

# Timber construction in Switzerland

A successfull (r)evolution

瑞士木结构建筑——一个成功的（演变）过程

**Prof. Dr. Andrea Frangi**

ETH Zurich, Institute of Structural Engineering

**Andrea Frangi教授**

苏黎世联邦理工学院结构工程学院

**DEZA Project ZEB China (Zero Emission Building)**

26. September 2022

中瑞零碳建筑合作项目

2022年9月26日



Until 2004



# Critical points 关键点

Fire resistance and separation of walls and floors

墙体和地板的耐火性和分隔

Fire behaviour of small sections 小部件的防火性能

Fire behaviour of connections with steel elements

与钢构件连接件的防火性能

Fire propagation on combustible wooden surfaces 火灾在可燃木表面的传播

Increase of fire load – Fire dynamics 火灾载荷的增加 - 火灾动力学

# Project: „Fire safety and timber structures“

## 项目：消防安全和木结构



## Research projects at ETH Zurich in the field of fire safety timber engineering (1995-2022)

### 苏黎世联邦理工学院在木结构消防安全领域开展的科研项目概览 (1995-2022)

| Research project                                              | Testing type                                   | Duration of fire tests |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
| Natural Fire Exposure of Structural Timber                    | > 80 tests in a custom made setup (FANCI)      | 20min                  |
| Natural Fire Exposure of Structural Timber                    | Medium-scale fire compartment tests            | 20 minutes to burn-out |
| Glueline Integrity in Fire (GLIF)                             | Natural fire and standard fire exposure        | up to 120 minutes      |
| FirenWood project                                             | Natural fire and standard fire exposure        | 30 to 120 minutes      |
| Fire Dynamics in Timber Structures (TimFix)                   | No testing                                     | -                      |
| Fire resistance of bonded structural timber elements          | Element tests under ISO-fire exposure          | 20 to 70 minutes       |
| Fire resistance of different timber members (slabs and walls) | Element tests under ISO-fire exposure          | 30 to 105 minutes      |
| Fire resistance of timber connections                         | Element tests under ISO-fire exposure          | 30 to 80 minutes       |
| Fire performance of wooden hotel modules                      | Full scale tests under natural fire conditions | 40 minutes to burn-out |



Walls 墙体

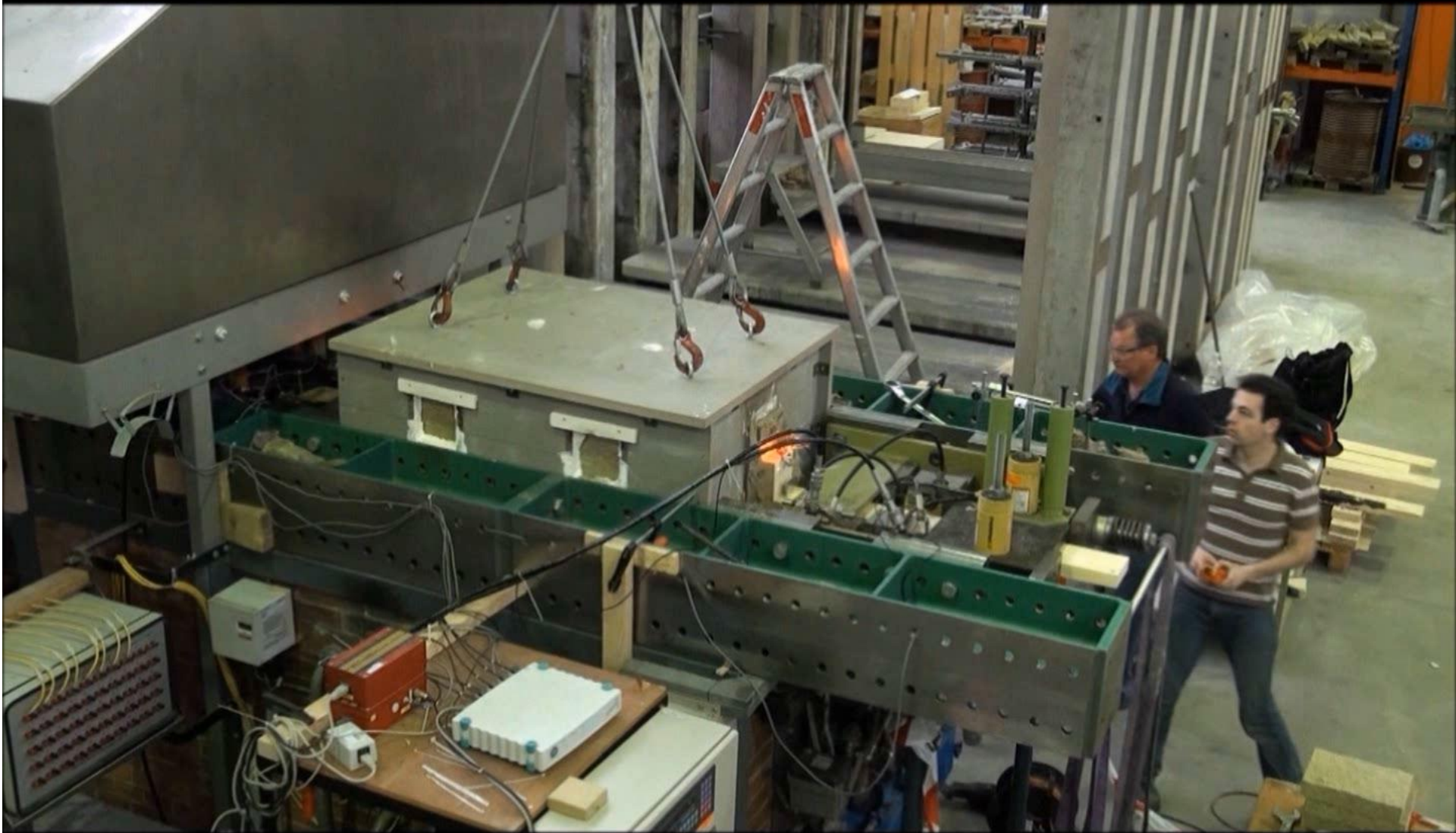


Slabs 楼板



Natural fire tests 自然燃烧测试

# After Failure: Disassembling of the specimen



# Fire design of timber structures 木结构的防火设计

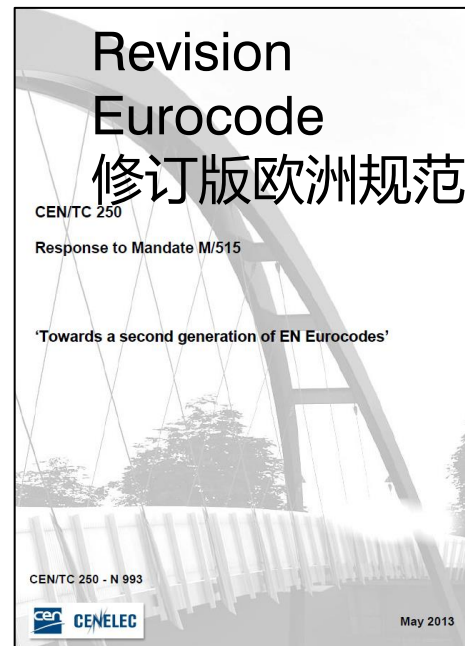
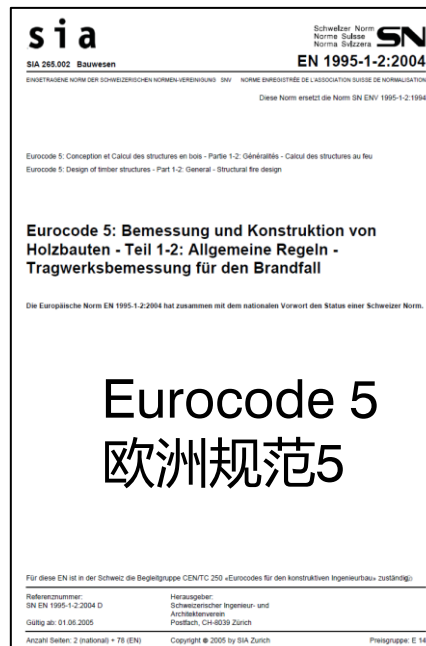
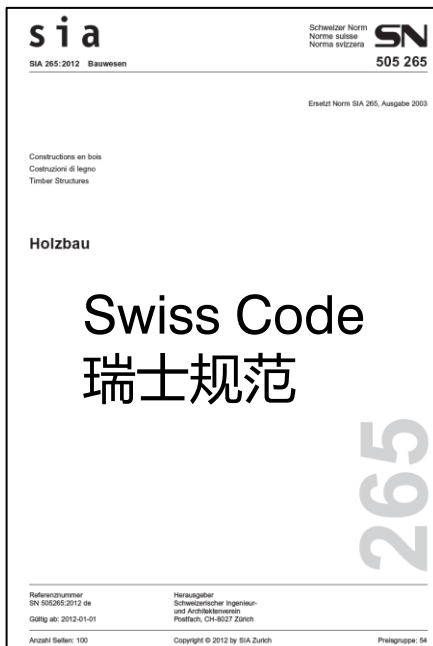
Novel calculation models for fire resistance of timber structures were developed based on extensive element and full scale testing

基于对广泛的构件开展全面的测试的基础上，开发了新的木结构防火计算模型

## Fire safety in timber buildings

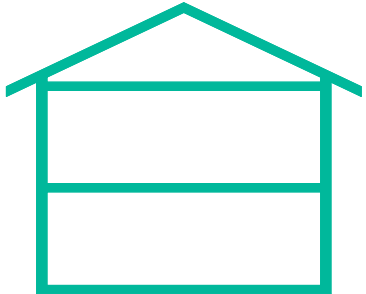
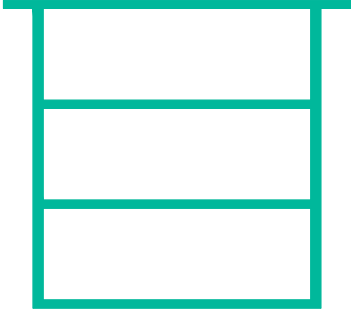
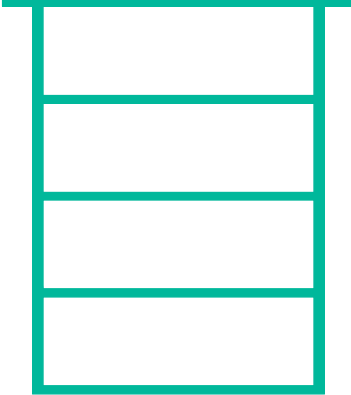
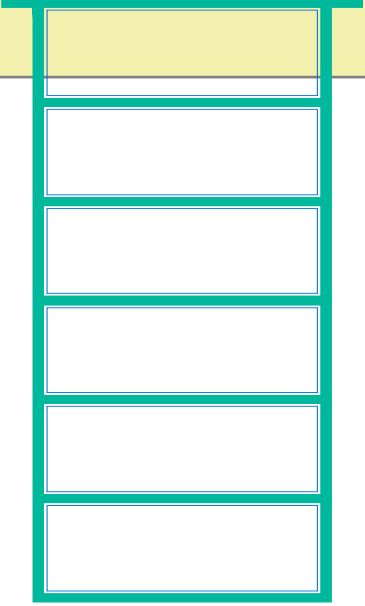


