



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy



MITTELSTAND
GLOBAL
ENERGY SOLUTIONS
MADE IN GERMANY

Gebäudehülle – Aktuelle Entwicklungen in Deutschland

建筑围护结构— 德国发展现状

Christoph Mitterer, 18.09.18, Beijing



Die Fraunhofer-Gesellschaft

弗劳恩霍夫应用研究促进协会



25 327

Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter
员工



72 Institute und
Forschungseinrichtungen
研究机构

**Gesundheit und
Umwelt**

健康/环境

Kommunikation und Wissen

信息/通讯

Produktion und Dienstleistung

制造/服务

Mobilität und Transport

交通/移动

Energie und Rohstoffe

能源/原材料

Schutz und Sicherheit

国防/安全

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik 弗劳恩霍夫建筑物里研究所



Gegründet 成立于: **1929**

Mitarbeiter 员工: **350**

Budget 经费: **24 Mio. €**

Standorte 位置: **Stuttgart u.
München**

60 Jahre Erfahrung in der
Beurteilung von Dauer-
haftigkeit und Schadens-
mechanismen im Maßstab 1:1
unter realen Bedingungen
拥有60年的评估耐久性和损坏
机制经验，实验均在实际条件
下以1:1的比例进行测试。

Natürliche und künstliche Bewitterung

自然和人工风化



*Analyse von
Alterung und
biologischem
Bewuchs*
分析老化和微生物生长



Spezialisierte Versuchseinrichtungen

专业的检测设施

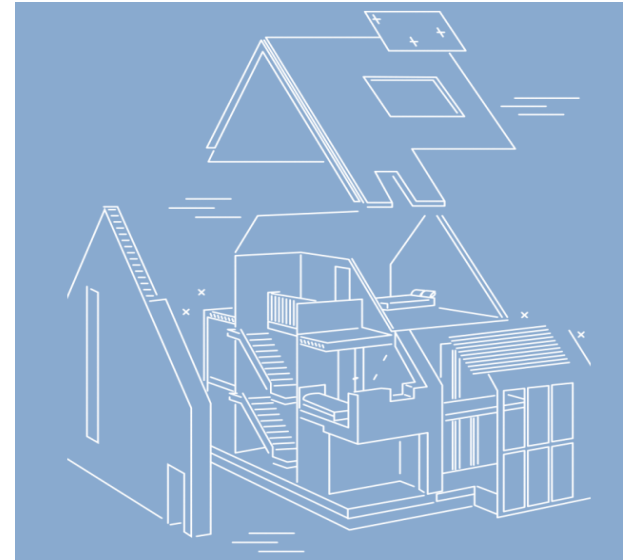
VERU – Versuchseinrichtung für energetische und raumklimatische Untersuchungen 检测能量与室内环境的设施



Was ist die Gebäudehülle?

什么是建筑围护结构？

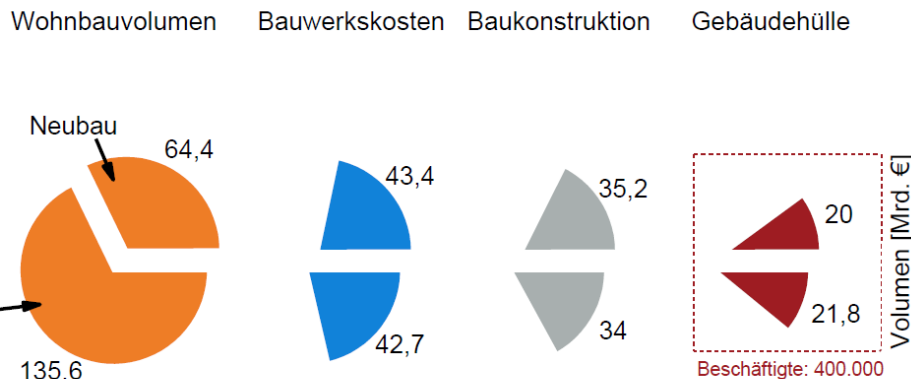
- bestimmt das Bild der Städte
树立城市形象
- wirkt nach innen und nach außen, in Wohn- und Arbeitsräume sowie in die Stadt hinein.
对于建筑物内外环境，人类生活工作空间以至于整个城市空间均有深远的影响
- maßgeblich für gute Lebens- und Arbeitsbedingungen in Gebäuden
对于人类在建筑物中高质量的生活和工作起到至关重要的作用
- ein wesentlicher Faktor zur ausreichenden Energieeinsparung, um Klimaziele zu erreichen
是建筑节能的重要因素



Wirtschaftliche Bedeutung der Gebäudehülle

建筑围护结构的经济意义

2016



Bauvolumina für Neubau und Modernisierung im Wohnungsbau

新建住宅与既有住宅改建施工量

Quelle: BuVEG – Bundesverband Energieeffiziente Gebäudehülle

- Anteil des BIP für Bauinvestitionen betrug 9,9% im Jahr 2016
2016年建筑投资占国民生产总值的9.9%
- Zum Vergleich (Beschäftigte) (从业人员) 比较:
400.000 Gebäudehülle
建筑围护结构
800.000 Fahrzeugbau
车辆制造
970.000 Maschinenbau
机械制造
315.000 Chem. Industrie
化工业

