

Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur

FH Zentralschweiz

# Criteria catalogue and analysis model

Managing complexity  
in prefabricated timber construction

Dr.-Ing. Sonja Geier, Prof. Dr.-Ing. Peter Schwehr  
CC Typology & Planning in Architecture (CCTP)

# Research topic

Strategic transformation of the built environment



**Aim**  
Resilient buildings,  
neighbourhoods and districts



**1** Interdisciplinary Team  
(Architecture, Urban-Planning,  
Real Estate, Design, Building-  
technology, Informatics,  
Economy, Philosophy)

**23** Employees (no students  
included)

**13** Years of Experience

**101** Projects in the context of  
resilient strategies for the built  
environment

**3** Chapters

- Lucerne
- Zürich (NEST)
- Berlin

**∞** Motivated & Curious



A photograph of two construction workers in a utility or industrial setting. The worker in the foreground is wearing a white helmet and an orange high-visibility jacket, seen from the back. The worker in the background is wearing a white helmet with a logo, safety glasses, a yellow high-visibility vest over an orange jacket, and is gesturing with his hands while talking. The background shows a wall with horizontal pipes and a wooden ceiling structure.

*«Timber construction has a higher complexity»*

# WoodWisdomNet-Project leanWOOD 2014-2017

→ International and national project teams (Germany, Switzerland, France, Finland)

- **Analysis of realised projects** in timber construction

8 + 6 + 4 + 1 Projects

54 Interviews (CH)

9 Workshops + discussion panels in the DACH-region

@lattkearchitekten, Fotograf: Eckhard Matthäus

Supported by:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

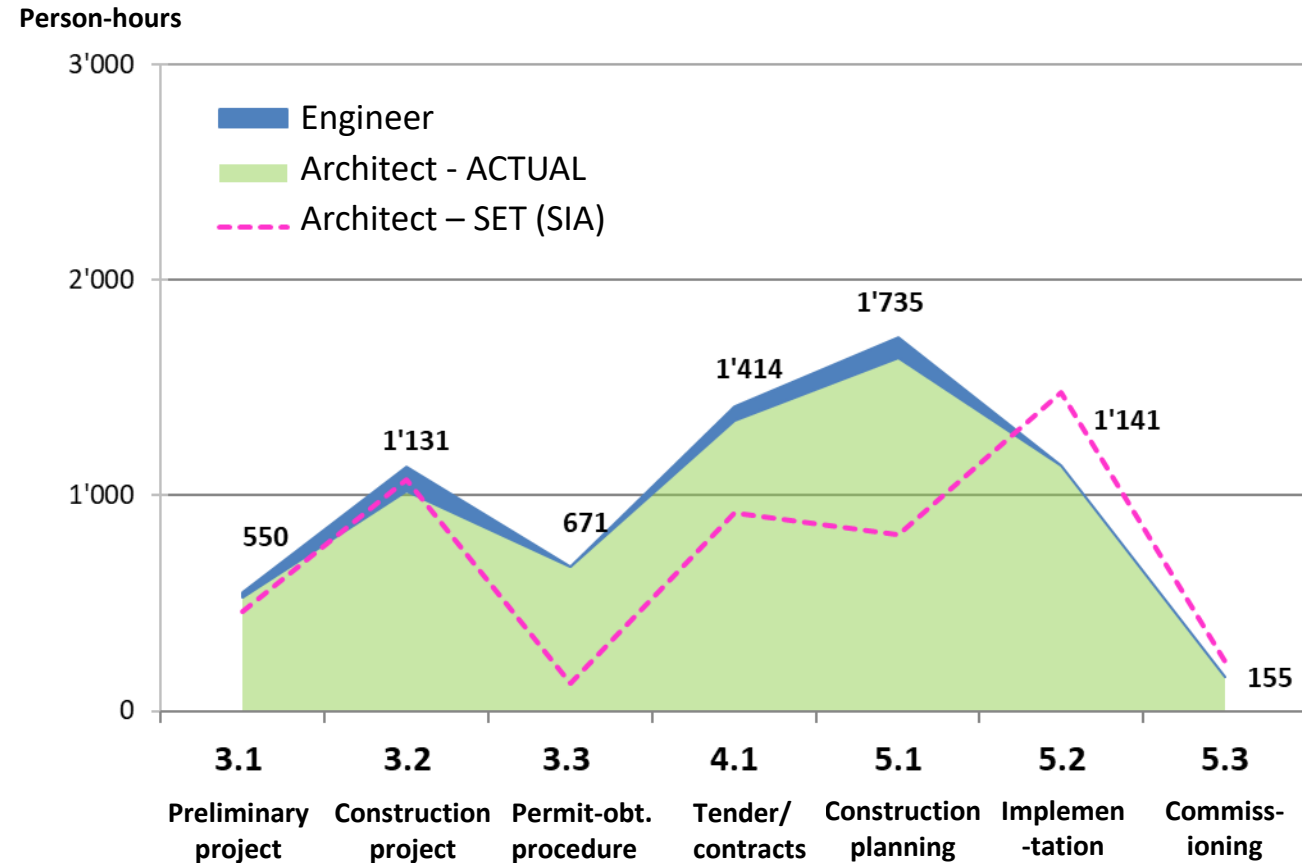
Innosuisse – Schweizerische Agentur  
für Innovationsförderung