Technical guideline



# New Swiss fire regulations (2005) 瑞士2005版防火规范

## Fire requirements for structural safety concept 防水要求与结构安全

|                                                                                   |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| until 2004                                                                        | since 1.1.2005                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |
| F 30bb                                                                            | REI30                                                                              | REI60<br>Cavity insulation:<br>non combustible<br>空腔绝缘: 不可燃                          | REI60/EI30(nbb)<br>Cavity insulation:<br>non combustible<br>空腔绝缘: 不可燃                |

## Swiss Fire Safety Regulations (2005) 瑞士2005版防火规范

New Swiss fire regulations recognised that the fire safety objective adopted *for medium-rise buildings* can be achieved with the given requirements despite the combustibility of the structural material used

瑞士新的防火规范承认，尽管所使用的结构材料具有可燃性，但为中层建筑所设定的消防安全目标可以通过给定的要求来实现。

# Further education 继续教育

## Brandsicherheit und Holzbau

Bildungsangebot 2011

Die VKF Brandschutzvorschriften 2003 sind seit 2005 in Kraft. Sie führten einerseits zu einer erheblichen Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten von Holz im Hochbau. Andererseits sind auch die Anforderungen an Planer und Ausführende stark gestiegen. Im Rahmen des Forschungsprojekts «Brandsicherheit im Holzbau» unter der Leitung der Lignum wurde viel Grundwissen erarbeitet. Dank diesen Grundlagen konnte für alle relevanten Bereiche des Hochbaus (in Holz) Lignum-Brandschutz-Dokumentationen erarbeitet werden. Diese Dokumente wurden von der VKF als Stand der Technik anerkannt und sind somit verbindlich. Für die Holzbranche entstand dadurch ein grosser Weiterbildungsbedarf (Wissens- und Technologietransfer).

### Ausbildung Brandschutzfachmann/Brandschutzfachfrau

Seit 2007 bietet die Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau (BFH-AHB), Biel zusammen mit der Schweizerischen Bauhochschule, Aarau die Ausbildung zum Brandschutzfachmann/Brandschutzfachfrau Holzbau an (Dauer insgesamt 15 Tage). Die Ausbildung wird von der Lignum und dem Verband Holzbau Schweiz unterstützt und bis anhin von ca. 100 Personen absolviert.

### Weiterbildungskurse Brandschutz

Um die Weiterbildungsbedürfnisse breiterer Kreise abzudecken, wurden 2010 Modulkurse (insgesamt 5 Tage) aufgebaut, anhand derer verschiedene Themen des Brandschutzes detaillierter behandelt werden. Diese Kurse können einzeln oder gesamthaft besucht werden.

Ab 2011 ist zusätzlich das Modul 6 im Angebot, welches zusammen mit der Höheren Fachschule Bürgenstock durchgeführt wird.

## Bildungskonzept Brandsicherheit und Holzbau

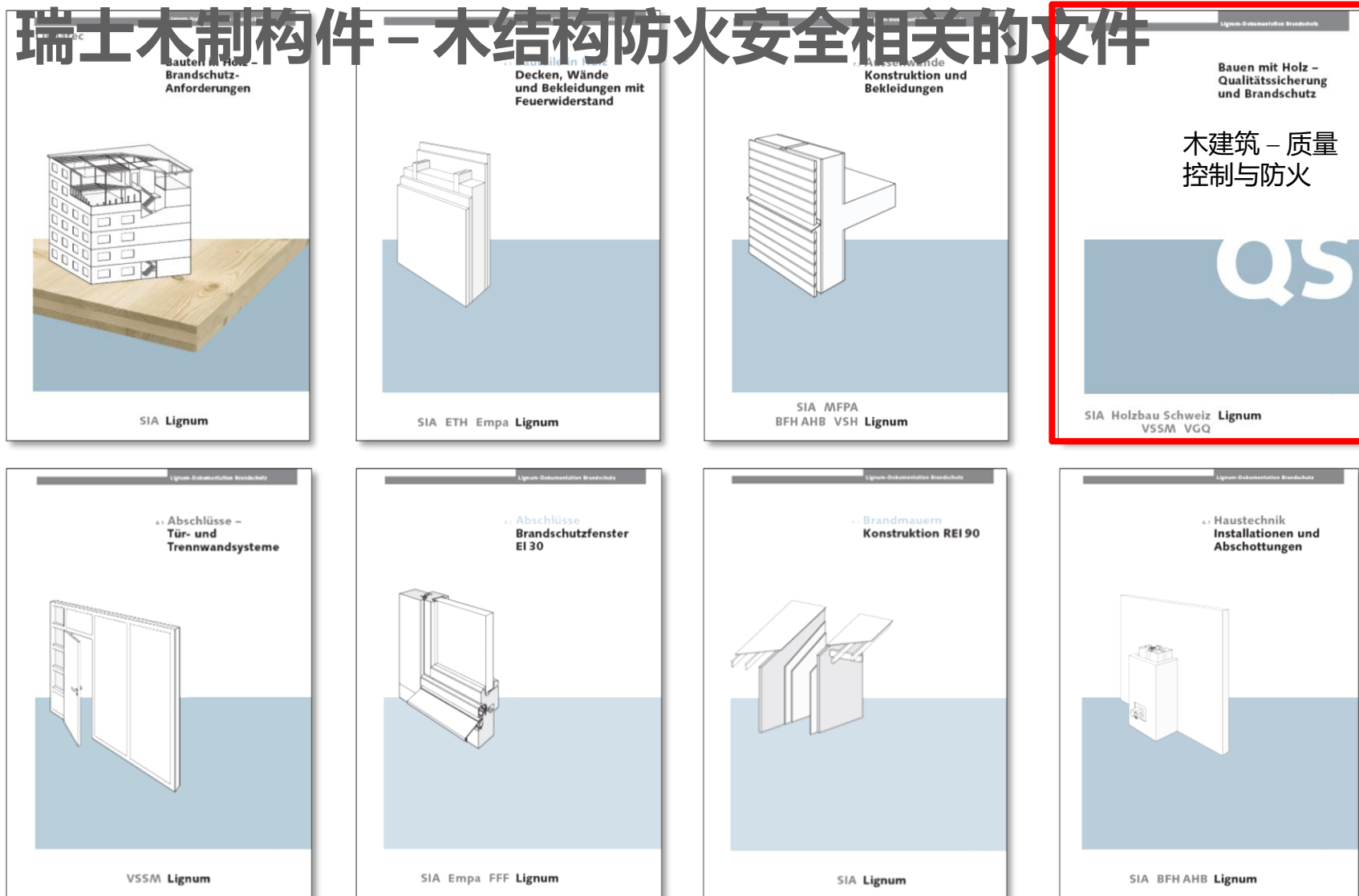
Ausbildung Brandschutzfachmann

Weiterbildungskurse Brandschutz

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dauer   |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Dauer |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Grundlagen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung und Organisation des Brandschutzes in der Schweiz</li> <li>Forschung und Entwicklung im Brandschutz</li> <li>Brandschutzprüfung und Zulassung</li> </ul>                                                                                                                                                                                | 15 Tage | <b>Vertiefungsmodul 1: Brandschutzanforderungen und -konzepte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brandschutzanforderungen</li> <li>Brandschutzkonzepte</li> <li>Brandschutzpläne/Planungshilfen</li> <li>Qualitätssicherung</li> </ul>                                        | 1 Tag |
| <b>Normen und Richtlinien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brandschutznormen und -richtlinien</li> <li>Planungshilfen</li> <li>Stand der Technik-Papiere</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |         | <b>Vertiefungsmodul 2: Bauteile mit Brandschutzanforderungen – Brandabschnitte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geschossdecken/Trennwände</li> <li>Detaillösungen</li> <li>Verwendung brennbarer Baustoffe</li> </ul>                                                       | 1 Tag |
| <b>Planung und Ausführung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brandschutzanforderungen</li> <li>Konstruktion und Schichtaufbau von Aussenwänden, Geschossdecken und Trennwänden</li> <li>Detaillösungen</li> <li>Verwendung brennbarer Baustoffe</li> <li>Fenster und Abschlussfronten</li> <li>Bemessung von Tragwerken, Bauteilen, Verbindungen und Verbindungsmitteln im Lastfall Brand</li> </ul> |         | <b>Vertiefungsmodul 3: Bauteile mit Brandschutzanforderungen – Gebäudehülle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aussenwände</li> <li>Verwendung brennbarer Baustoffe</li> <li>Aussenwandbekleidungs-systeme</li> <li>Brandmauern</li> <li>Brandmauern REI 90</li> </ul>        | 1 Tag |
| <b>Haustechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmetechnische Anlagen</li> <li>Lufttechnische Anlagen</li> <li>Sanitäre Anlagen</li> <li>Elektrotechnische Anlagen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |         | <b>Vertiefungsmodul 4: Haustechnik – Installation und Abschottungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Installationskonzepte</li> <li>Wärmetechnische, lufttechnische, sanitäre und elektrische Anlagen</li> <li>Köchen</li> <li>Durchdringungen und Abschottungen</li> </ul> | 1 Tag |
| <b>Technischer Brandschutz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technischer Brandschutz (Sprinkler, Rauch- und Wärmeabzug, Brandmelder, Brandschutzartikel)</li> <li>Technischer Brandschutz im Betrieb und auf der Baustelle</li> </ul>                                                                                                                                                               |         | <b>Vertiefungsmodul 5: Feuerwiderstandsbemessung von Holzbau-teilen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen/Einwirkungen</li> <li>Bemessungskonzept</li> <li>Lineare und flächige Bauteile</li> <li>Verbindungen und Verbindungsmittel</li> </ul>                       | 1 Tag |
| <b>Projektarbeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durcharbeiten eines anspruchsvollen Objektes unter Berücksichtigung aller brandschutztechnischer Massnahmen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |         | <b>Vertiefungsmodul 6: Innenausbau</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung brennbarer Baustoffe</li> <li>Verglasungen, Fenster und Türen</li> <li>Fluchtwege und Installationsfronten, Wandverkleidungen, Schränke</li> <li>Köchen und Abluft</li> </ul>                | 1 Tag |
| <b>Prüfung Brandschutzfachmann VKF</b><br>Durchgeführt von der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) <a href="http://www.vkf.ch">www.vkf.ch</a>                                                                                                                                                                                                                                                   | 1/2 Tag |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |

# Swiss Lignum-Dokumentation Fire Safe Timber

## 瑞士木制构件 – 木结构防火安全相关的文件

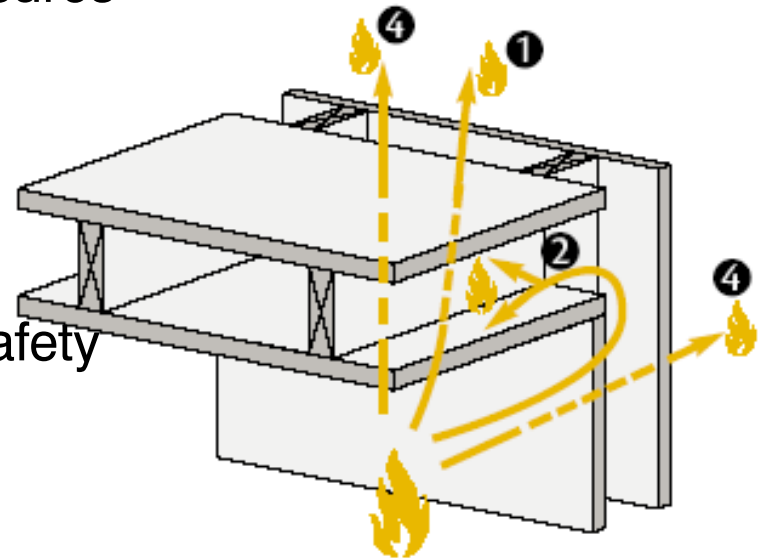


# Quality of construction 建设质量

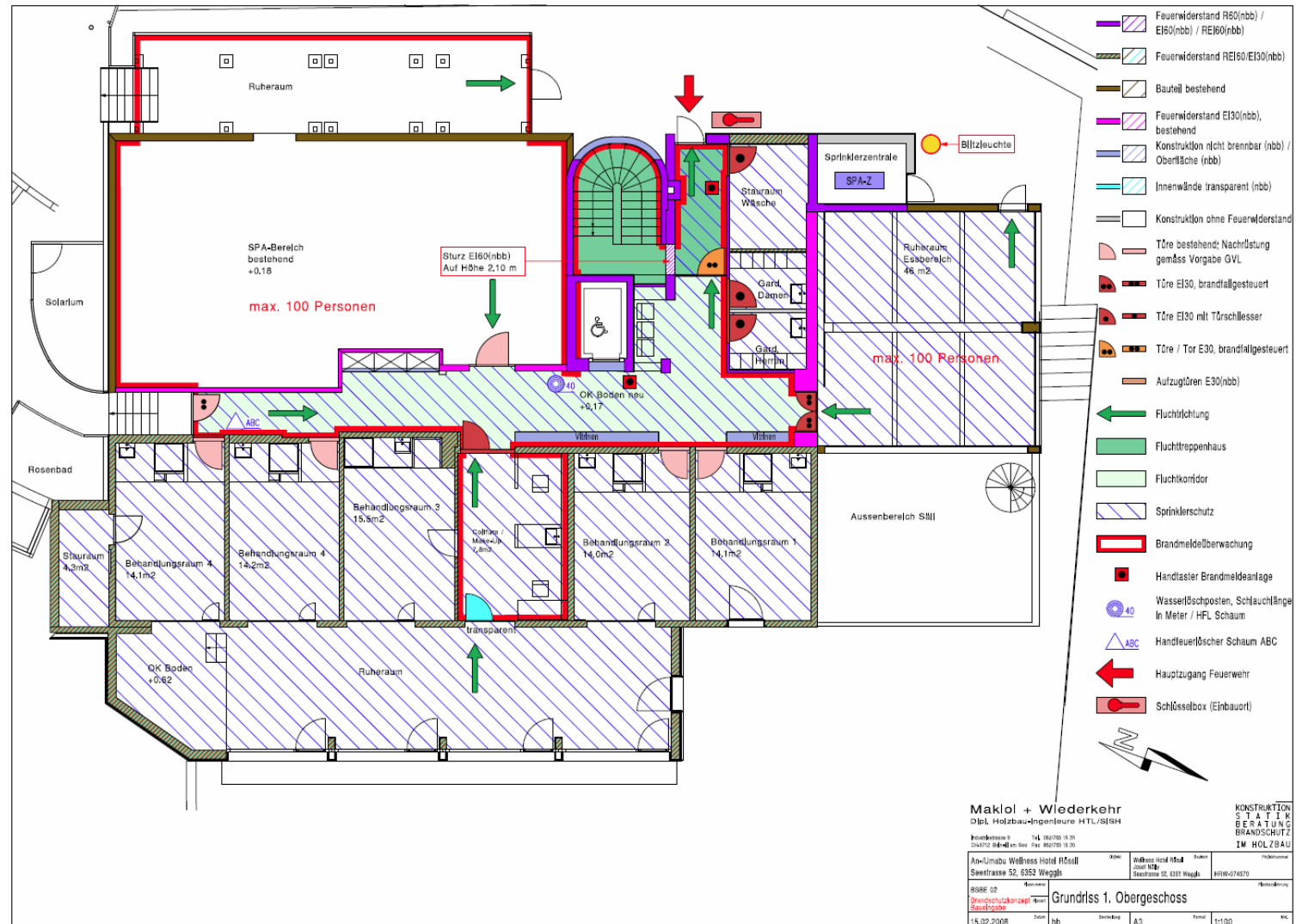


## Quality of construction 建设质量

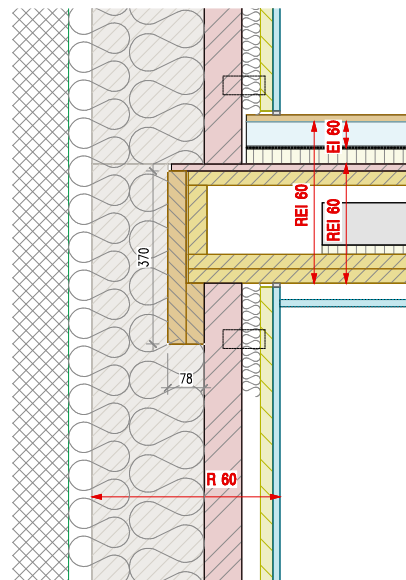
- Fire safety plan with all fire safety measures
- 包含所有消防安全措施的消防安全规划
- Careful planning and detailing
- 细致规划和细节设计
- Professionally implementation of fire safety measures during the execution
- 在执行过程中专业地实施消防安全措施
- Periodic controls and maintenance
- 定期控制和维护
- The intensity of maintenance and controls must be set depending of the type of structures and the type and importance of the building
- 维护和控制强度必须根据结构的类型和建筑的类型和重要性来确定。



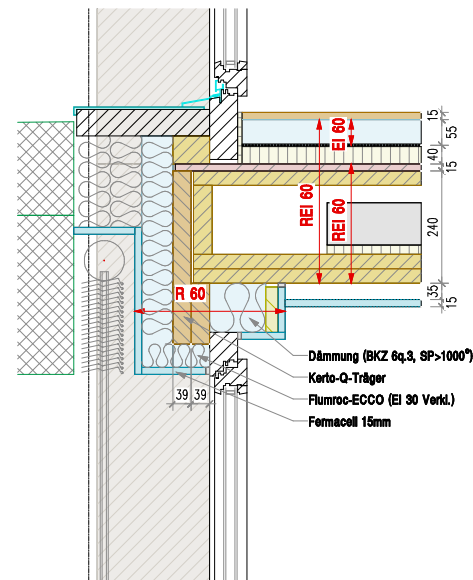
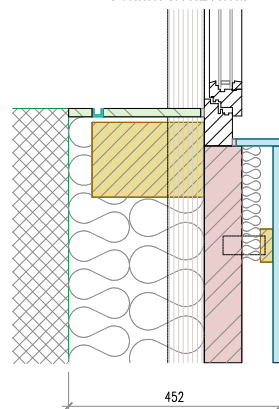
# Fire safety plan 消防安全规划



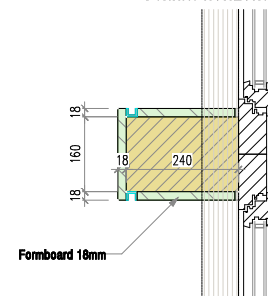
# Careful planning and detailing 细致规划和细节设计



Schnitt horizontal



Schnitt horizontal



**Makiol + Wiederkehr**  
Dipl. Holzbau-Ingenieure HTL/BSH

Inhaberschaft 9 Tel. 062/706 16 35  
04-5712 Detail an der Str. Fax 062/706 16 36

KONSTRUKTION  
STATIK  
BERATUNG  
BRANDSCHUTZ  
IM HOLZBAU

|                        |           |                        |             |                   |
|------------------------|-----------|------------------------|-------------|-------------------|
| MFH Stichmatt, Sisseln | Objekt    | Kaufmann Holz & Bau AG | Bauherr     | Projektnummer     |
| DH-4                   | Planummer |                        |             | STI-060130        |
| Details-Holzbau        | Planimer  |                        |             | Planimerzeichnung |
| 02.02.2007             | Datum     | mo/ku                  | Bearbeitung | A4                |
|                        |           |                        | Format      | M. 1:10           |
|                        |           |                        |             | Wsk.              |

**Detail Decke-AW (Balkon)**

Careful execution and period controls  
(in factory and at construction site)

细致实施、定期质量控制（在工厂内以及施工现场）



# Steinhausen: the first 6-storey timber building in CH

## 施泰因豪森：瑞士第一座6层高的木结构建筑



# Steinhausen: the first 6-storey timber building

## 施泰因豪森：瑞士第一座6层高的木结构建筑



Fire stop barrier on timber façade 木制外墙的防火隔离带



Zug 楚格



Steinhausen  
施泰因豪森



Baar 巴尔



Lugano 卢加诺



Zurich, Badenerstrasse 380 苏黎世  
6 residential buildings, 2010 六栋居住建筑, 2010年  
3x7+3x5 storeys, 54 apartments 三栋7层, 三栋5层, 54个公寓  
(first floor: concrete; other floors: timber) 第一层为混凝土结构, 其他层为木结构