Wirtschaftliche Bedeutung der Gebäudehülle 建筑围护结构的经济意义

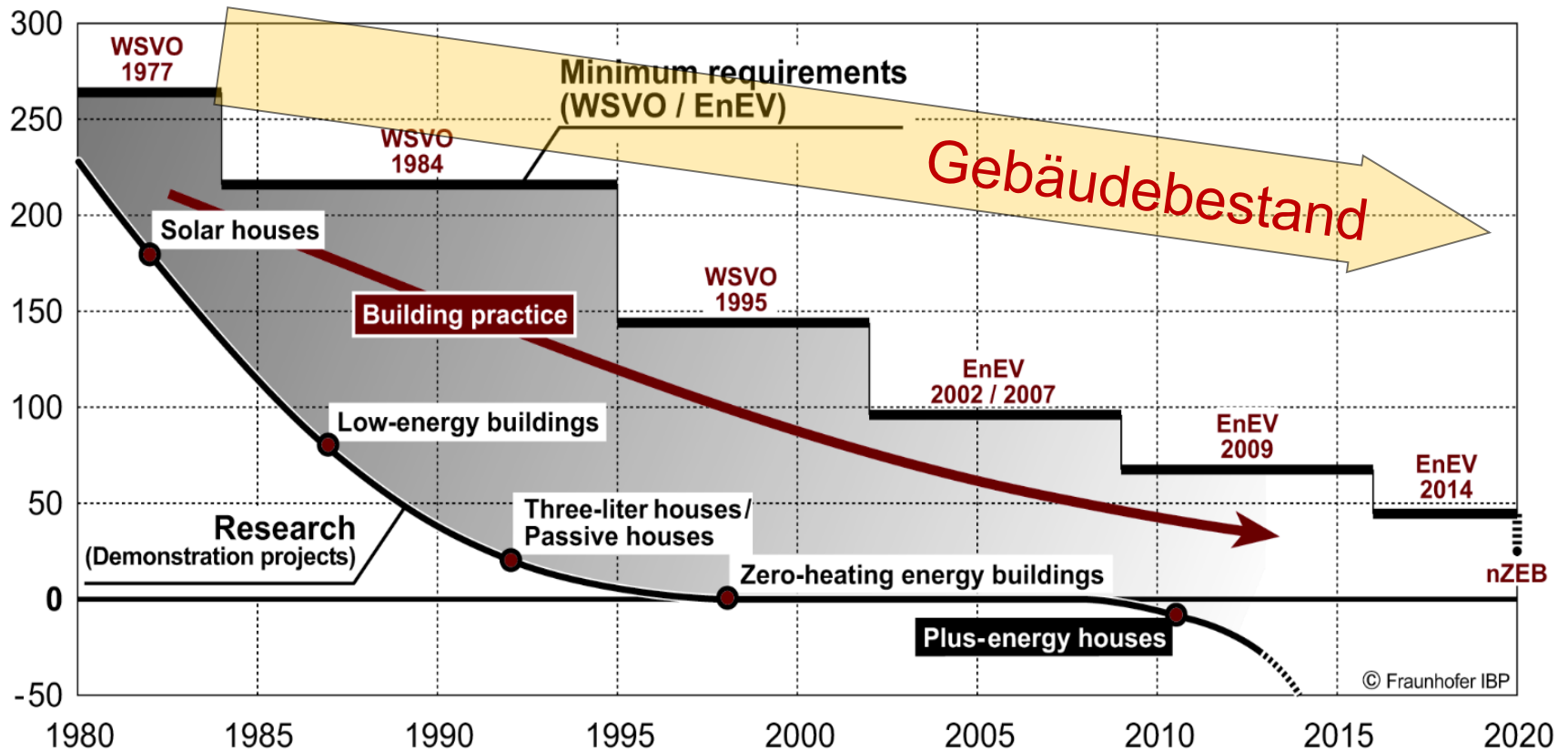
Politische Forderungen und Ziele

政治要求与目标

- ❖ **Erhöhung des Neubauvolumens** (bezahlbarer Wohnraum):
提高新建住宅量（经济适用房）：
1,5 Mio. zusätzliche Wohnungen und Eigenheime
150万套公寓和住宅
- ❖ **Erhöhung der Modernisierungsquote:** 提高住宅改建率
mindestens 2% sind jährlich zu erreichen 每年至少达到2%
- Diese politischen Ziele lösen ein **zusätzliches Investitionsvolumen von 60 Mrd. Euro** aus, davon die Hälfte für die Gebäudehülle.
这些政治目标激发了600亿欧元的额外投资，其中一半用于建筑围护结构

Gesetzliche Anforderungen und Energieeffizienz 能效法律法规和能源效率的发展趋势

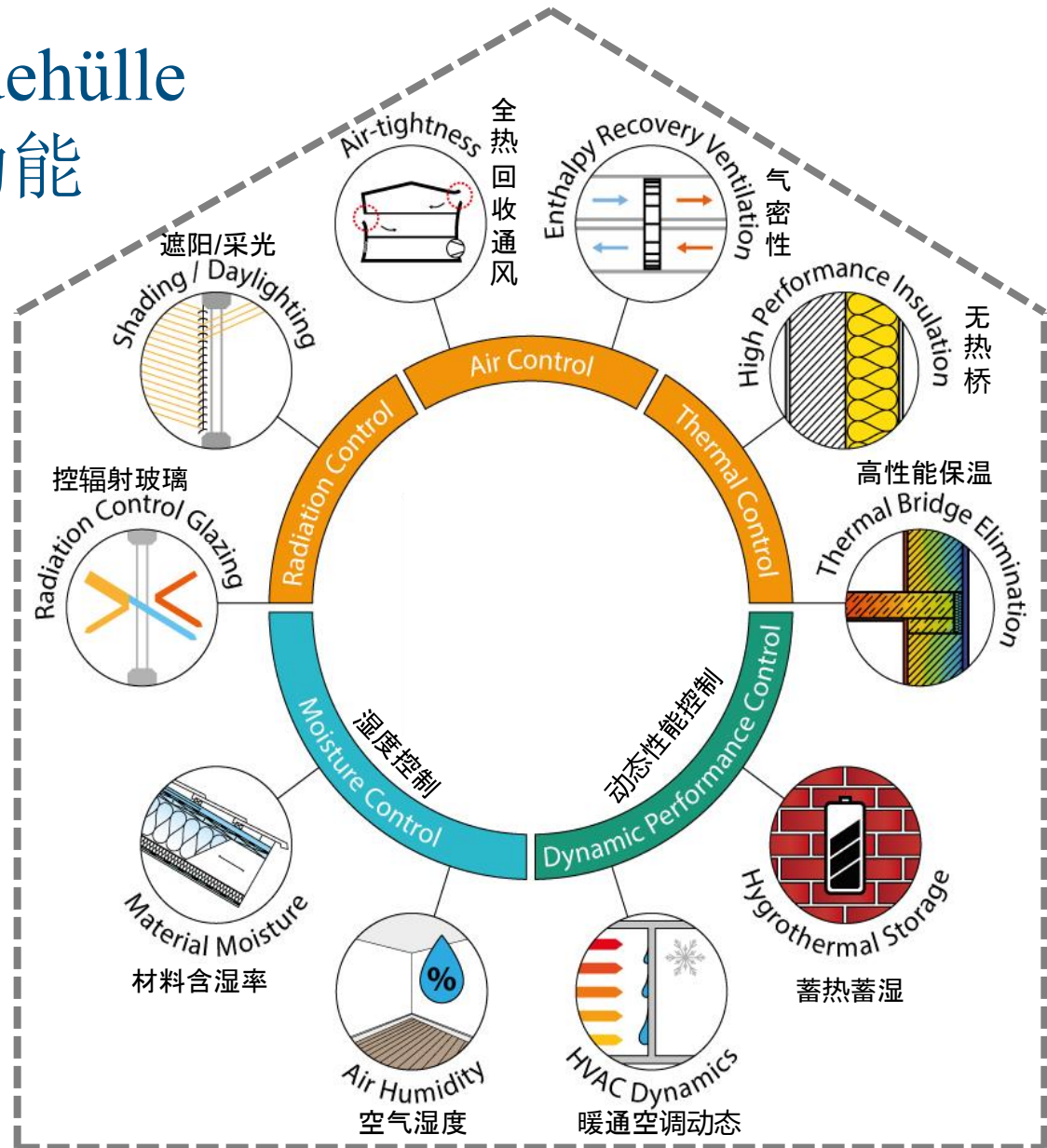
Primärenergieverbrauch zur Gebäudeklimatisierung [kWh/m²a] 建筑空调的一次能耗