Layout: CCTP, Bild: Lattke, Fotograf: Matthäus



# Analysis of hours spent in a project

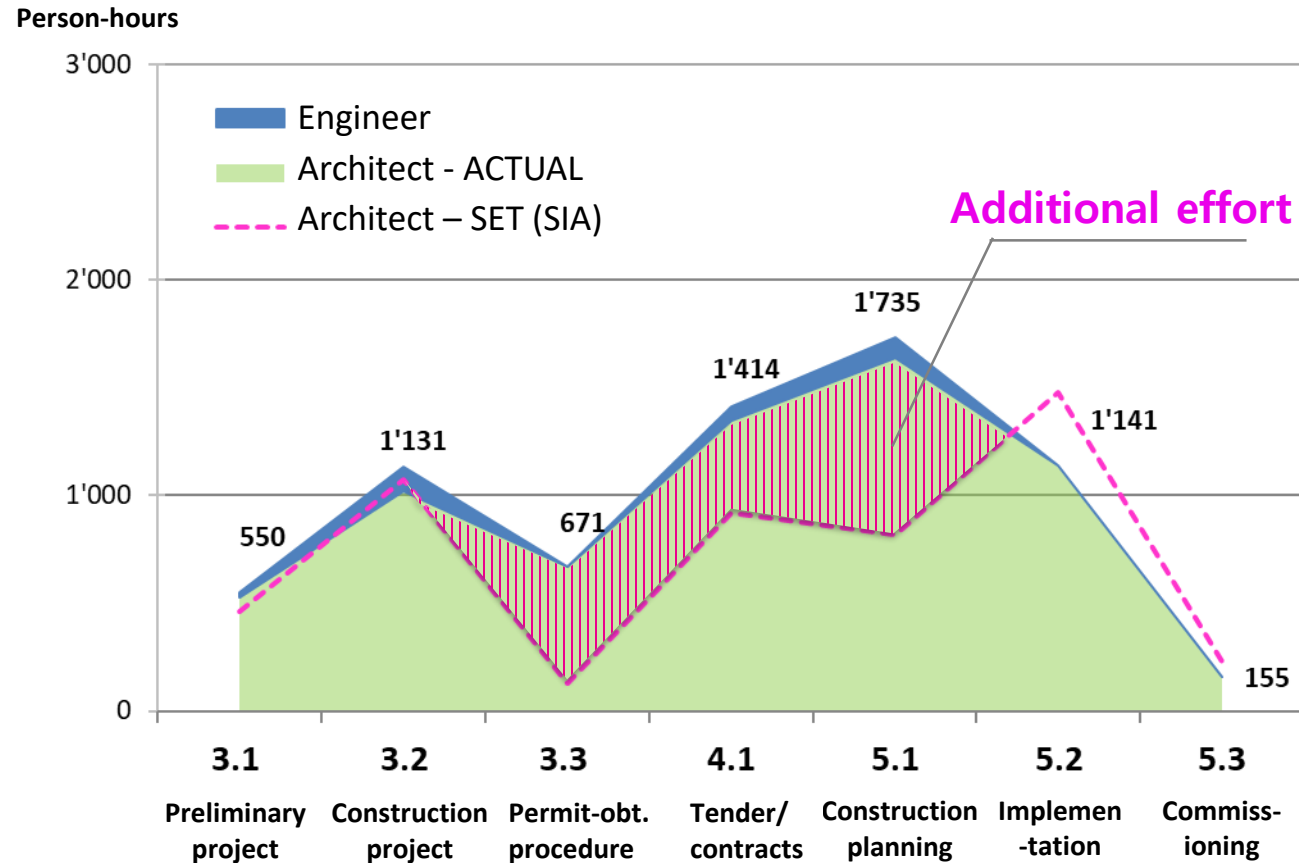
Case Study: Renovation of multi-family house + floor addition in prefab timber construction



Source: Geier 2017, p47

# Analysis of hours spent in a project

Case Study: Renovation of multi-family house + floor addition in prefab timber construction



Source: Geier 2017, p47

# Questions to be asked

- 1 What is the **cause** of the alleged **complexity**?
- 2 How is it possible **to handle complexity** in timber construction?



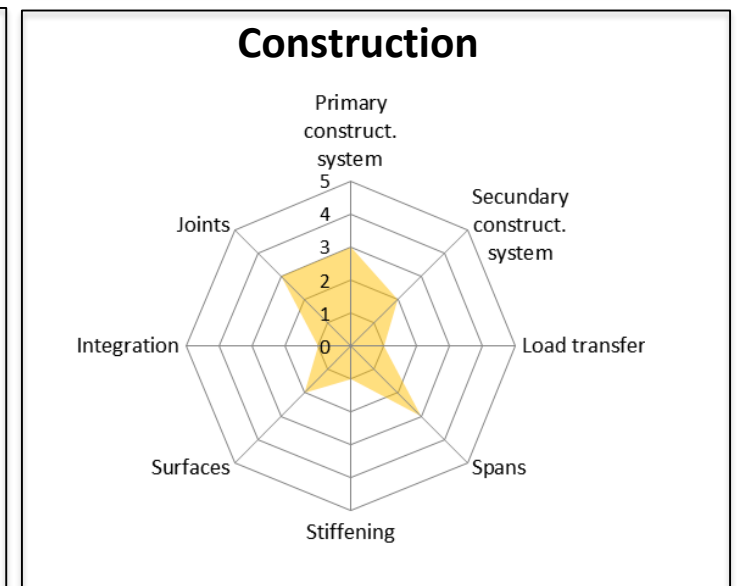
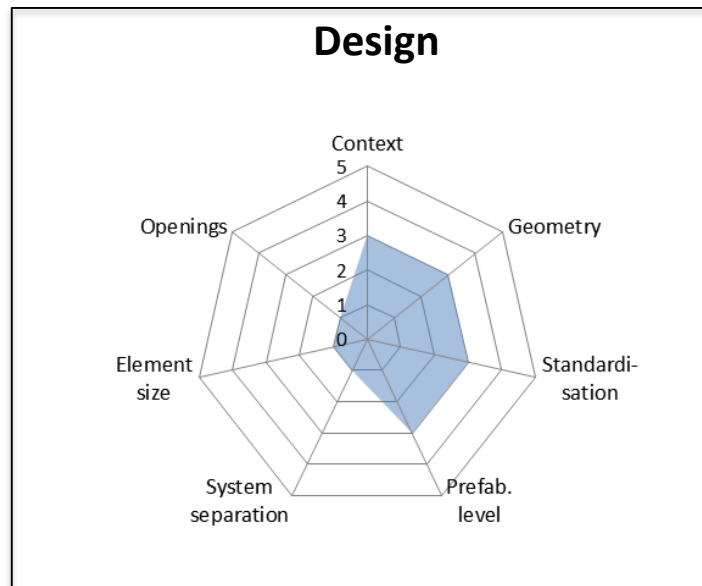
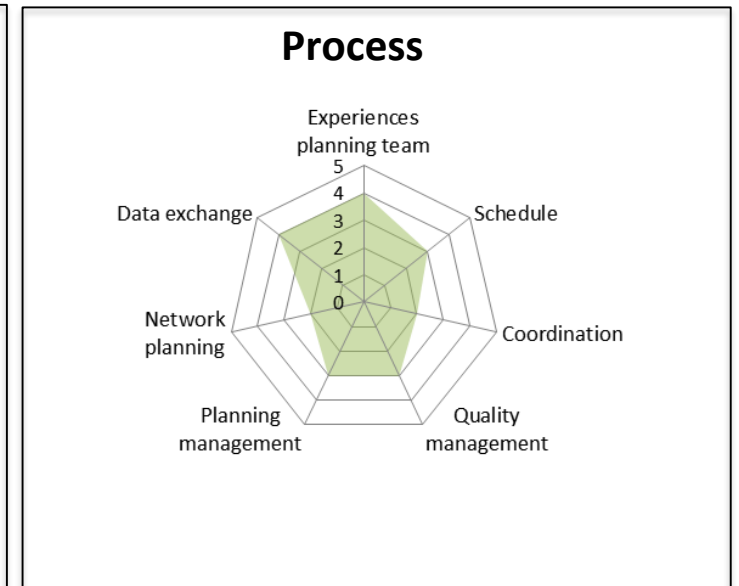
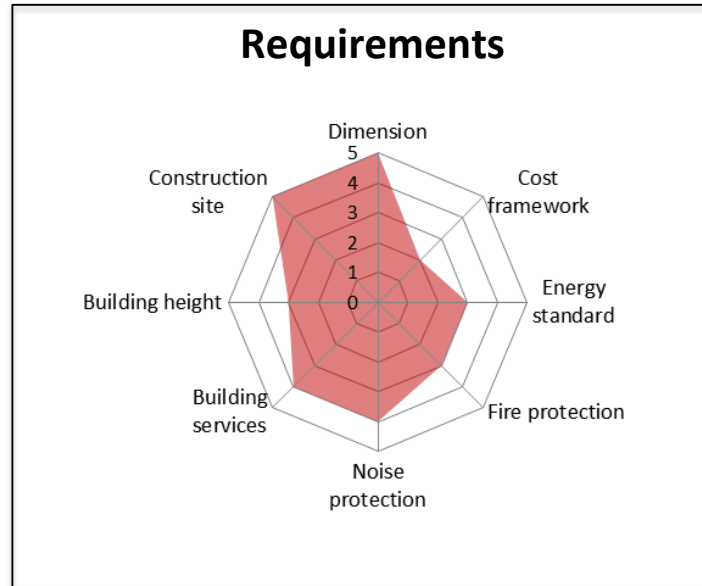
# Questions to be asked

- 1 What is the **cause** of the alleged **complexity**?
- 2 How is it possible **to handle complexity** in timber construction?