Zurich, Residential Area Leonhard-Ragaz-Weg  
167 apartments 苏黎世居住区, 167个公寓



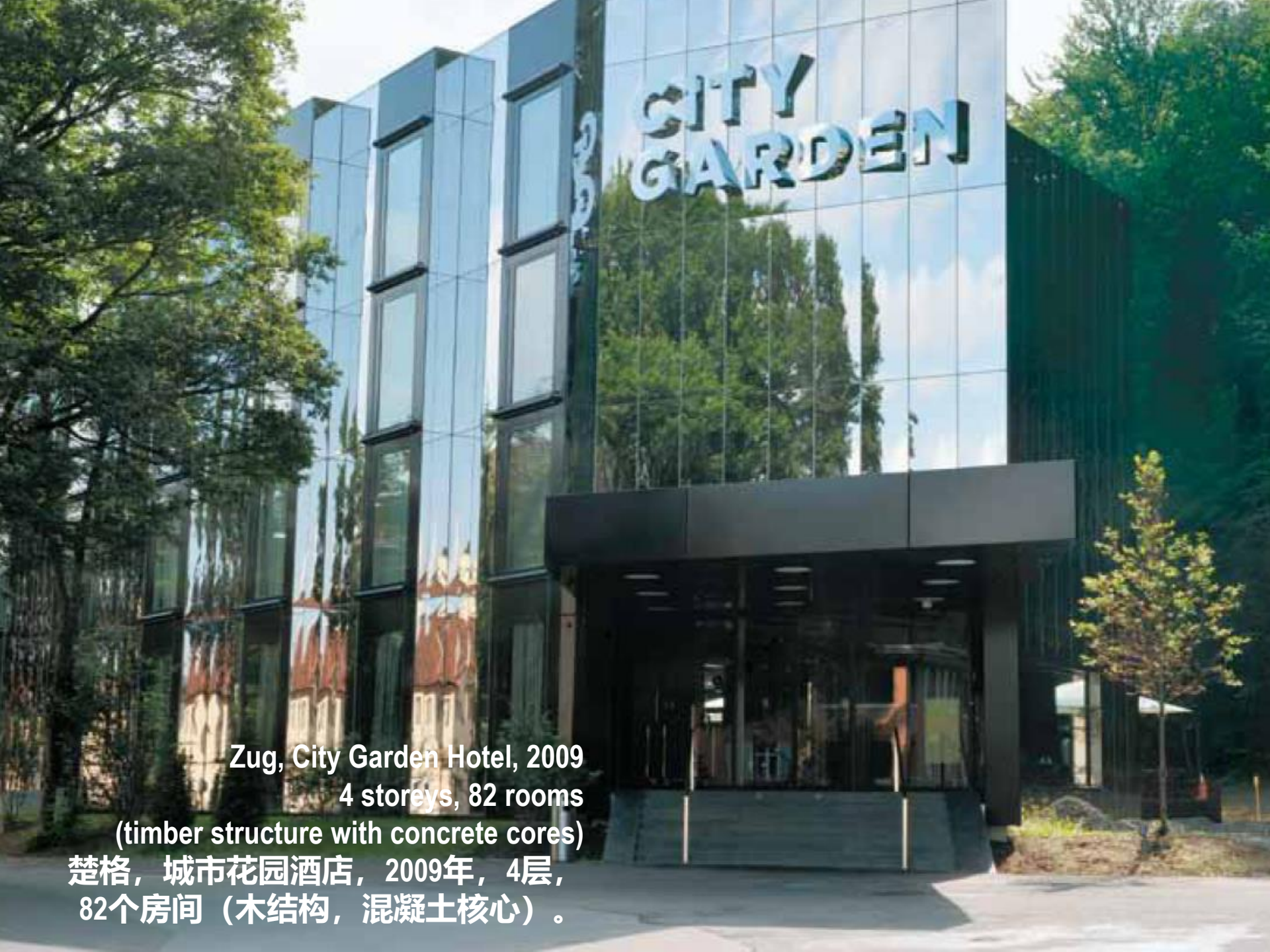
Zurich, Residential Area Grünmatt  
155 apartments  
苏黎世，居住区，155个公寓



Friesenbergh

**Zurich, Residential Area Freilager**  
**3 buildings, 100 m long, 6 storeys,**  
**187 apartments**  
**苏黎世，居住区**  
**三栋建筑，长约100米，六层**  
**共187个公寓**





Zug, City Garden Hotel, 2009

4 storeys, 82 rooms

(timber structure with concrete cores)

楚格，城市花园酒店，2009年，4层，  
82个房间（木结构，混凝土核心）。

Winterthur, Residential Area Giesserei  
温特图尔, 住宅区Giesserei



Basel, Residential Area Schorenstadt  
巴塞尔, 住宅区Schorenstadt



Winterthur, Residential Area Sue&til  
温特图尔, 住宅区Sue&til



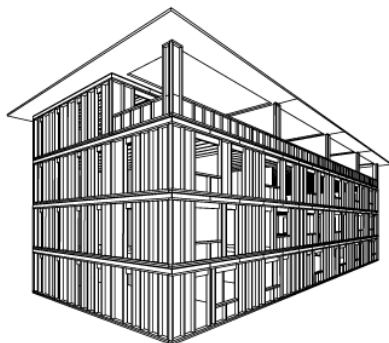
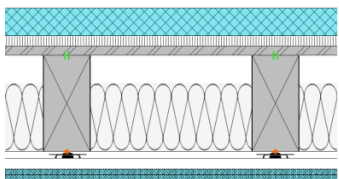
Mellingen, Residential Area Neugr en  
梅林根, 住宅区Neugr en



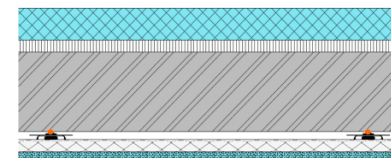
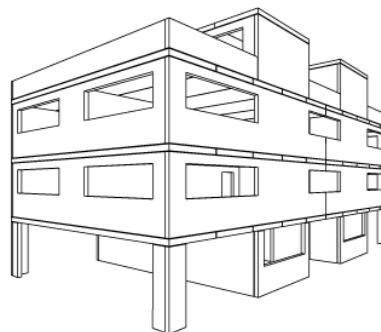
# Drivers of development 发展的驱动因素

## Building systems (prefabrication) 建筑系统（预制件）

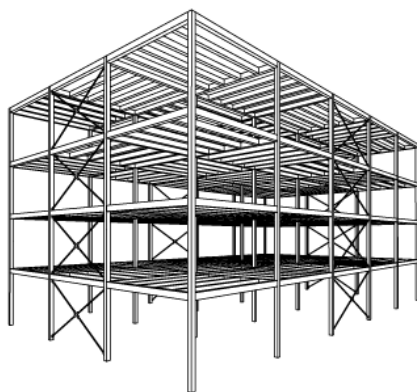
Holzrahmenbau



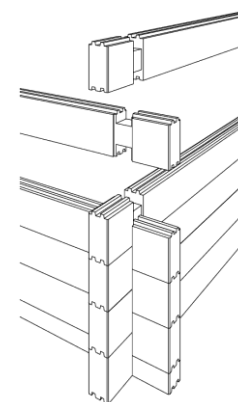
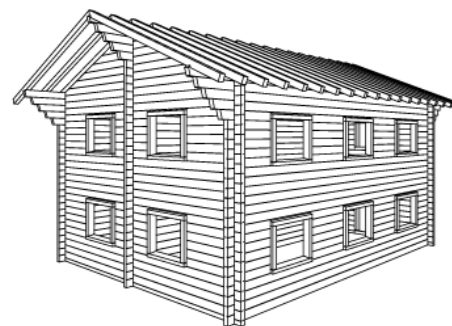
Massivholzbau



Skelettbau



Blockbau

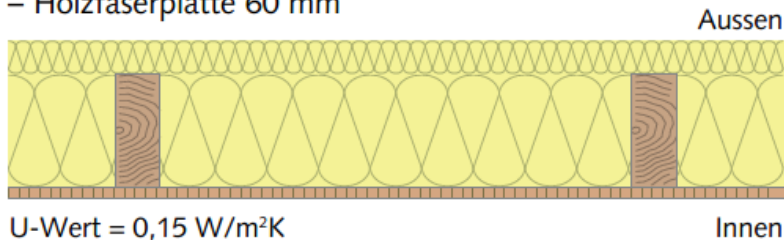


# Drivers of development 发展的驱动因素

## Material efficiency 材料效率

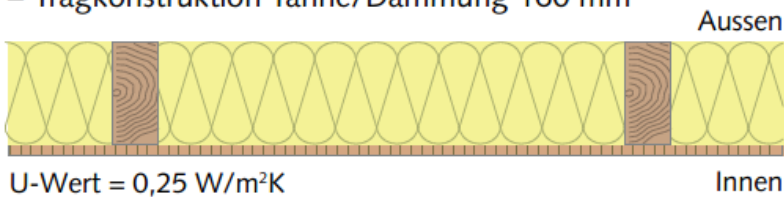
### Aussenwand mit Holzrahmen

- OSB-3-Platte 18 mm
- Tragkonstruktion Tanne/Dämmung 200 mm
- Holzfaserplatte 60 mm