Funktionen Gebäudehülle

建筑围护结构的功能

- Außenklima u. Raumklimatisierung dynamisch
室内外环境动态
- Einfluss der Speicherkapazität (Wärme u. Feuchte) ist nicht zu vernachlässigen
储存容量（热量和湿度）的影响不可忽略
- Analysen zum Feuchteschutz zunehmend wichtig
防潮分析越发重要

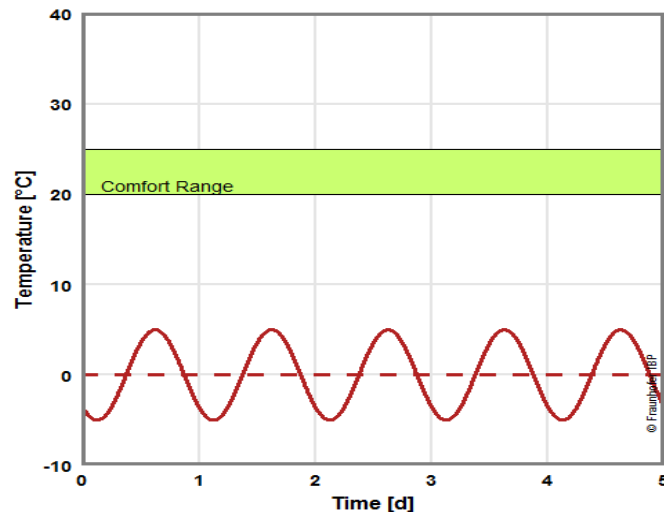


Energiebilanzierung vs. dynamische Simulation

能量平衡与动态模拟的比较

Heating climate

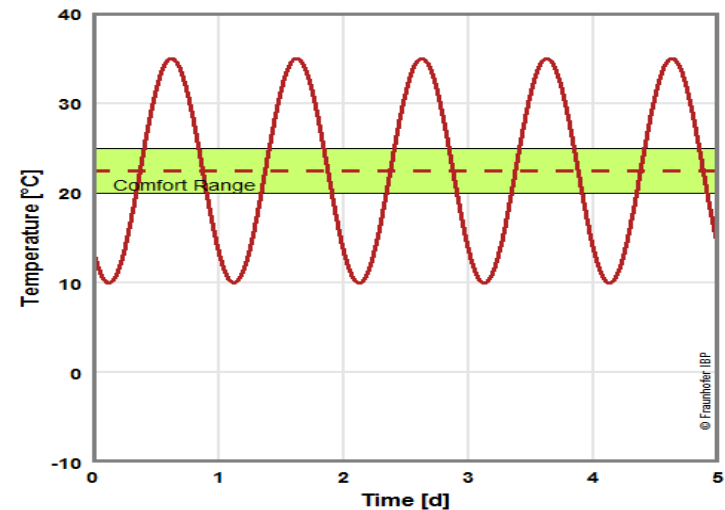
寒冷气候



Bei kontinuierlicher Beheizung ist das Monatsbilanzverfahren ausreichend
月平衡法适用于持续供暖情况

Cooling / mixed climate

炎热/温和气候



Zusätzlich dynamische (hygrothermische) Gebäudesimulation erforderlich
推荐使用额外的动态模拟（热湿模拟）

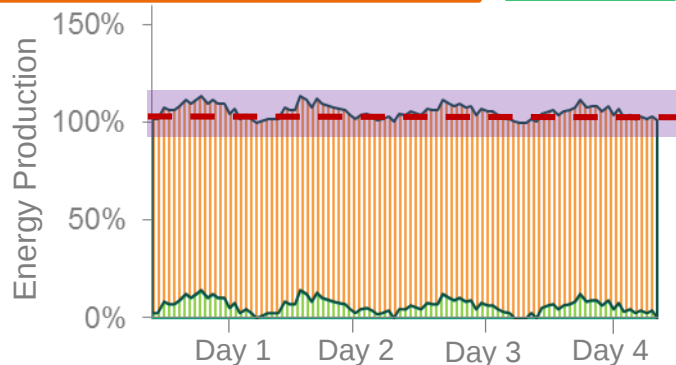
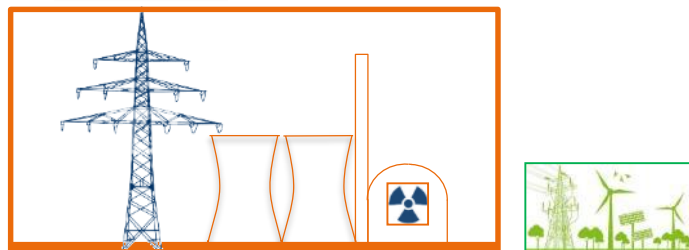
Energiemix im Wandel: Gebäudehülle als Energiespeicher

能源混合的转型：建筑围护结构用于能量存储

Energieversorgung im Jahr 2000:

6% erneuerbar

2000年能源供应：6%可再生能源



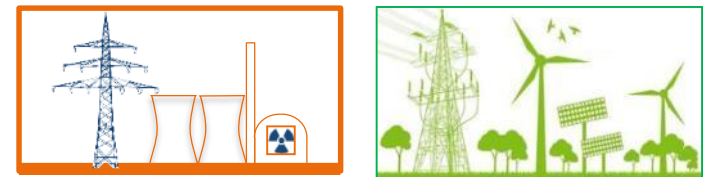
 Nicht-regenerative Energie
非再生能源

 Erneuerbare Energie
可再生能源

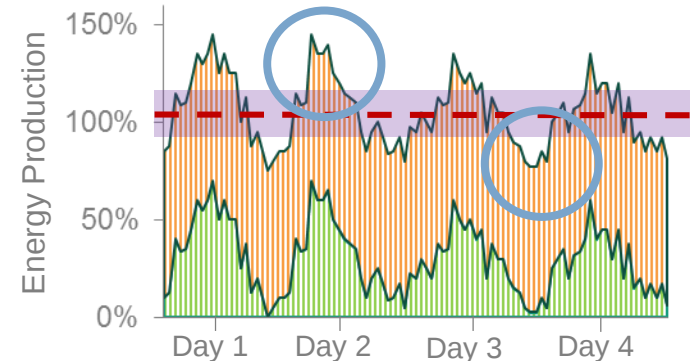
Energieversorgung im Jahr 2020:

35% erneuerbar

2020年能源供应：35%可再生能源



Problem: hohe Volatilität 高波动性



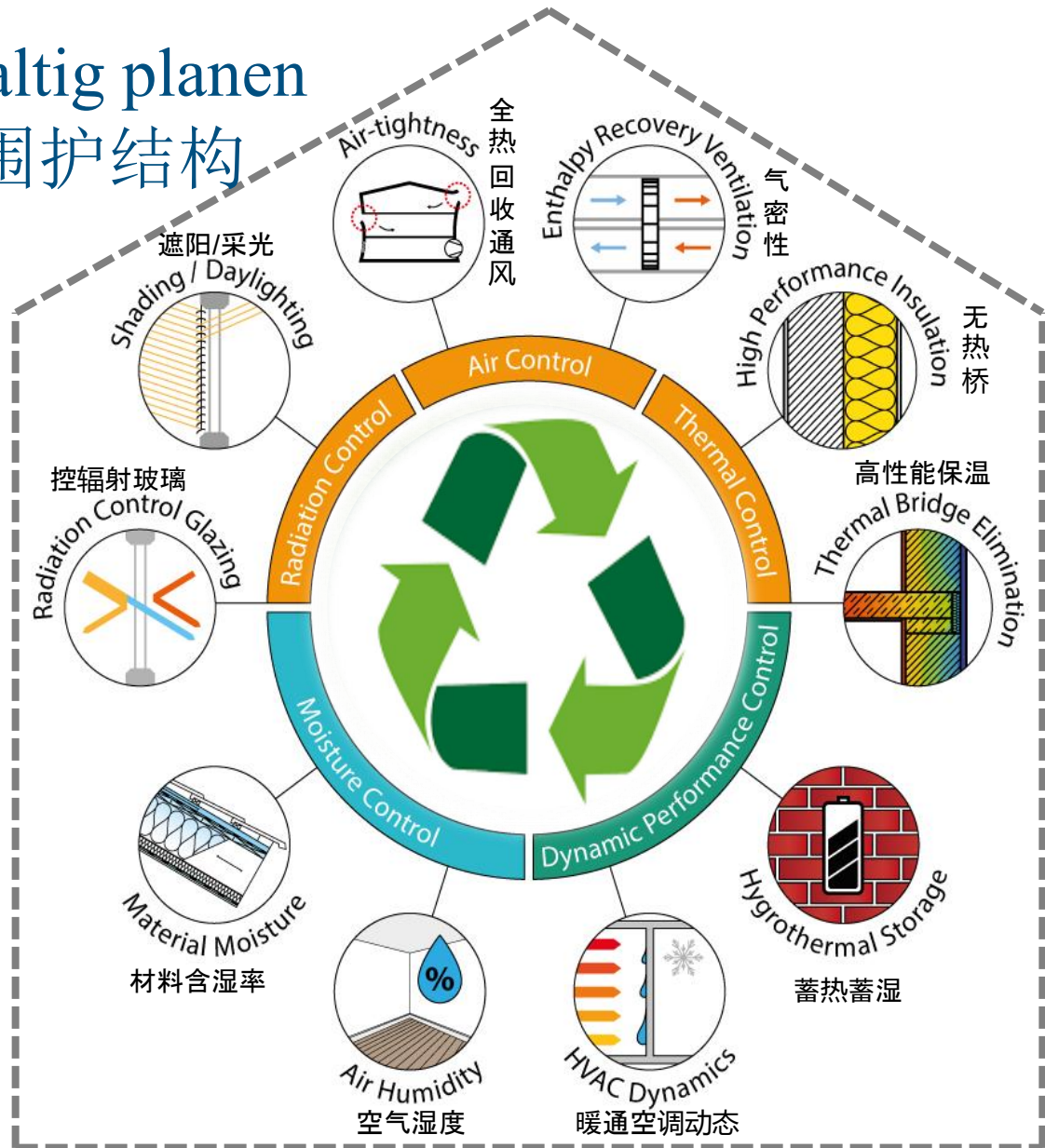
 Energiebedarf
能源需求

 Netzfähigkeit
电网灵活性

Gebäudehülle nachhaltig planen 可持续地规划建筑围护结构

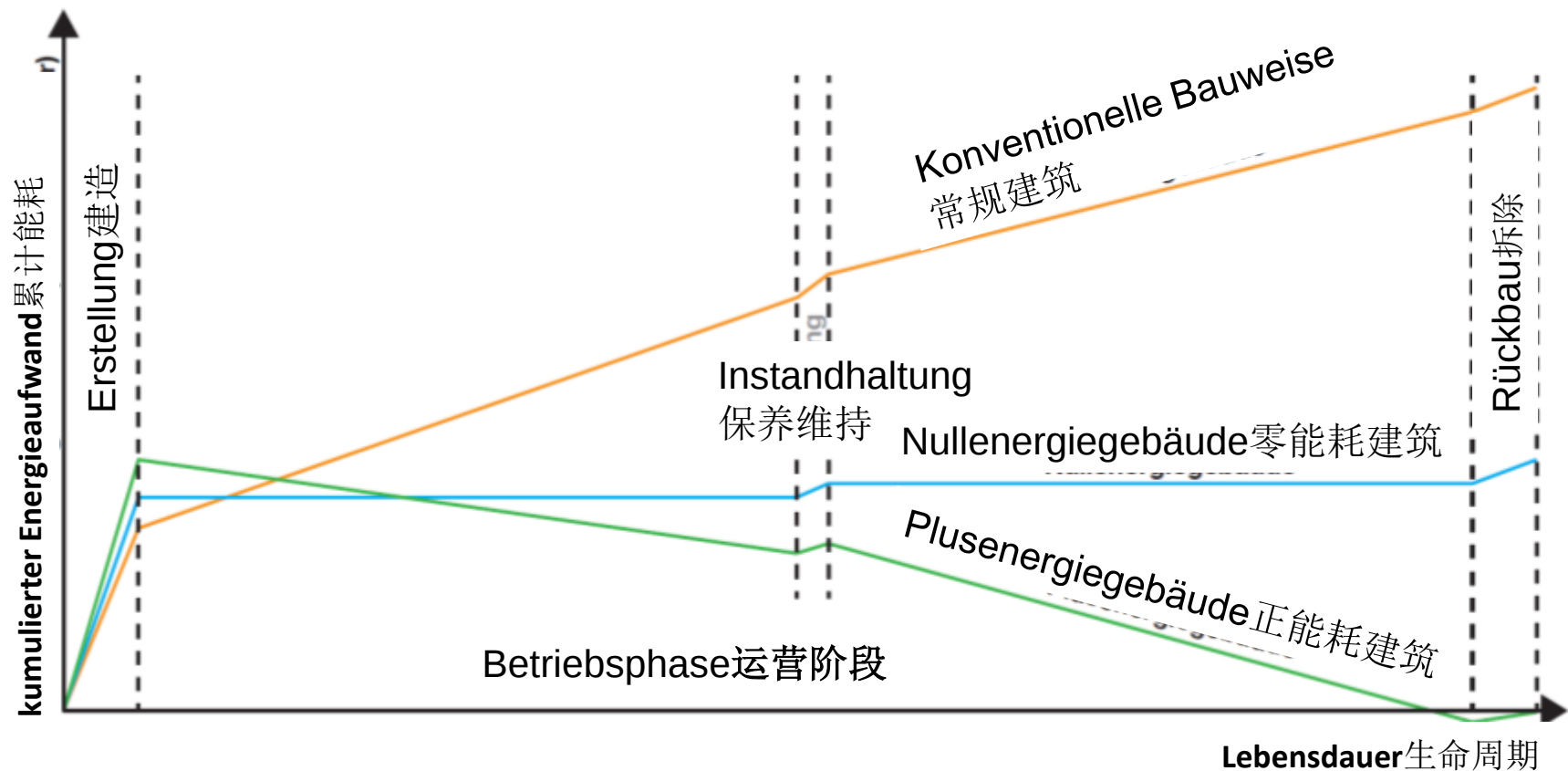
Herausforderungen挑战:

- Klimazone
气候区
- Nutzeranforderungen
用户需求
- Kosten und Dauerhaftigkeit
成本和耐用性
- Ressourceneffizienz
资源效率
- End-of-Life / Recycling
报废/回收



Kumulierter Energieaufwand im Lebenszyklus

生命周期中的累积能量消耗



Projektplattform Energie — www.ppe.tum.de

Quelle: Kumulierter Energieaufwand (qualitativ) von Gebäuden mit unterschiedlichem energetischen Standard (Schneider, Pfoh & Grimm, 2015)

18.09.2018 | Seite 15

Ressourceneffizienz der Gebäudehülle

建筑围护结构的资源效率