# Reported challenges

Visualisation of the level of difficulty

- 1 Very low
- 2 Low
- 3 Average
- 4 High
- 5 Very high

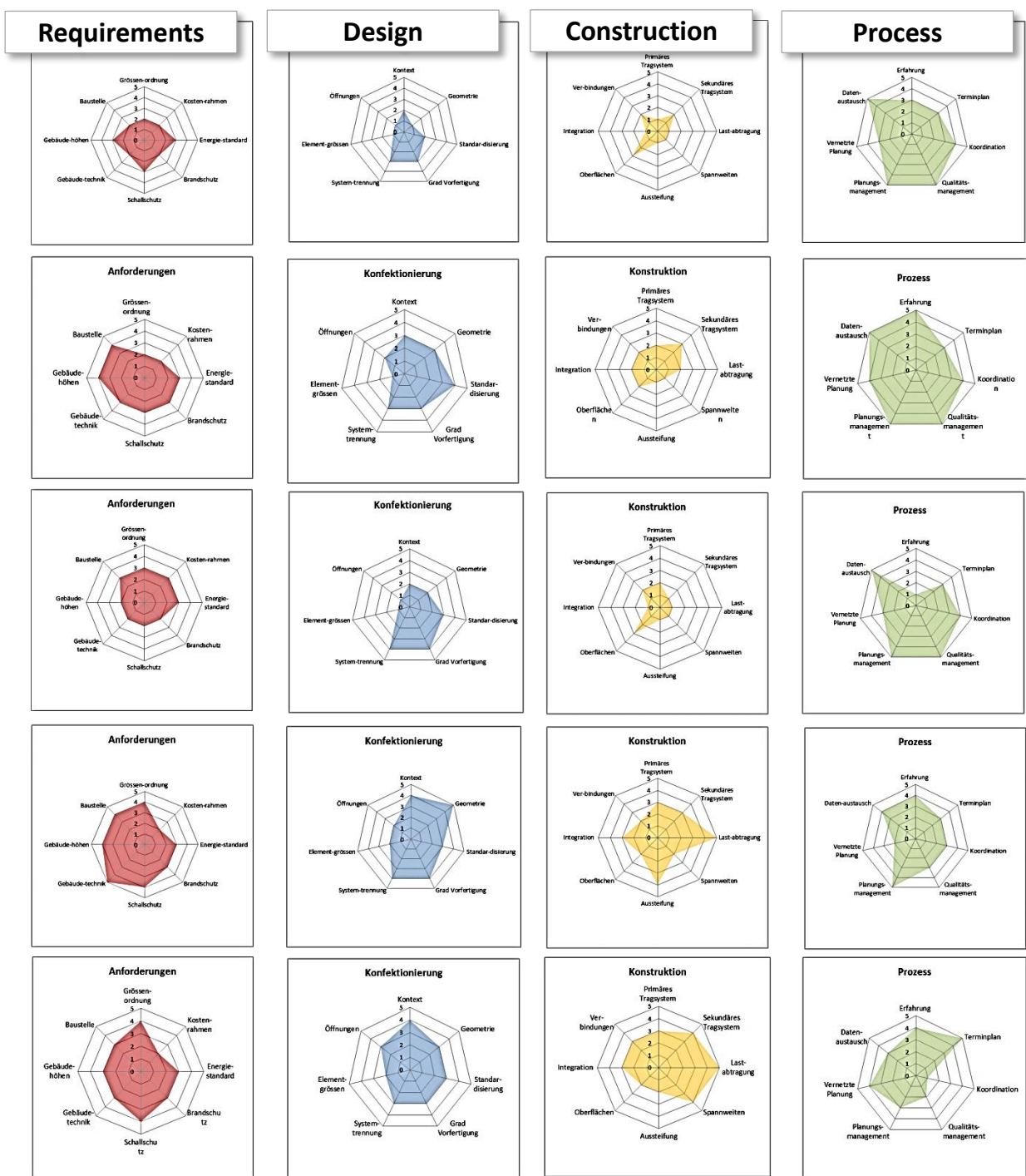


# Reported challenges

## Overview

renovation projects of multi-family houses

- 1 Very low
- 2 Low
- 3 Average
- 4 High
- 5 Very high



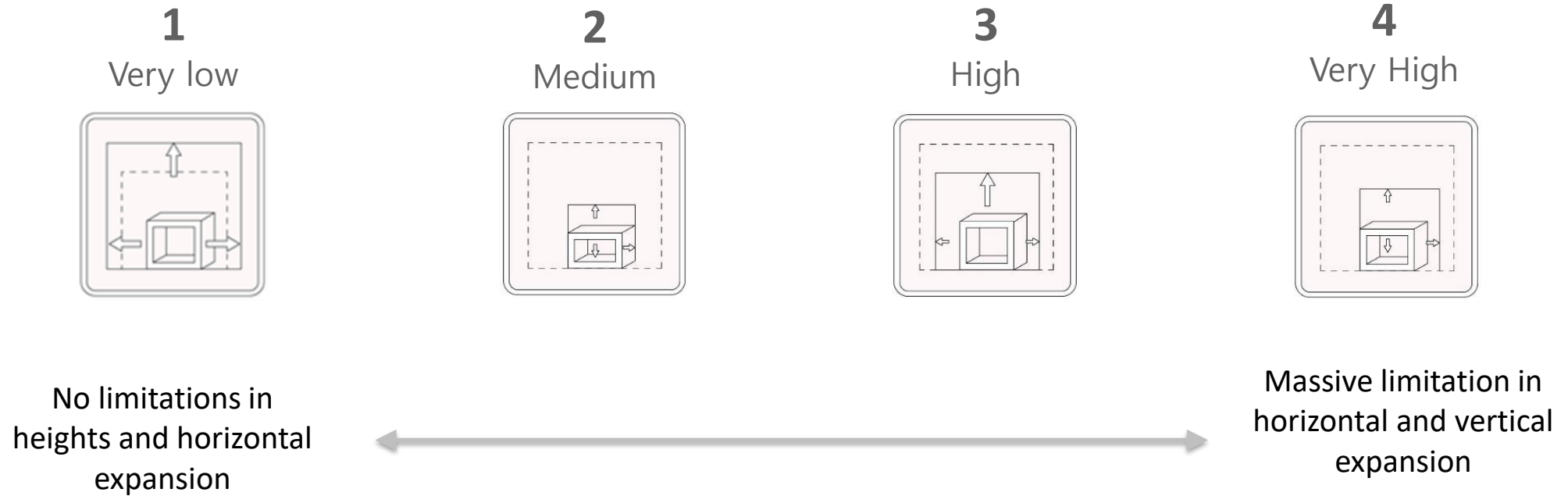
# Criteria catalogue

	1 – gering	2 – durchschnittlich	3 – hoch	4 – sehr hoch
<b>Aussteifung</b>				
<p>Anforderungen an die Planung durch das gewählte oder notwendige Aussteifungskonzept.</p> <p>Quellen: [10][29][30]</p> <p>Beiträge: [31][35]</p>	<p>Geringe Anforderungen durch ein Aussteifungskonzept mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Aussteifung mittels Betonkern.</li> <li>› Holzbauaussteifung, max. 3 Geschosse.</li> <li>› langen und kurzen übereinander geordneten Wandabschnitten.</li> <li>› Öffnungsanteil in Deckenscheiben beträgt bis max. 20 %.</li> </ul>	<p>Durchschnittliche Anforderungen an die Planung durch ein Aussteifungskonzept mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Betonkern mittels teilaussteifenden Wänden, kombiniert mit Holzbau.</li> <li>› Holzbauaussteifung, max. 4 Geschosse.</li> <li>› lange und kurze übereinander geordnete Wandabschnitten.</li> <li>› Öffnungsanteil in Deckenscheiben beträgt max. 30 %.</li> </ul>	<p>Hohe Anforderungen durch ein Aussteifungskonzept mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Betonkern mittels teilaussteifenden Wänden, kombiniert mit Holzbau und Stahlkonstruktionen (Zugstäbe).</li> <li>› Holzbauaussteifung, max. 5 Geschosse.</li> <li>› sehr kurzen übereinander geordneten Wandabschnitten, exzentrisch angeordneten Wänden.</li> <li>› Öffnungsanteil in Deckenscheiben beträgt bis max. 40 %.</li> </ul>	<p>Sehr hohe Anforderungen durch ein Aussteifungskonzept mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Betonkern mittels teilaussteifenden Wänden, kombiniert mit Holzbau und Stahlkonstruktionen (Zugstäbe).</li> <li>› Holzbauaussteifung, max. 5 Geschosse.</li> <li>› keine übereinander geordneten Wandabschnitten, exzentrisch angeordneten Wänden.</li> <li>› Öffnungsanteil in Deckenscheiben über 40 %.</li> </ul>
<b>Lastabtragung</b>				
<p>Anforderungen an Planung und Umsetzung durch die Konzeption der Lastabtragung im Tragsystem.</p> <p>Quellen: [10][29][30]</p> <p>Beiträge: [31][35]</p>	<p>Geringe Anforderungen an Planung und Umsetzung durch eine Lastabtragung, die sehr gut und direkt in unteren Traglelementen möglich ist. Es sind keine wesentlichen gesonderten Maßnahmen erforderlich.</p>	<p>Durchschnittliche Anforderungen an Planung und Umsetzung durch eine Lastabtragung, die grundsätzlich gut in unteren Traglelementen möglich ist. Punktuell sind gesonderte Maßnahmen zur Lastabtragung erforderlich.</p>	<p>Hohe Anforderungen an Planung und Umsetzung durch eine Lastabtragung, die in den unteren Traglelementen nur über gesonderte Maßnahmen möglich ist.</p>	<p>Sehr hohe Anforderungen an Planung und Umsetzung durch eine Lastabtragung, die in den unteren Traglelementen nur über einen erheblichen Mehraufwand möglich ist.</p>