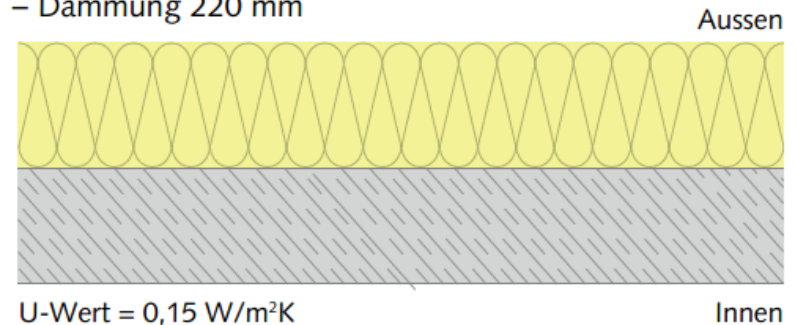
### 木制支撑结构 木质纤维板

- OSB-3-Platte 18 mm
- Tragkonstruktion Tanne/Dämmung 160 mm

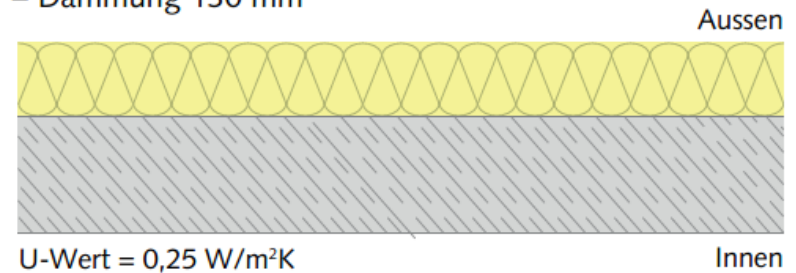


### Aussenwand aus Stahlbeton

- Stahlbeton 200 mm
- Dämmung 220 mm

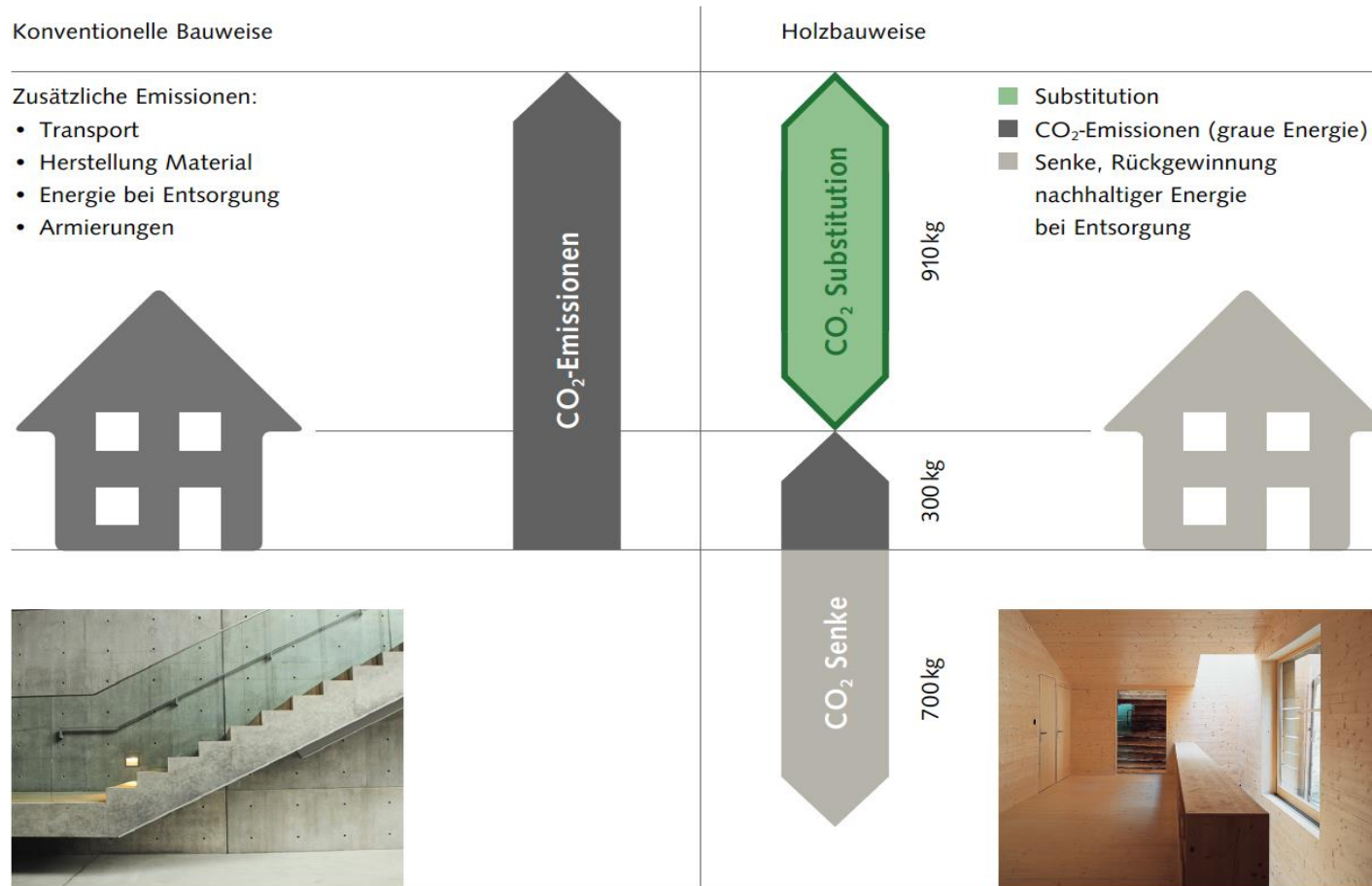


- Stahlbeton 200 mm
- Dämmung 130 mm



# Drivers of development 发展的驱动因素

## Grey energy 灰色能耗



Drivers of development 发展的驱动因素

Glued laminated timber 胶合板木材



# Drivers of development 发展的驱动因素

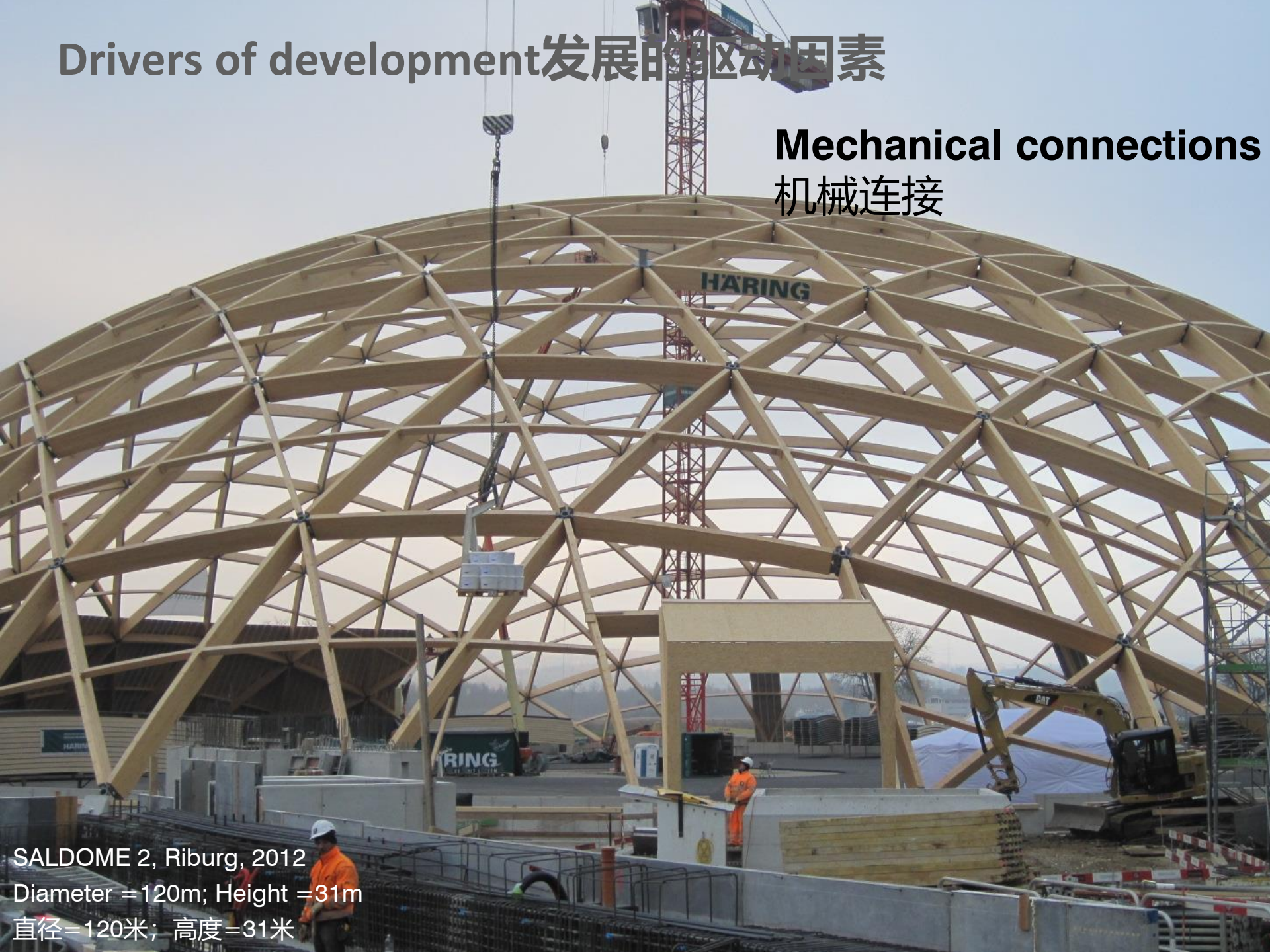
Cross-laminated  
timber 交叉层压木材

Granatkapelle Penkenjoch, Zillertal 彭肯霍赫石榴石教堂, 齐勒塔尔州



# Drivers of development发展的驱动因素

## Mechanical connections 机械连接



SALDOME 2, Riburg, 2012  
Diameter = 120m; Height = 31m  
直径=120米; 高度=31米



Agro exhibition buildings in Chengdu (CN),  
Spans well over 115 meters and structural height of over 40 meters  
位于中国成都的农业展览馆，跨度超过115米，结构高度超过40米。



**Häring: Swiss  
timber company  
active in China  
活跃在中国的瑞  
士木材公司**

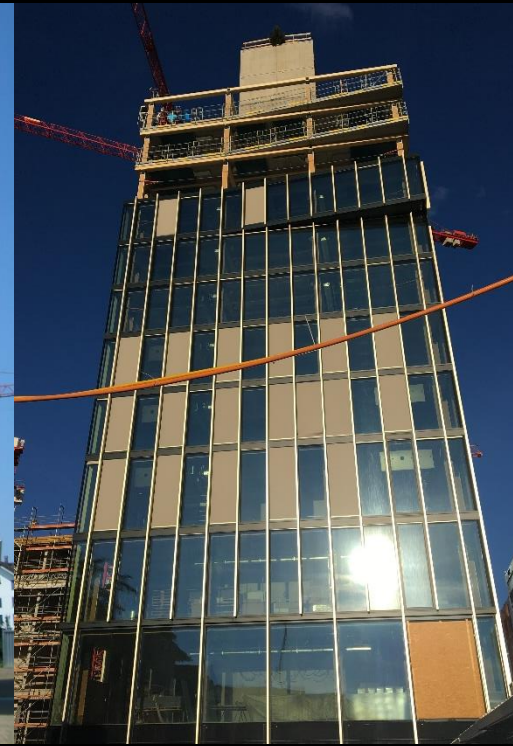
# Evolution of Swiss fire regulations 瑞士消防法规的演变



Until 2004



Since 2005



Since 2015

## Swiss Fire Safety Regulations (2015)

### 瑞士2015版防火规范

New Swiss fire regulations recognised that the fire safety objective adopted *for all buildings* can be achieved with the given requirements despite the combustibility of the structural material used