Aufgrund ihrer Masse ist die Gebäudehülle hinsichtlich Ressourceneffizienz und kumuliertem Energieaufwand ein wesentlicher Faktor.

由于建筑围护结构在建筑物中所占比例较大，因此它是资源效率和累积能耗的关键因素。

Forderung an eine nachhaltige Bauindustrie

对可持续建筑业的要求：

- Baustoffe aus Recyclingprodukten
来自再生产品的建筑材料
- Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen
来自可再生原料的建筑材料

**Energieverbrauch kWh
für 1m³**

**einbaufertige
Bauteile**

每立方米预制建筑
构件的能耗

Holz	8 - 30
Beton	200
Stahl	500 - 600

Quelle:

Publikation Agenda 21,
Techn. Univ. München und
Deutscher Holzabsatzfond pro Holz

Recycling von Bauschutt

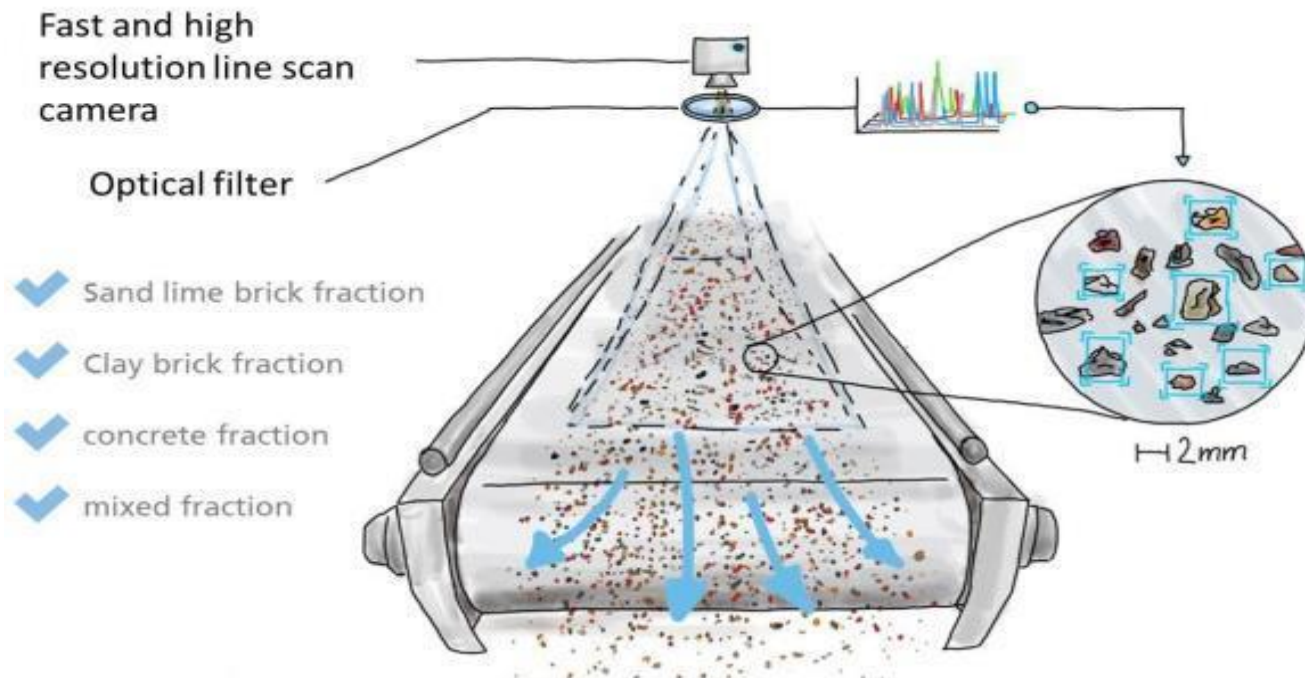
建筑垃圾回收

Sortieren und Bearbeiten von Abbruchmaterialien mit dem Ziel daraus Bauprodukte mit möglichst den ursprünglichen Eigenschaften zu produzieren und dadurch Primärrohstoffen weitgehend zu reduzieren.