	1 – gering	2 – durchschnittlich	3 – hoch	4 – sehr hoch
<b>Integrierte Einbauteile</b>				
<p>Anforderungen an die Planung und die Produktion im Werk durch zusätzlich integrierte Bauelemente, Einbauten oder Leitungen.</p> <p>Quellen: [10]</p> <p>Beiträge: [35][37][38]</p>	<p>Keine bzw. geringe Anforderungen an Planung und Produktion, da in die vorgefertigten Elemente keine wesentlichen zusätzlichen Elemente eingebaut (integriert) werden.</p>	<p>Durchschnittliche Anforderung durch die Integration von einfachen Bauteilen wie Fenster (nur Fensterrahmen, keine Fensterlutter) oder Storen im Zuge der Produktion und einfache Details Ausbildung.</p>	<p>Hohe Anforderungen durch die Integration von Bauteilen wie Fenstern (inkl. Flügel), Storen oder einfachen gewerkfremden Komponenten (Elektro/HKLS), die im Zuge der Produktion eingebaut werden und einen in der gängigen Praxis üblichen Aufwand für die Details Ausbildung nach sich ziehen.</p>	<p>Hohe Anforderungen an die Planung und die Produktion durch die Integration von Bauteilen wie Fenstern (inkl. Flügel), Storen oder gewerkfremden Komponenten (Elektro/HKLS), die im Zuge der Produktion eingebaut werden und erheblichen Aufwand für die Details Ausbildung durch erhöhte Anforderungen in Bezug auf Schallschutz, Brandschutz oder dgl. nach sich ziehen.</p>
<b>Fügung</b>				
<p>Anforderung an die Montage der Tragkonstruktion vor Ort durch die Art der Fügung der Bau- und Konstruktionsanbauteile mittels unterschiedlicher Fügearten und Verbindungsmittel.</p> <p>Quellen: [10]</p> <p>Beiträge: [30][31][35]</p>	<p>Geringe Anforderung an die Montage der Tragkonstruktion durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Standardisierte Verbindungsmittel oder Verbindungssysteme, die als Fertigprodukte am Markt erhältlich sind.</li> <li>› Anschlüsse, die keine Lastübertragung quer zur Faserrichtung des Holzes haben.</li> </ul>	<p>Durchschnittliche Anforderung an die Montage der Tragkonstruktion durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Verbindungsmittel oder Verbindungssysteme, die projektspezifisch konstruiert werden müssen (Nagelplatten, Schlitzbleche), oder</li> <li>› Anschlüsse mit Lastübertragung quer zur Faserrichtung des Holzes.</li> </ul>	<p>Hohe Anforderung an die Montage der Tragkonstruktion durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Verbindungsmittel oder Verbindungssysteme, die projektspezifisch konstruiert werden müssen (Nagelplatten, Schlitzbleche) und von aufwendiger Geometrie sind, oder</li> <li>› nur sehr kleine Auflagerflächen Auskragungen oder für die Lastableitung.</li> </ul>	<p>Sehr hohe Anforderung an die Montage des Tragsystems durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Verbindungen, Knoten oder Anschlüsse mit sehr komplexer Geometrie oder Auskragungen für das Ableiten sehr hoher Lasten.</li> <li>› Verwendung von Hartholz</li> <li>› Verwendung von geleimten Decken</li> </ul>