瑞士新的防火规范承认，尽管所使用的结构材料具有可燃性，但为所有建筑所设定的消防安全目标可以通过给定的要求来实现。

# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范



### Folder A (statutory)

- 1 Fire safety standard
- 19 Fire safety guidelines

### Folder B

- 10 Explanation of fire safety
- 3 Fire safety tools

### 文件A (法定)

1个消防安全标准, 19项消防安全指南

### 文件B

10个消防安全的解释, 3个消防安全工具



**www.vkf.ch**

Internet portal of the Association of Cantonal Fire Insurers



**www.praever.ch**

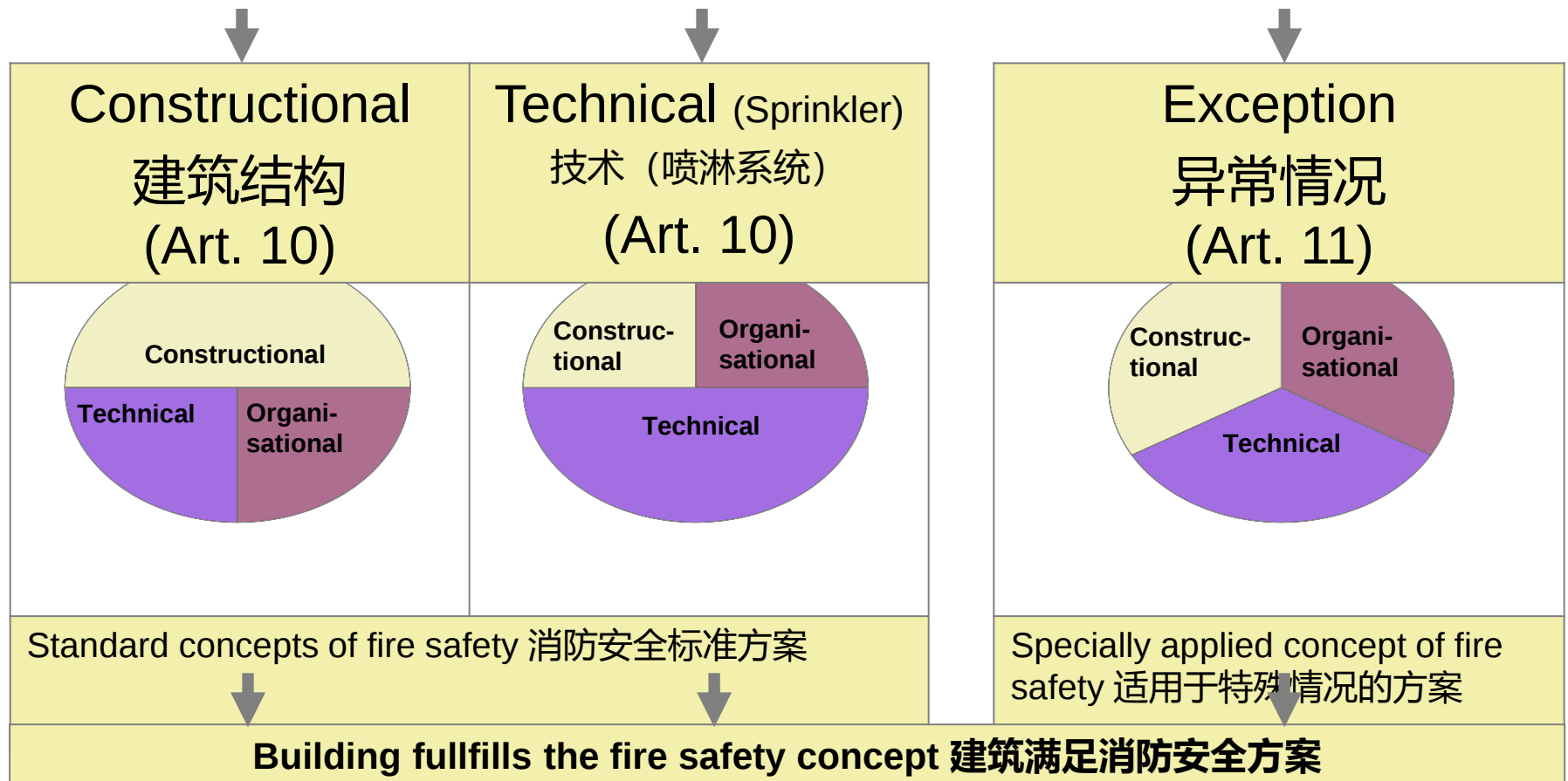
Internet portal: prevention, fire safety, prevention of natural hazards, training and certification of personnel

# Swiss Fire Safety Regulations 2015 瑞士2015版防火规范

The Swiss fire safety regulations VKF are **prescriptive**, but allow performance based concepts (“objekt-bezogene Konzepte”)

瑞士防火规范是法规性质的，但是也允许基于性能的方案

## Fire safety concepts 消防安全方案



# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Building categories with respect to height

#### 按照高度划分的建筑类别



#### Low buildings

Up to 11 m total height

Usual 1 – 3 stories

低层建筑

建筑高度低于11米

一般1到3层



#### Medium-rise

Up to 30 m total height

Usual 4 - 8 stories

中层建筑

建筑高度低于30米

一般4到8层



#### Tall buildings

More than 30 m total height

Usual 9 and more stories

高层建筑

建筑高度高于30米

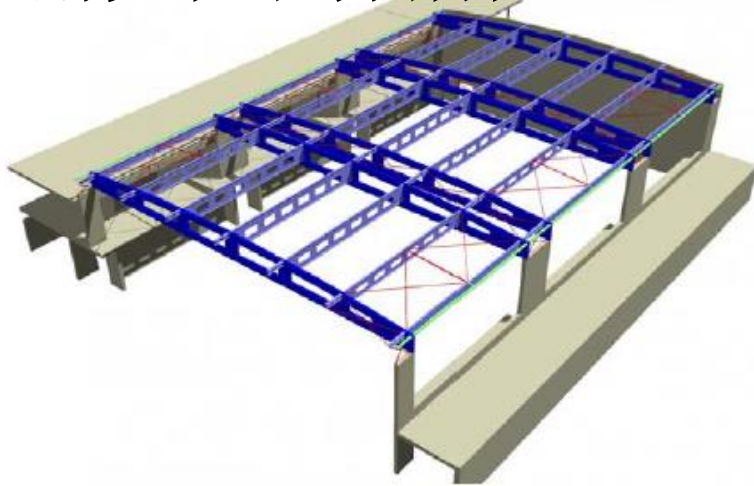
一般9层以上

# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

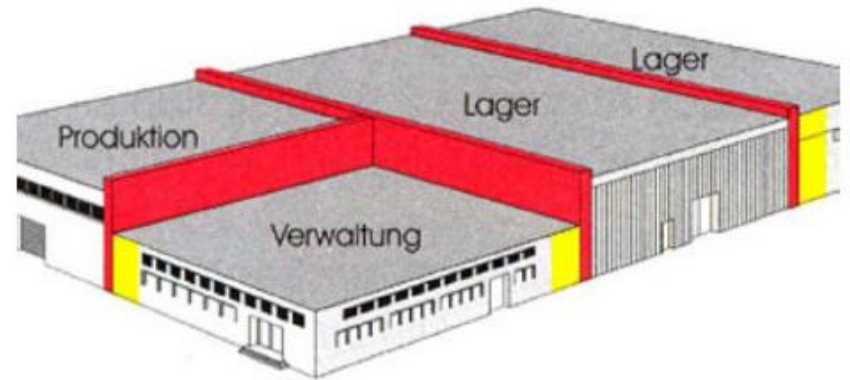
### Fire resistance & compartmentation

#### 耐火性和分隔性



Fire resistant structure

耐火结构



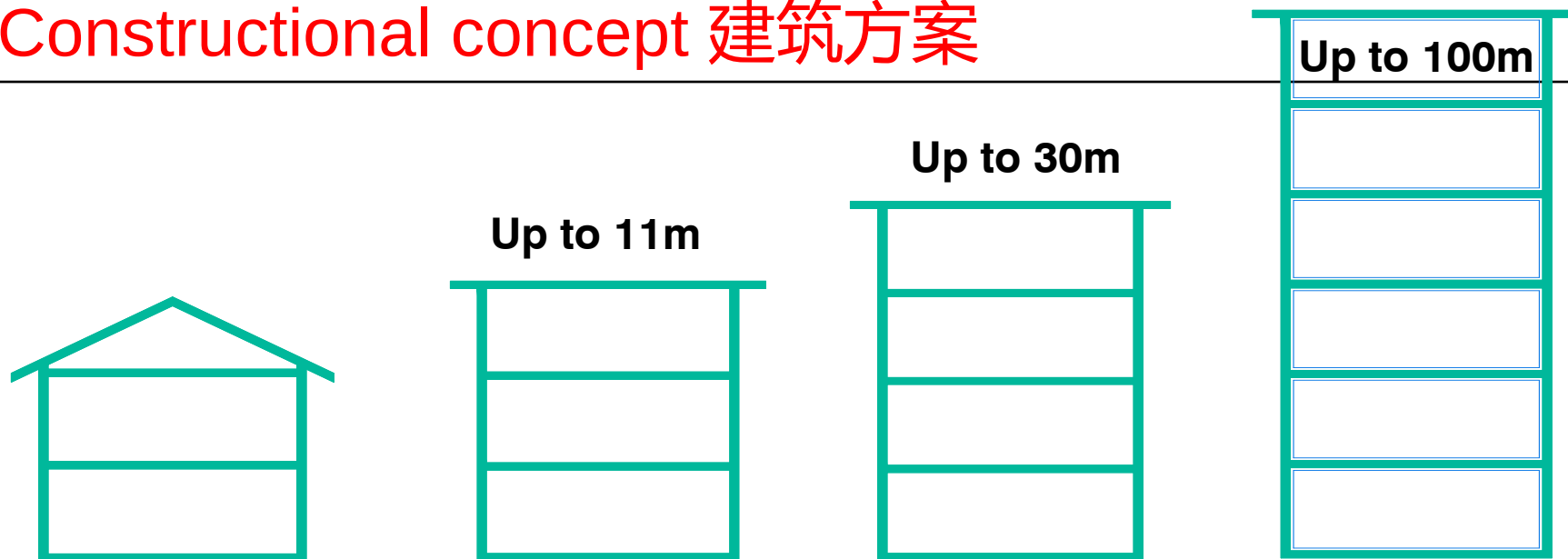
Building divided in  
compartments

建筑物被分割成若干个单元

# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Constructional concept 建筑方案

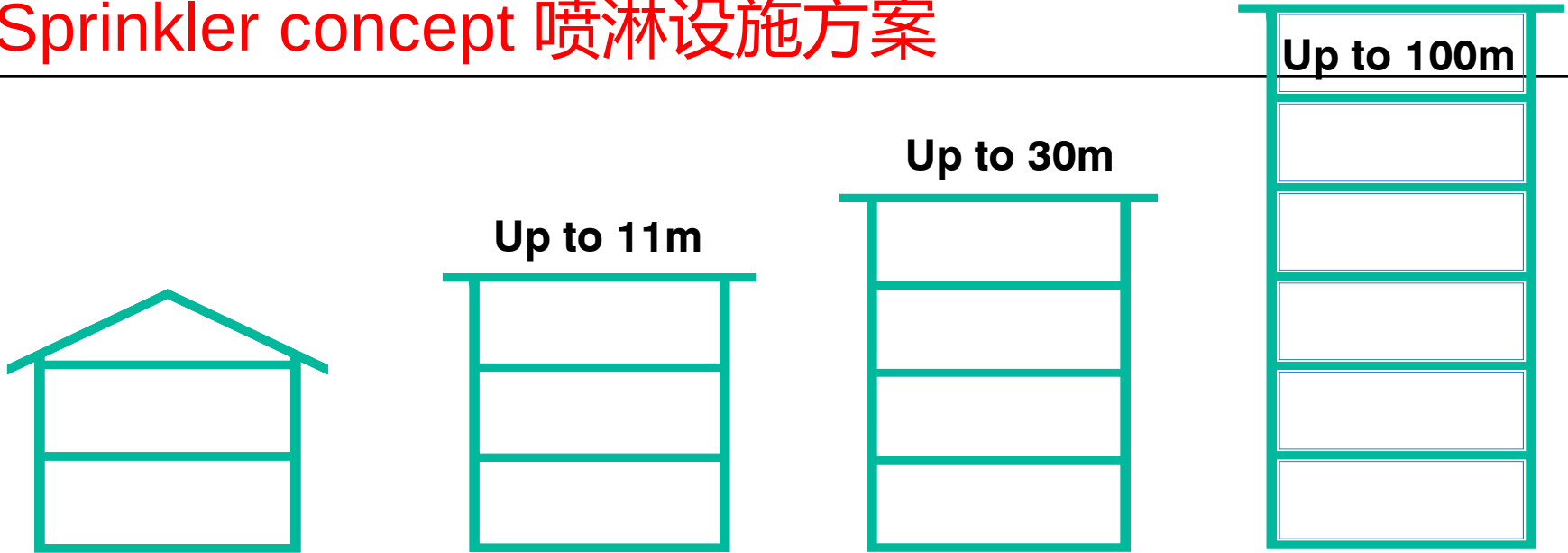


| until 2004 | since 1.1.2015 |       |       |
|------------|----------------|-------|-------|
| F 30bb     | REI30          | REI60 | REI90 |

# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Sprinkler concept 喷淋设施方案



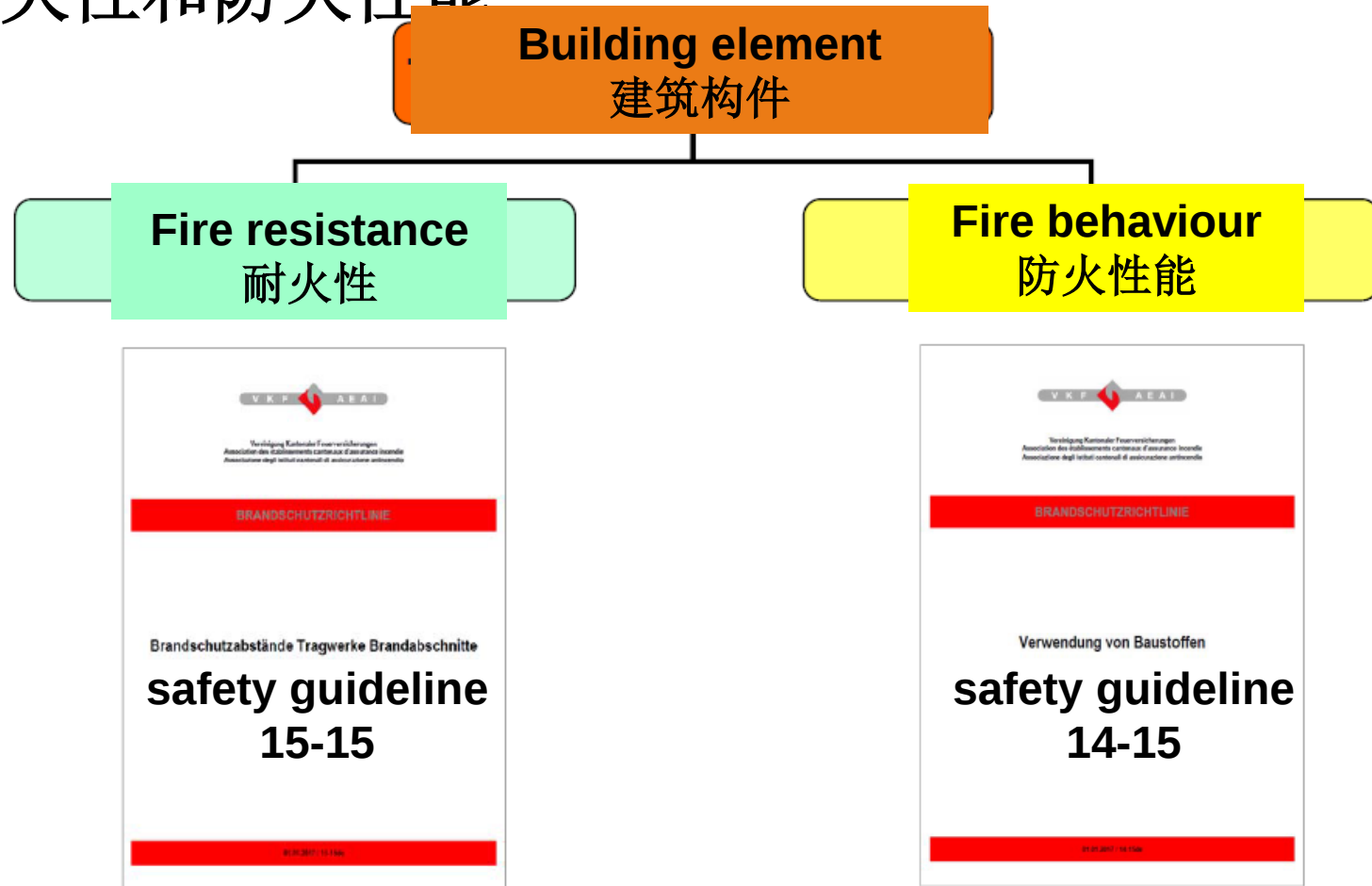
| until 2004 | since 1.1 2015                            |     |     |
|------------|-------------------------------------------|-----|-----|
| F 30bb     | Design for normal temperature<br>正常温度下的设计 | R30 | R60 |

# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Fire resistance and fire behaviour

#### 耐火性和防火性能



# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Fire behaviour requirements (safety guideline 14-15)

#### 防火性能要求（安全准则）

| <div> <div>RF1</div> <div>RF2</div> <div>RF3</div> <div>Keine Anwendung</div> <div>Keine Anforderung</div> <div>cr = Baustoffe mit „kritischem Verhalten“ sind anwendbar</div> </div> |                          |                      | Low and medium rise buildings                             |                                                            |                           |                                                              |                        |                    |             |                                   | Tall buildings                                            |                                                            |                           |                                                              |                        |                    |             |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                       |                          |                      | Wände, Decken und Stützen mit Feuerwiderstandsanforderung | Wände, Decken und Stützen ohne Feuerwiderstandsanforderung | Dämm- / Zwischenschichten | Wand- und Deckenbekleidungen, abgehängte Decken, Doppelböden | Klassifizierte Systeme | Deckenbespannungen | Bodenbeläge | Treppen- und Podestkonstruktionen | Wände, Decken und Stützen mit Feuerwiderstandsanforderung | Wände, Decken und Stützen ohne Feuerwiderstandsanforderung | Dämm- / Zwischenschichten | Wand- und Deckenbekleidungen, abgehängte Decken, Doppelböden | Klassifizierte Systeme | Deckenbespannungen | Bodenbeläge | Treppen- und Podestkonstruktionen |
| Fluchtwege                                                                                                                                                                            | Vertical escape routes   | Bauliches Konzept    | [7]                                                       | [1]                                                        | [1]<br>[5]                | [2]                                                          | [2]                    |                    | [3]         | [3]                               |                                                           |                                                            |                           | [2]                                                          | [2]                    |                    |             |                                   |
|                                                                                                                                                                                       |                          | Löschanlagen-konzept | [1]                                                       | [1]                                                        | [1]                       | [2]                                                          | [2]                    |                    |             | [3]                               |                                                           |                                                            |                           | [2]                                                          | [2]                    |                    |             |                                   |
|                                                                                                                                                                                       | Horizontal escape routes | Bauliches Konzept    | [1]<br>[6]                                                | [1]                                                        | [1]                       | [2]                                                          | [2]                    | [4]                |             |                                   |                                                           |                                                            |                           | [2]                                                          | [2]                    | [4]                |             |                                   |
|                                                                                                                                                                                       |                          | Löschanlagen-konzept |                                                           |                                                            |                           |                                                              |                        | [4]                |             |                                   |                                                           |                                                            |                           | [2]                                                          | [2]                    | [4]                |             |                                   |
| Übrige Innenräume                                                                                                                                                                     | Hospitals                | Bauliches Konzept    | [7]                                                       |                                                            | [5]                       |                                                              | [5]                    | [4]                | cr          |                                   |                                                           |                                                            | [5]                       |                                                              | [5]                    | [4]                | cr          |                                   |
|                                                                                                                                                                                       |                          | Löschanlagen-konzept |                                                           |                                                            |                           |                                                              |                        | [4]                | cr          |                                   |                                                           |                                                            | [5]                       |                                                              | [5]                    | [4]                | cr          |                                   |
|                                                                                                                                                                                       | Room with high occupancy | Bauliches Konzept    |                                                           |                                                            |                           |                                                              |                        | [4]                | cr          |                                   |                                                           |                                                            | [5]                       |                                                              | [5]                    | [4]                | cr          |                                   |
|                                                                                                                                                                                       |                          | Löschanlagen-konzept |                                                           |                                                            |                           |                                                              |                        | [4]                | cr          |                                   |                                                           |                                                            | [5]                       |                                                              | [5]                    | [4]                | cr          |                                   |
|                                                                                                                                                                                       | Other building uses      | Bauliches Konzept    |                                                           |                                                            |                           |                                                              |                        |                    | cr          |                                   |                                                           |                                                            | [5]                       |                                                              | [5]                    | [4]                | cr          |                                   |
|                                                                                                                                                                                       |                          | Löschanlagen-konzept |                                                           |                                                            |                           |                                                              |                        |                    | cr          |                                   | [7]                                                       |                                                            | [5]                       |                                                              |                        |                    | cr          |                                   |

# *Swiss Fire Safety Regulations 2015*

## *瑞士2015版防火规范*

### **Fire behaviour typologies**防火性能分类

- RF1 (no contribution to fire) 对火灾无贡献
- RF2 (small contribution to fire) 对火灾的贡献小
- RF3 (acceptable contribution to fire) 对火灾的贡献处于可接受范围
- RF4 (unacceptable contribution to fire) 对火灾的贡献处于不可接受范围

Note: Materials with critical behaviour (*cr*)  
e.g. due to smoke and fire development  
may lead to unacceptable fire consequences.