建筑拆除材料分类和加工的目的是尽可能地生产具有原始特性的建筑产品，从而大大减少初级原材料。

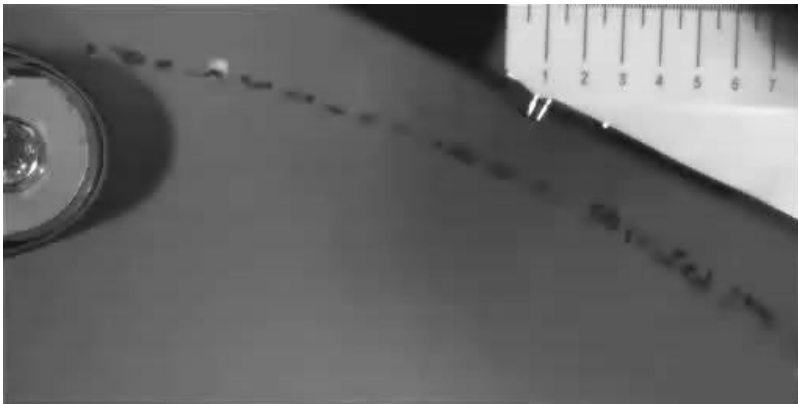
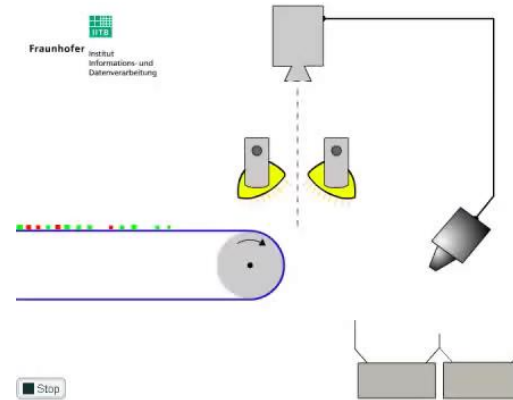


Lösungsansätze im Forschungsprojekt “BauCycle” 研究项目“建造循环”的解决方案



Sortieren von Abbruchmaterialien durch ein hochfrequentes Detektionsverfahren, das auf Optical Computing basiert.
基于光学计算的高频检测方法对建筑拆除材料进行分类。

Hochgeschwindigkeitsmaterialtrennung durch pneumatischen Ausstoß 通过气动喷射进行高速物料分离



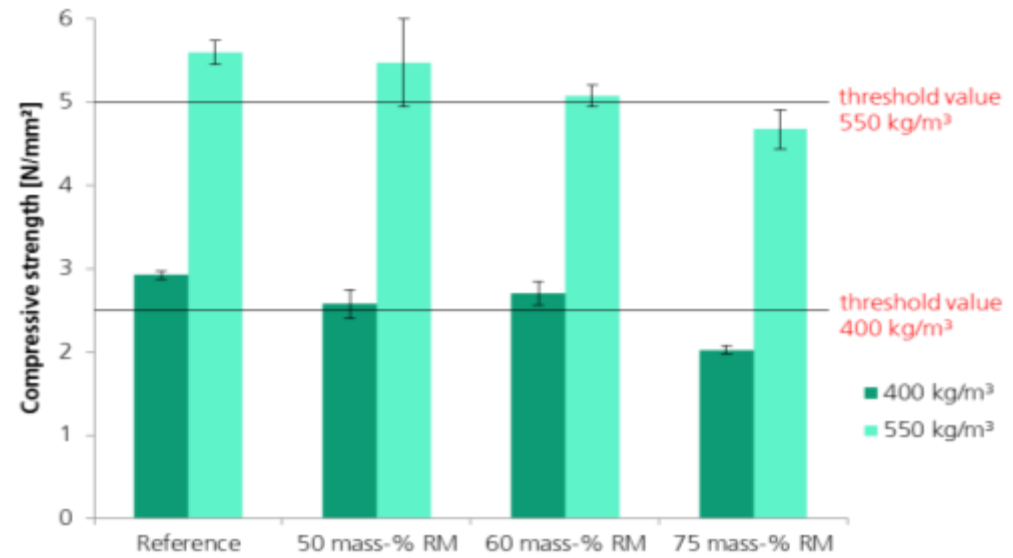
Produkte aus recycelten Materialien: Beispiel Porenbeton (AAC)

由再生材料制成的产品示例：多孔混凝土（AAC）

Recyclingmaterial ersetzt Quarzsand im AAC-Produktionsprozess.
回收材料取代了多孔混凝土生产过程中的石英砂



AAC Mauerstein 多孔混凝土建筑石料



Bis zu 60 Masse-% Quarz können durch Recyclingmaterial ersetzt werden, so dass gesetzlichen Anforderungen noch erfüllt werden.
高达60%的石英可以用再生材料代替，且产品依然符合法规要求。

Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen

Beispiel: Typha 由可再生原料制造的建筑材料示例: 香蒲

Bionik der Typha-Pflanze nutzen: spezielle
Blattkonstruktion

香蒲仿生学效用: 特殊的叶子结构

- Schwammgewebe mit niedriger Wärmeleitfähigkeit
 $\lambda \approx 0.035 \text{ W/mK}$ 海绵织物具有低导热性

gute Isolierung

绝缘性好

- Faserverstärktes Stützgewebe mit extrem hoher
Druck- und Zugfestigkeit
具有极高的压缩和拉伸强度

gute statische Eigenschaften

良好的静态属性



Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen

Beispiel: Typha 由可再生原料制造的建筑材料示例: 香蒲

Positive Eigenschaften für Baumaterialien

- niedrige Wärmeleitfähigkeit 优越性 低导热系数
- hohe Druck- und Biegezugfestigkeit 高压压缩和弯曲拉伸强度
- Schimmelresistenz ohne Zusätze 无添加剂的耐霉性

Ökologischer Nutzen 生态效益

- Typha-Anbau erlaubt landwirtschaftliche Nutzung von Niedermooren → CO₂-Emission wird vermieden
香蒲种植为低位沼泽农业利用 → 避免二氧化碳排放
- reinigt Oberflächenwasser
清洁地表水