	1 – gering	2 – durchschnittlich	3 – hoch	4 – sehr hoch
<b>Größenordnung</b>				
<p>Vorgaben zur Größenordnung des Gebäudes in Bezug auf die Geschossfläche.</p> <p>Quellen: [8][10][19][25][33]</p>	<p>Bis 2'000 m<sup>2</sup></p> <p>CH: Geschossfläche (GF) gem. SIA 416</p> <p>DE/AT: Bruttogeschossfläche (BGF) gem. DIN 277 und ÖNorm B1800</p>	<p>Bis 5'000 m<sup>2</sup></p> <p>CH: Geschossfläche (GF) gem. SIA 416</p> <p>DE/AT: Bruttogeschossfläche (BGF) gem. DIN 277 und ÖNorm B1800</p>	<p>Bis 10'000 m<sup>2</sup></p> <p>CH: Geschossfläche (GF) gem. SIA 416</p> <p>DE/AT: Bruttogeschossfläche (BGF) gem. DIN 277 und ÖNorm B1800</p>	<p>Über 10'000 m<sup>2</sup></p> <p>CH: Geschossfläche (GF) gem. SIA 416</p> <p>DE/AT: Bruttogeschossfläche (BGF) gem. DIN 277 und ÖNorm B1800</p>

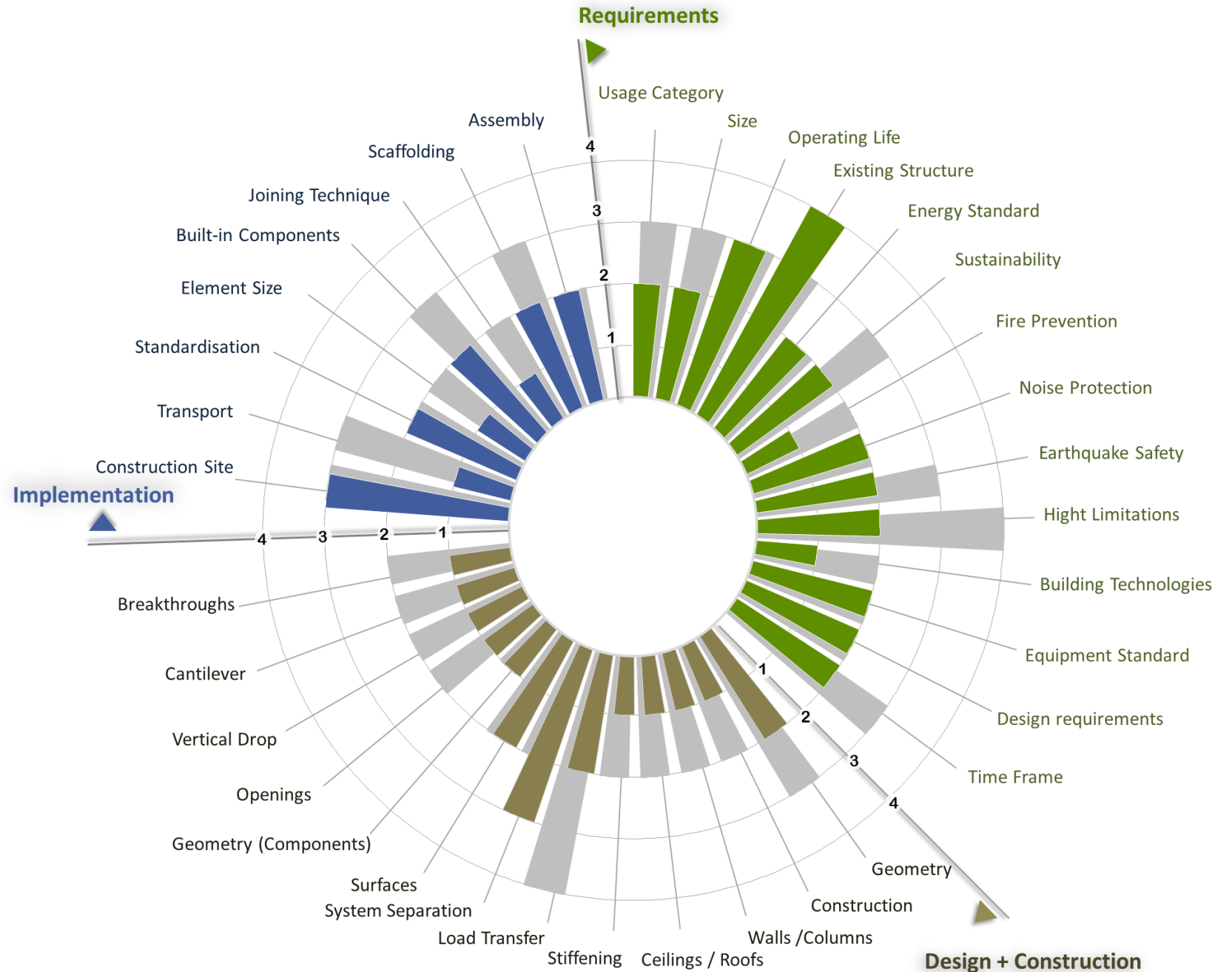
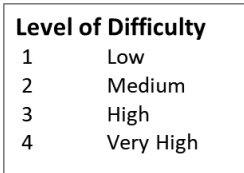
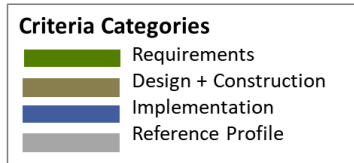
# Exempel: Height Limitation



# Questions to be asked

- 1 What is the **cause** of the alleged **complexity**?
- 2 How is it possible **to handle complexity** in timber construction?