注：起关键角色的材料，例如，由于烟和火的发展可能导致不可接受的火灾后果。

# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Building elements: encapsulation

建筑构件：封装

**(R)EI 30-RF1**

**Or (R)EI 60-RF1**

→ Encapsulation K30-RF1

→ 封装

→ Cavities filled with RF1

→ 空腔内填充RF1

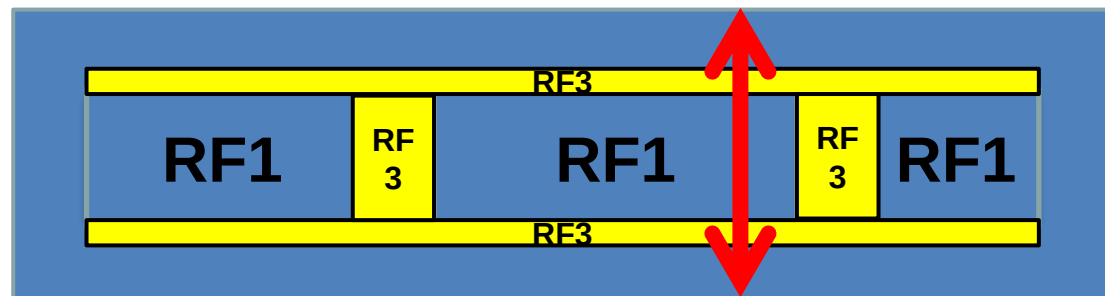
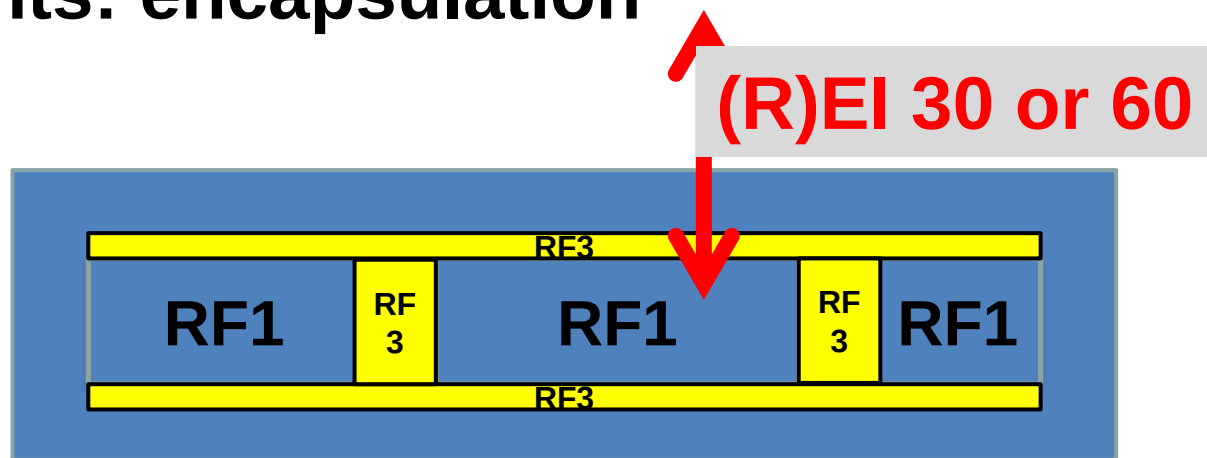
**(R)EI 90-RF1**

→ Encapsulation K60-RF1

→ 封装

→ Cavities filled with RF1

→ 空腔内填充RF1



**(R)EI 90**

# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Quality assurance (safety guideline 11-15) 质量保证



# Swiss Fire Safety Regulations 2015

## 瑞士2015版防火规范

### Quality assurance (safety guideline 11-15) 质量保证

| Building type and use 建筑类型                                                                                                                                                                             | Low-rise buildings 低层 | Medium-rise buildings 中层 | Tall buildings 高层 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>Dwellings 住房</li><li>Office 办公室</li><li>School 学校</li><li>Parking 停车场</li><li>Industrial buildings 工业建筑</li><li>Farm buildings 农业建筑</li></ul>                    | 1                     | 1                        | 2                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Hotels 酒店</li><li>High occupancy (&gt; 300 people) 高入住率 (高于300人)</li><li>Retails 商业建筑</li><li>Industrial buildings (q &gt; 1000 MJ/m<sup>2</sup>) 工业建筑</li></ul> | 2                     | 2                        | 3                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Hospitals 医院</li><li>Unknown use 其他</li></ul>                                                                                                                    | 2                     | 3                        | 3                 |



## Suurstoffi BF1, Risch Rotkreuz

15 storeys, 60m, 2019  
in 15 weeks!

15层, 60米高, 2019年,  
建设周期15周

The current highest tall hybrid  
timber building in Switzerland  
目前瑞士最高的混合木结构建筑



## Fire safety concept

- Technical (sprinkler)
- Structure REI 60
- Timber columns and beams unexposed

## 消防安全方案

- 技术（自动喷淋系统）
- 结构REI 60
- 未暴露的木柱和木梁

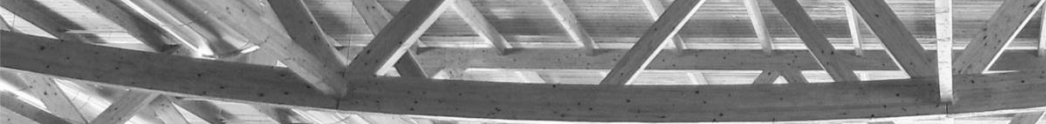
**B 3**

**SCHNETZER PUSKAS**  
INGENIEURE

**BOLTSHAUSER**  
ARCHITEKTEN

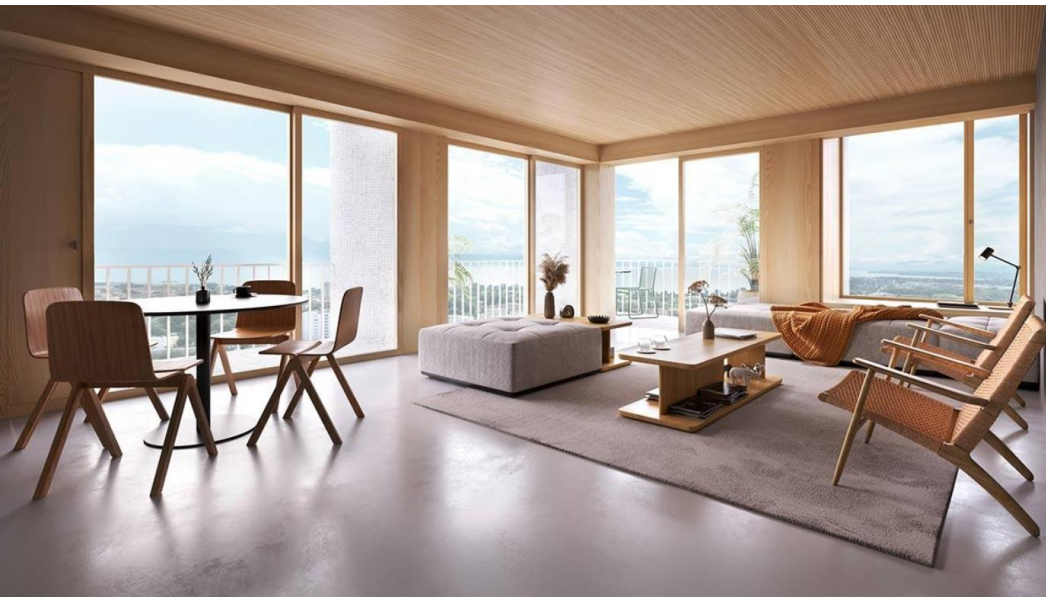
Zwhatt, Regensdorf  
75 m, 2023





# Tilia Tower, Lausanne 洛桑

85 m, 2024





# Tower Pi, Zug 楚格

80 m, 2025



© Duplex Architekten AG, Visualisierung: Filippo Bolognese

Duplex Architekten



Wg waltgalmarini



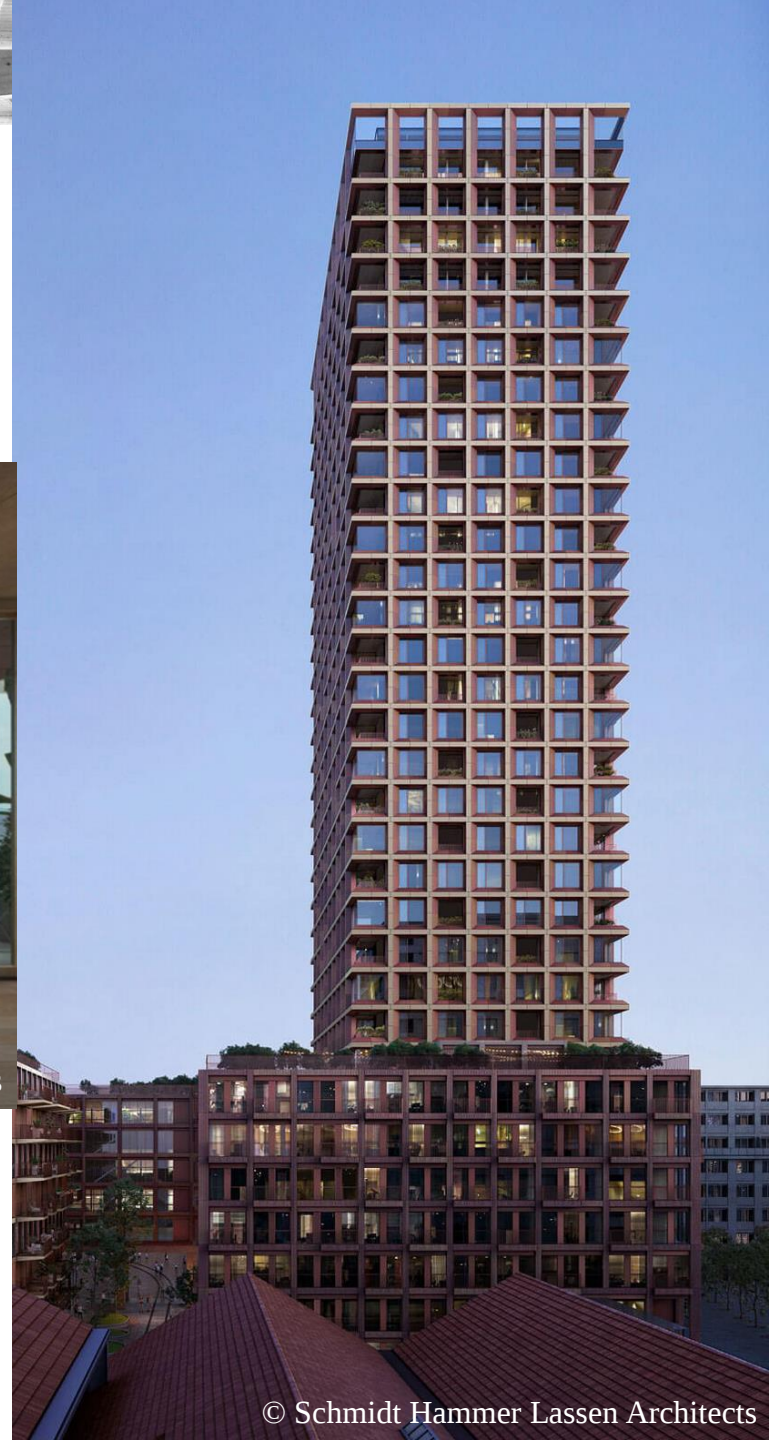
© Duplex Architekten AG, Visualisierung: Filippo Bolognese

# Rocket, Winterthur 温特图尔

100 m, 2026



© Schmidt Hammer Lassen Architects



© Schmidt Hammer Lassen Architects

## Conclusions 结论

Fire safety is not primarily a question of building material but of **concept** (education, quality assurance, careful design and execution, maintenance)

建筑材料消防安全不是主要的问题，主要是理念的问题（教育、质量保证、精心设计和建设、维护）。

# «EMPIRE STATE OF WOOD» New York, 440 m high