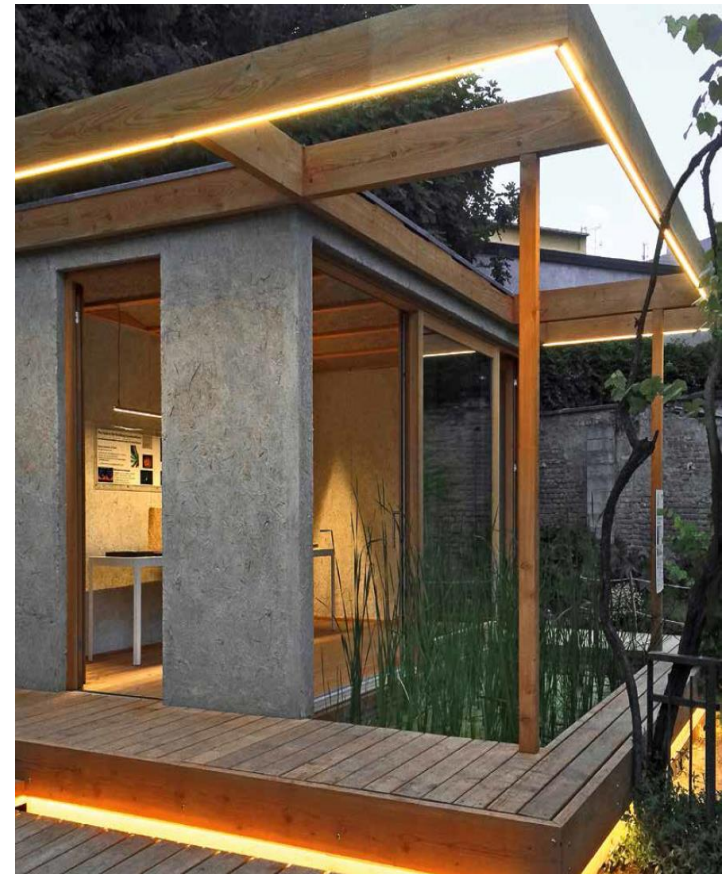
TyphaBoard®- Baumaterial aus Rohrkolben

由香蒲制造的建筑材料



PRODUCT CHARACTERISTICS

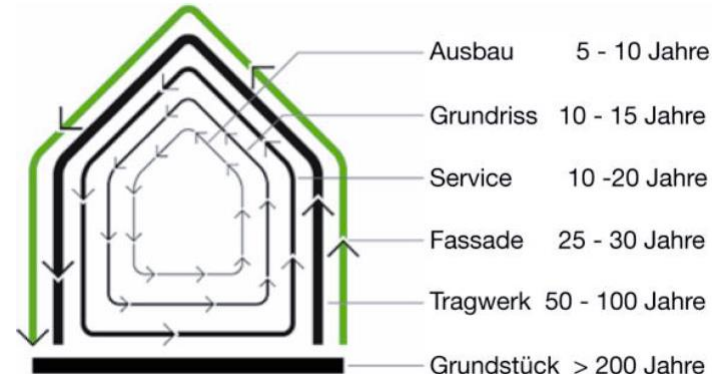
- HIGH COMPRESSIVE STRENGTH
- LOW HEAT CONDUCTIVITY ($\lambda \approx 0.055 \text{ W/mK}$)
- HIGH FIRE RESISTANCE (F120 WITH 120 MM BOARD)
- SUSTAINABLE AND 100 % COMPOSTABLE
- FOLLOWING THE CRADLE TO CRADLE PRINCIPLES



Weitere Aspekte innovativer Gebäudehüllen

创新的建筑围护结构其他要点

- Modulares Bauen 模块化结构
- Modernisieren 现代化
- Austauschzyklen 更换周期

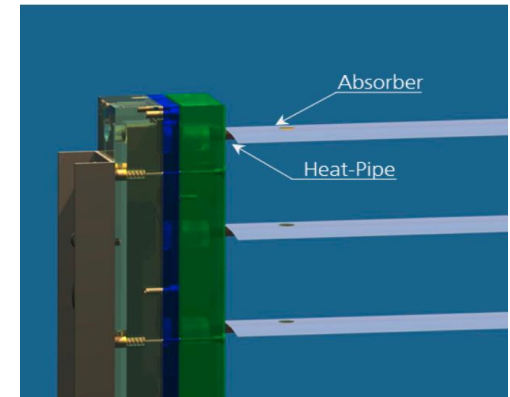


Gebäudehülle als Energieproduzent 用建筑围护结构生产能源

Arkol-Forschungsprojekt 研究项目 ArKol



www.arkol.de

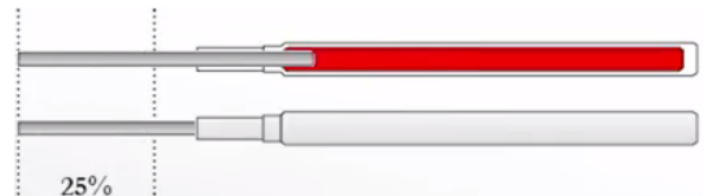
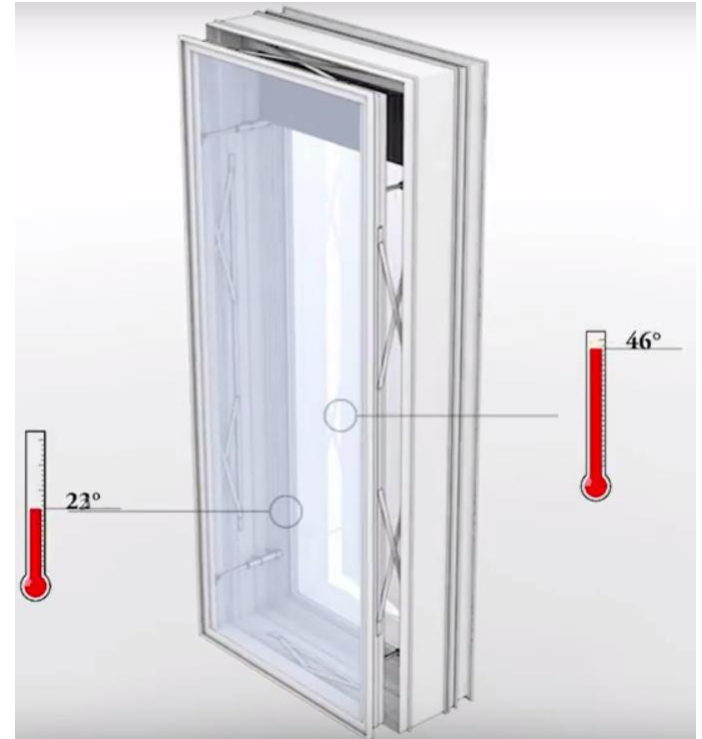