# Analysis model



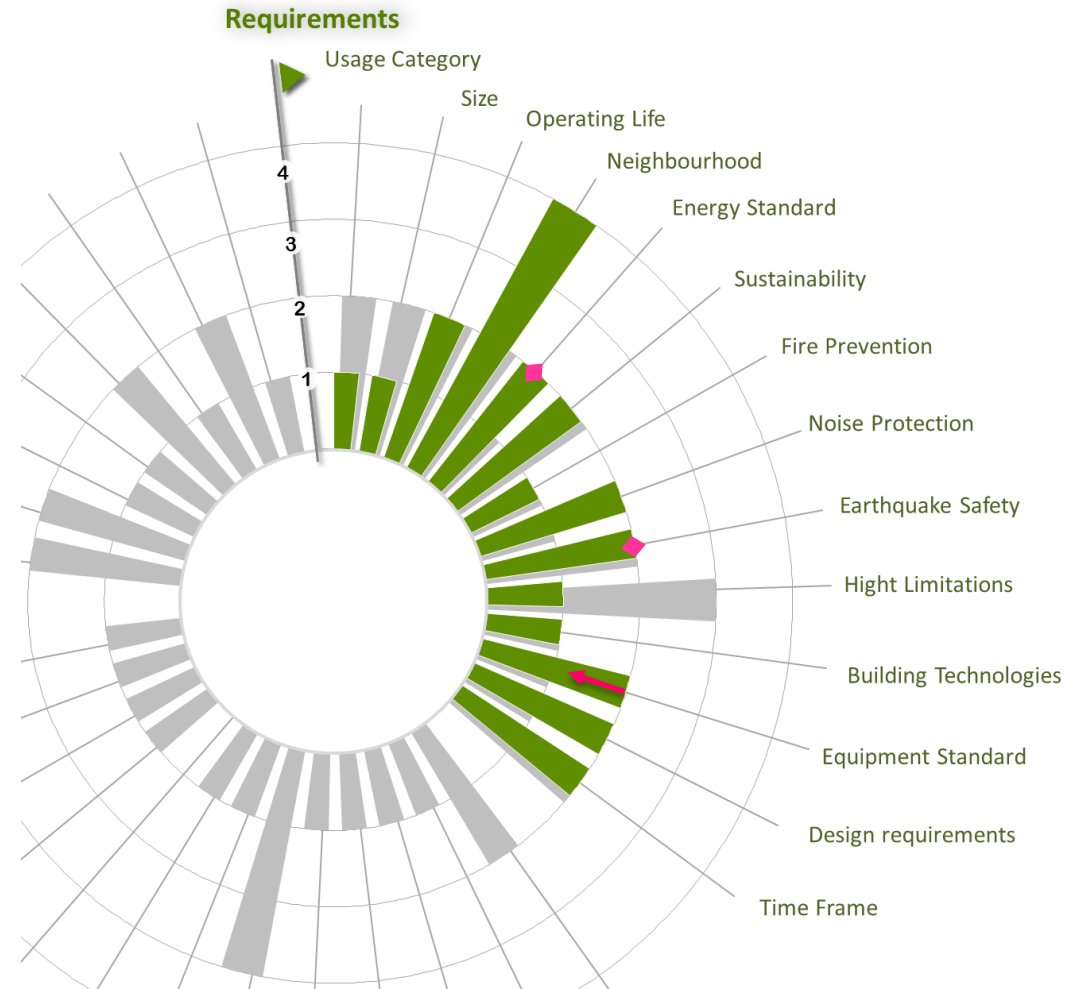




# Analysis model

## Step 1

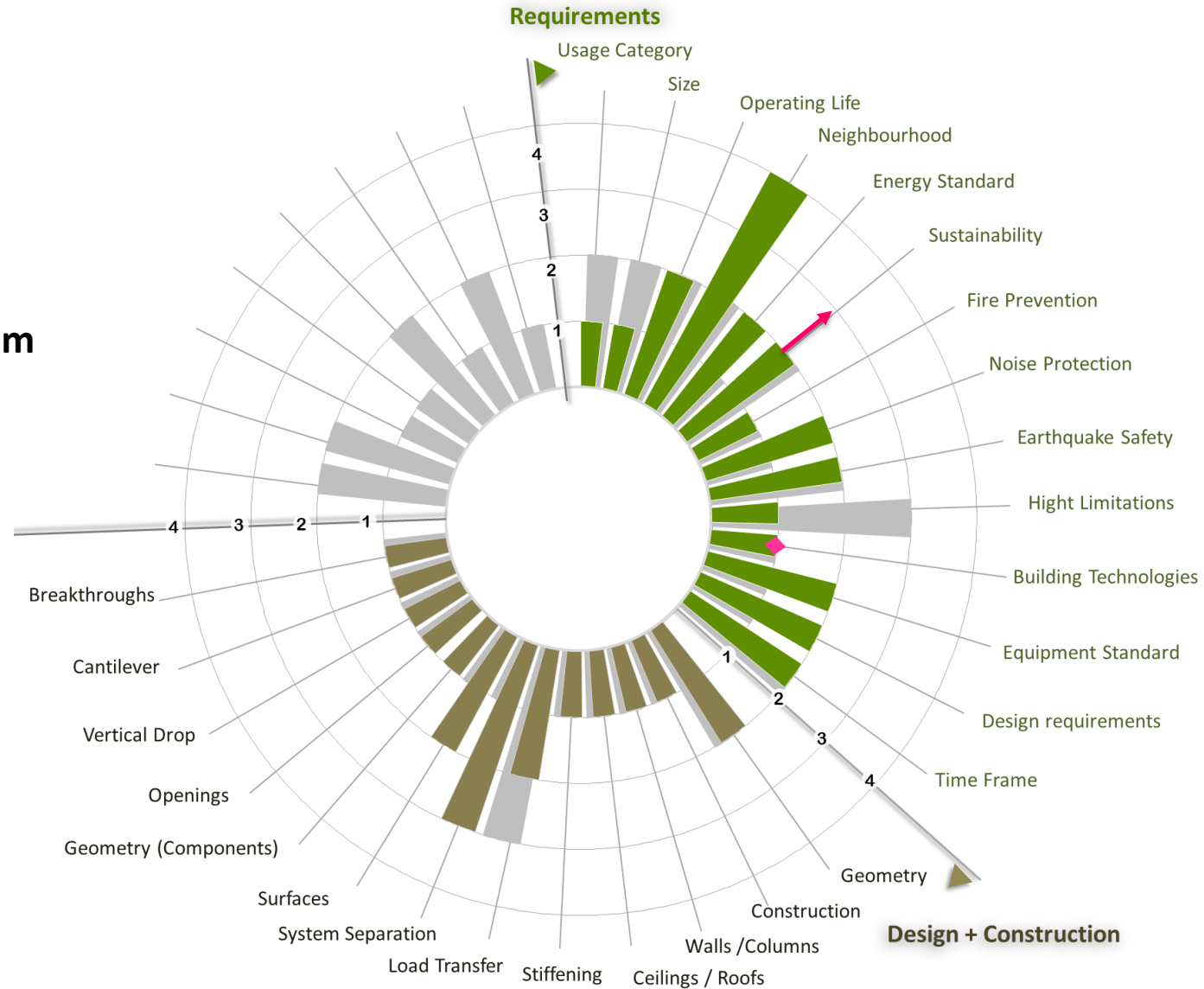
- Recording framework conditions
- Defining standards
- Defining room for action



# Analysis model

## Step 2

- **Comparison of different design concepts**  
Costs + time
- **Priorities are visible for the entire project team**

