer mit der repräsentativen Wendeltreppe bietet Raum zur Begegnung und Identifikationspotential mit dem Gebäude zugleich.

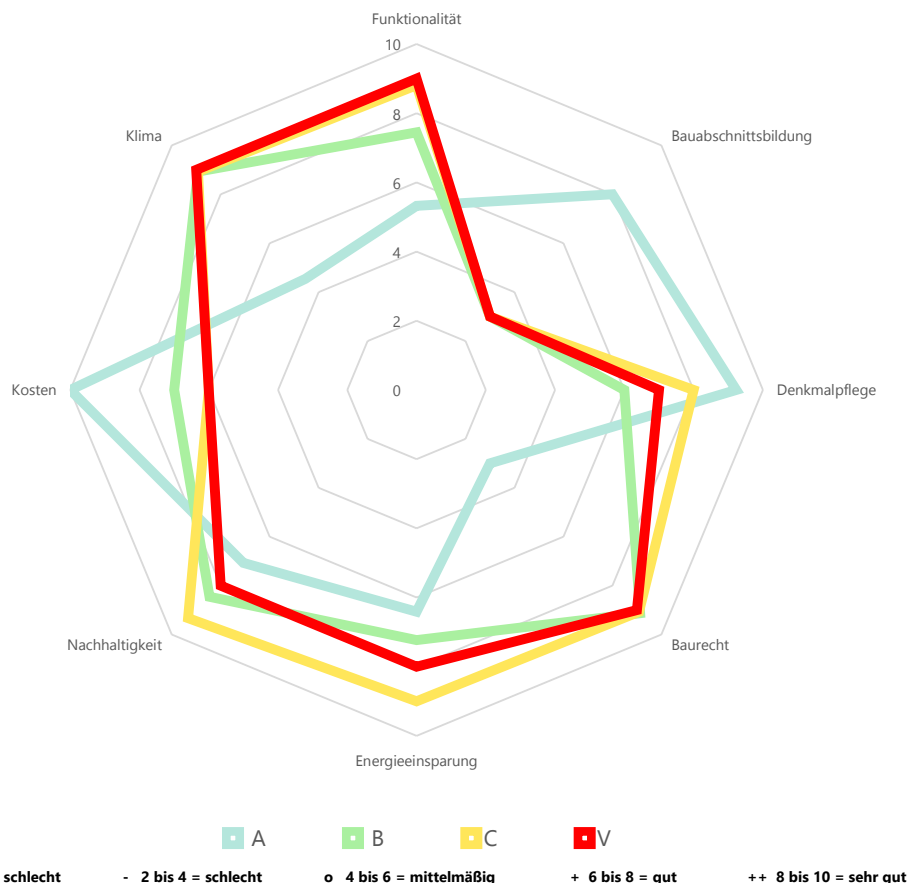


Abb. 36 Spinnendiagramm Vorzugsvariante, Brenne Architekten

| PROJEKT                          | BETREFF       | STAND      |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie | 07.04.2016 |

## Literaturverzeichnis

GRÖMLING, Dieter: Die Planungsparameter Standort, Nutzung, Typus; in: BRAUN, Hardo; GRÖMLING, Dieter: Entwurfatlas für Technologiebau, Basel 2005, S.44

HEGGER, Manfred: Räumliche und technische Anforderungen an Forschungsbauten; in: BRAUN, Hardo; GRÖMLING, Dieter: Entwurfatlas für Technologiebau, Basel 2005, S.28 ff

CORDES, Silke, HOLZKAMM, Ingo: *Forschungszentren und Laborgebäude, Organisation, bauliche Konzeption und Ressourcenplanung für Forschungsgebäude der Biowissenschaften, Chemie und Nanotechnologie*, HIS: Forum Hochschule 2007, S. 40 ff

Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums, Neubau Laborgebäude, 2.2.1 Kriterium: Flächeneffizienz, Beschreibung  
<https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem/bnb-laborgebaeude/bnb-ln-2013-4/kriterien-bnb-laborgebaeude-bnb-ln-neubau.html> (30.10.15)

BOGENSTÄTTER, Ulrich: *Flächen- und Raumkennzahlen*, ifBOR FRZ 2007-10, www.ifbor.eu, 10.2007, S. 9  
<http://www.ifbor.eu/resources/ifBOR+FRZ+2007-10+S1-10.pdf> (30.10.15)

BG RCI, B6 Bauliche Ausstattung und Ergonomie, B 6.2 Raumgestaltung, S.100  
[http://sicheresarbeitenimlabor.de/dokumente/ausdrucke/fachinformationen\\_b.pdf](http://sicheresarbeitenimlabor.de/dokumente/ausdrucke/fachinformationen_b.pdf) (30.10.15)

DIN 4108-2 (2013-02): Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, 2013.

DIN EN ISO 13788 (2011-06): Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13788:2011); Deutsche Fassung prEN ISO 13788:2011. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, 2011.

IN EN ISO 10211 (2008-04): Wärmeströme im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2007); Deutsche Fassung EN ISO 10211:2007. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, 2008.

DIN EN ISO 10077-2 (2012-06): Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 10077-2:2012. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, 2012.

DIN V 18599-10 (2011-12): Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, 2011.

---

| <b>PROJEKT</b>                   | <b>BETREFF</b> | <b>STAND</b> |
|----------------------------------|----------------|--------------|
| Pflanzenphysiologisches Institut | Konzeptstudie  | 07.04.2016   |

## **Anhänge**

| <b>NR.</b> | <b>ANHANG</b>                             |
|------------|---|
| A 01       | Gebäudebuch                               |
| A 02       | Bauteilkatalog                            |
| A 03       | Grundrisse M 1:333                        |
| A 04       | Auswertung Nutzwertanalyse                |
| A 05       | Haustechnikkonzept                        |
| A 06       | Pläne Fassadendetails                     |
| A 07       | Thermografischer Bericht                  |
| A 08       | Bericht Potential zur Nutzung von PV      |
| A 09       | Messdaten Energieverbrauch                |
| A 10       | Messdaten Raumtemperaturen und -feuchten  |
| A 11       | Ergebnisse Gebäude- und Anlagensimulation |
| A 12       | Flächenkennwerte Varianten                |