Dynamische Fassaden, Beispiel: Autoreaktive Fassadenbelüftung 动态立面, 自身反应式立面通风



Ventflex-Technik: paraffingefüllte Thermozyylinder
石蜡填充的热汽缸

Quelle: TUM, Dr. Philipp Molter



Gebäudehülle - Wirkung auf den urbanen Raum

建筑围护结构-对城市空间的影响

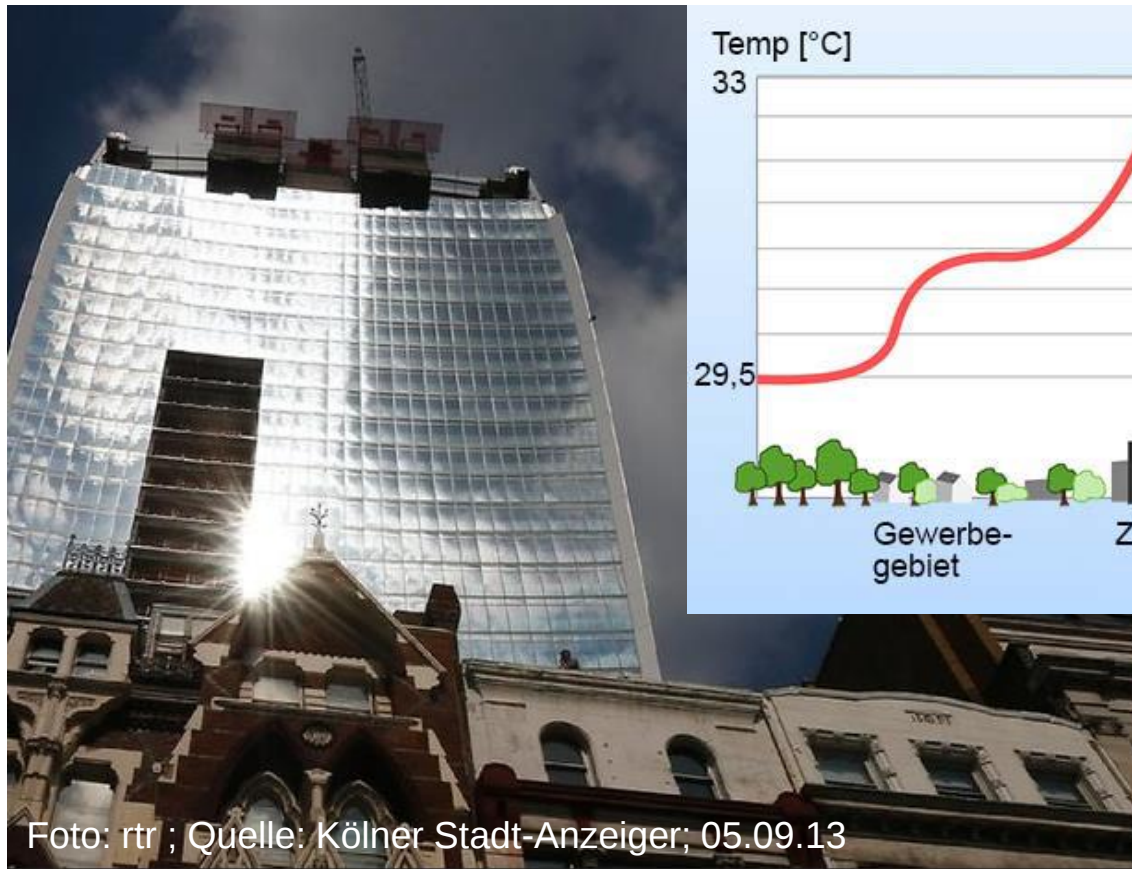
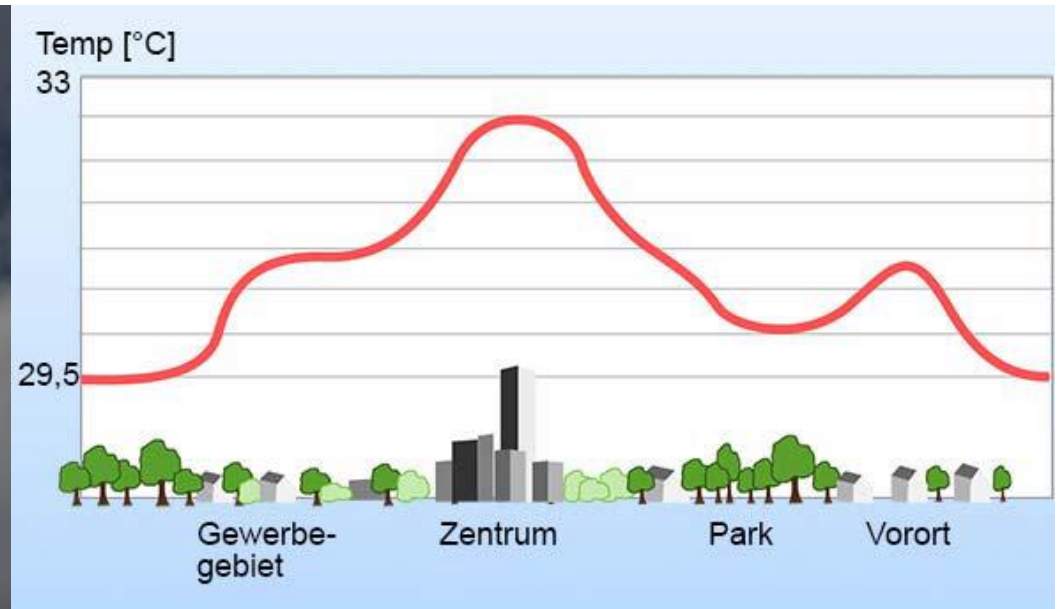


Foto: rtr ; Quelle: Kölner Stadt-Anzeiger; 05.09.13



Urbane Hitzeinsel
(Urban heat island effect)
城市热岛效应

Fassadenbegrünung 立面绿化

Shopping-Center Stücki, Basel



Thank you 感谢您的关注



**Besuchen Sie die
Fraunhofer Allianz Bau
am Stand
欢迎光临弗劳恩霍夫建筑联盟展台
E2.307**



**FENESTRATION BAU
CHINA 2018**

October 31 – November 3 · Beijing

Kontakt

联系方式

Christoph Mitterer

christoph.mitterer@ibp.fraunhofer.d
e

Mobil: +49 1733610359

WeChat: cmitterer