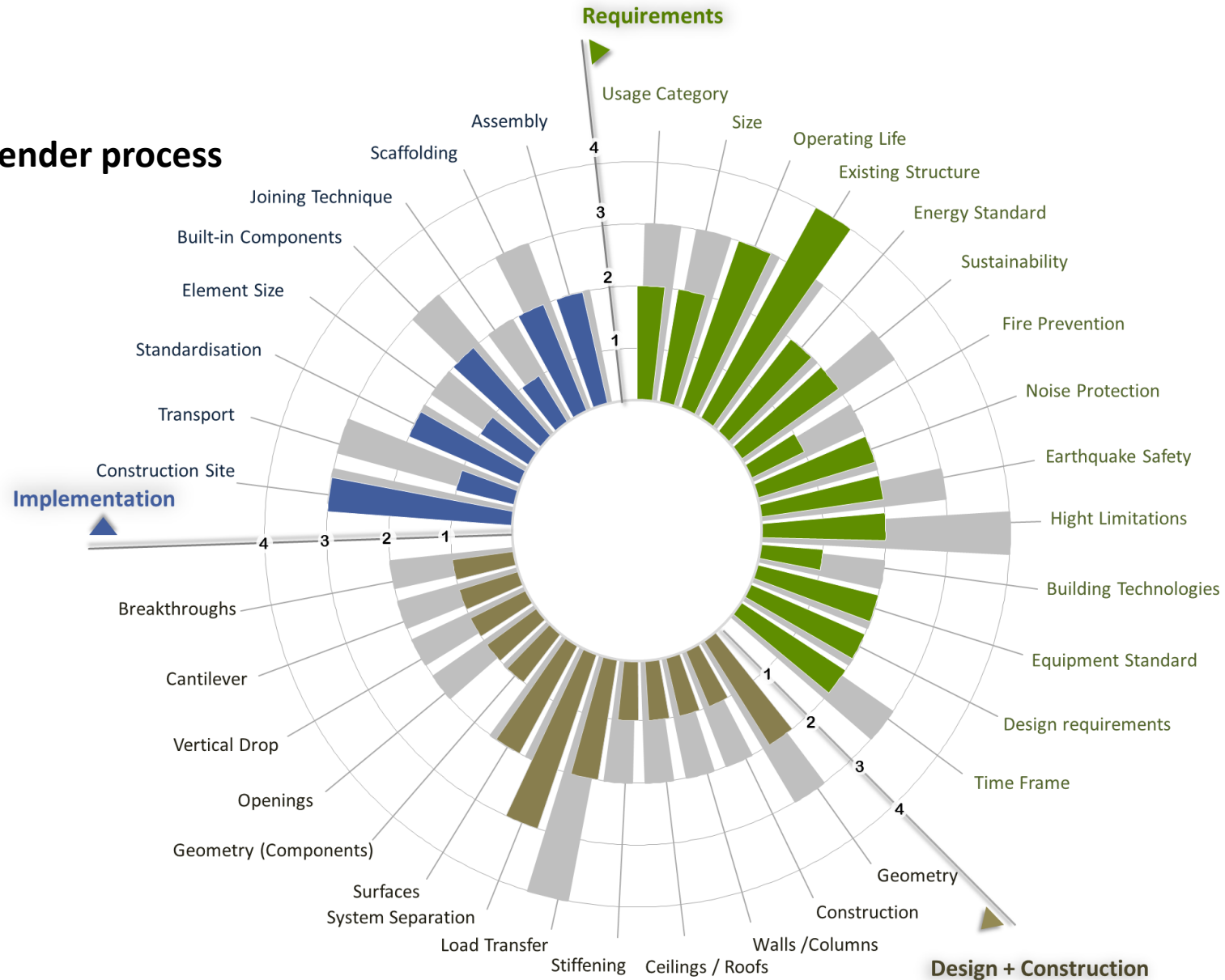


# Analysis model

## Step 3

→ Additional info in tender process

→ Decision support



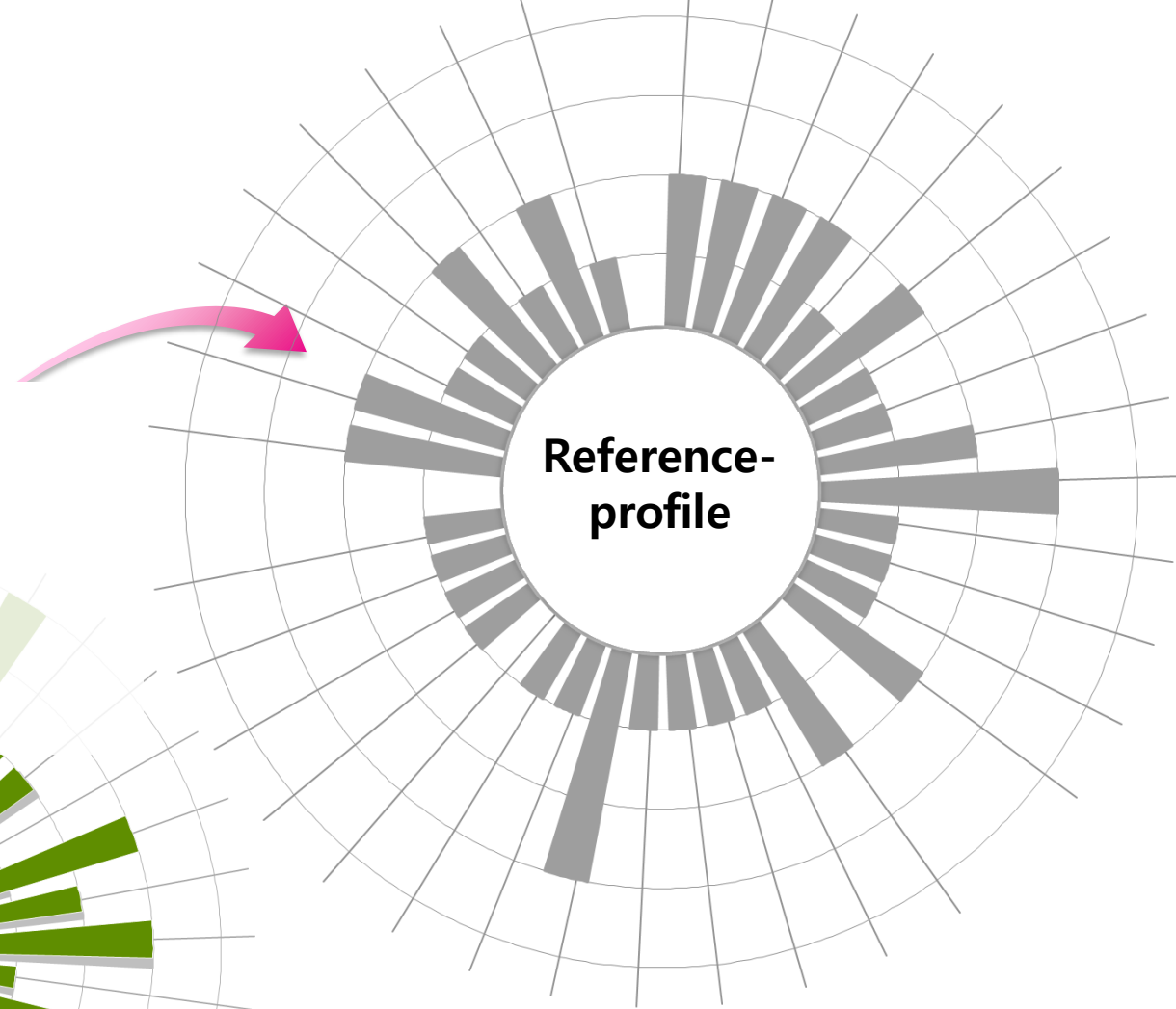
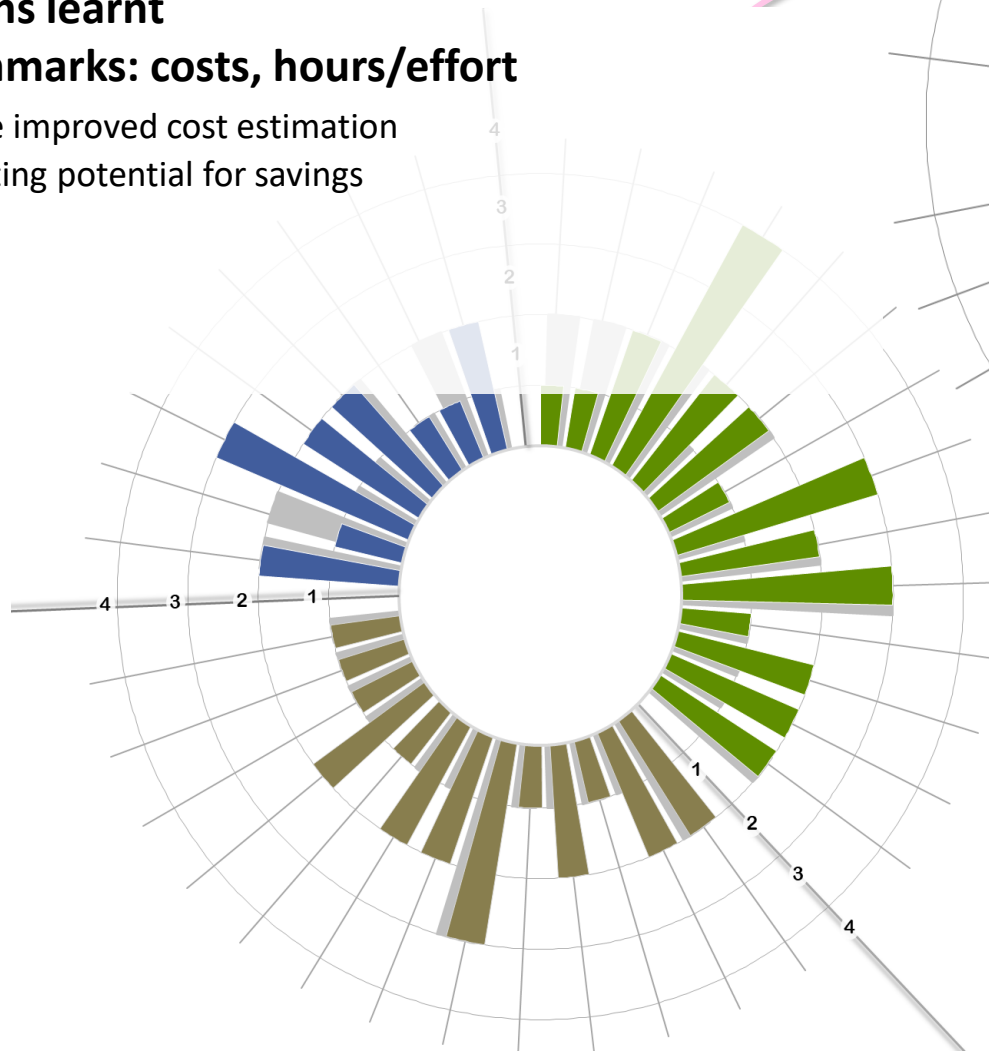
# Analysis model

## Step 4

→ **Lessons learnt**

→ **Benchmarks: costs, hours/effort**

- Future improved cost estimation
- Detecting potential for savings



# Conclusions

# What does it offer?

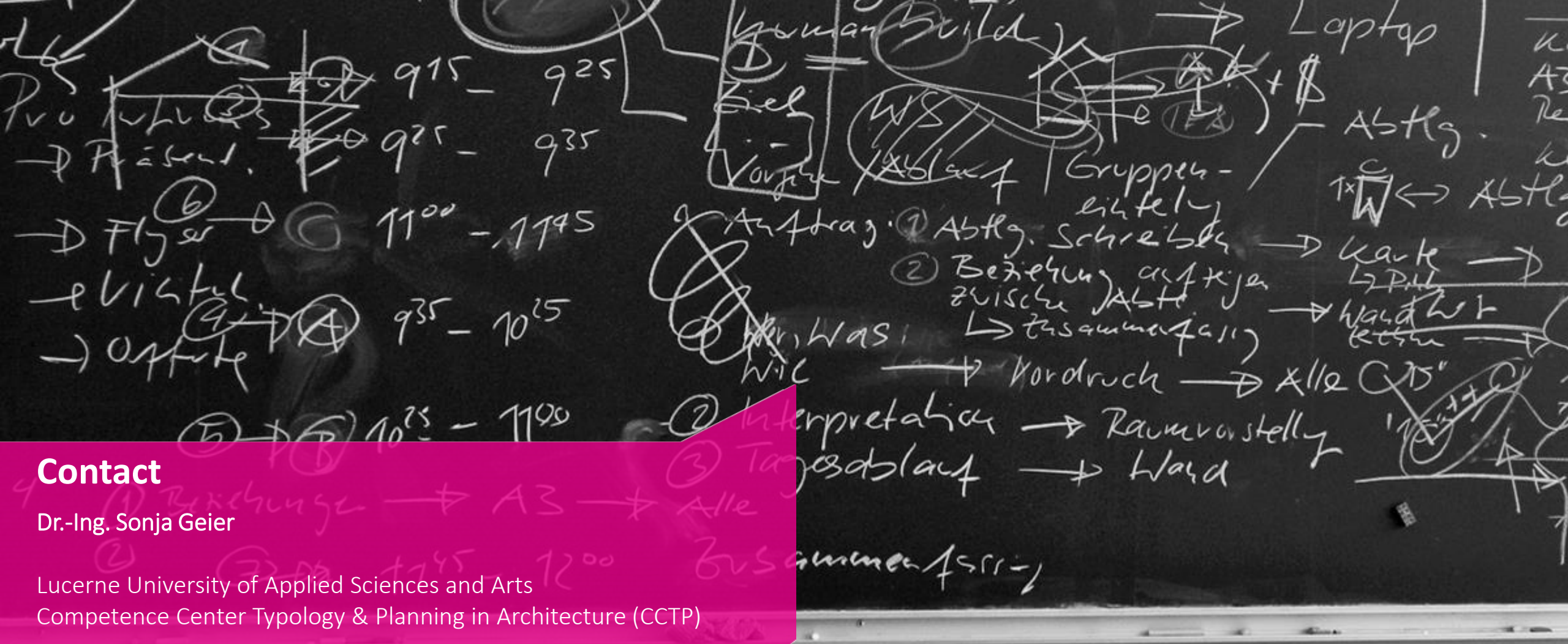
- ✓ **Quality-, time- and cost-oriented** project management
- ✓ **Project profiling** as visual management tool
- ✓ Visualisation of **priorities and room for action**
- ✓ Documentation of **qualitative aspects and experiences**
- ✓ Support of **decision making** with client/ in juries/ ....

# Where are its limits?

- ✓ Current usability (integration in **BIM**-?)
- ✓ A broader range of **project types** (school buildings, administrative buildings,...)
- ✓ **No «absolute truth»** – only a support of experts

# Potential.....?

- ✓ Linkage with costs for **improved early cost estimations**
- ✓ Linkage with person-hours for **improved fee calculation**
- ✓ Integration in databases to improve usability



## Contact

Dr.-Ing. Sonja Geier

Lucerne University of Applied Sciences and Arts  
Competence Center Typology & Planning in Architecture (CCTP)

sonja.geier@hslu.ch  
www.hslu.ch/cctp

