

# Baumfassaden als klimatisch wirksame Form der Bauwerksbegrünung

Forschungsprojekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

## Projekt

Wohnhaus in Bamberg

## Universität Kassel | ASL

Christian Burkhard

Florian Köhl

Prof. Julian Lienhard, FG Tragwerksentwurf

## Technische Universität München

Prof. Ferdinand Ludwig, Green Technologies in Landscape Architecture

Stadtbäume und  
ihre Standorte –  
Ergebnisse aus  
der DBU-  
Forschung

13.12.2023

Osnabrück

# Team



Dipl.-Ing. Lisa Höpfl

Green Technologies in Landscape Architecture  
Technische Universität München  
Kontakt: [lisa.hoepfl@mytum.de](mailto:lisa.hoepfl@mytum.de)



Prof. Dipl.-Ing. Arch. Florian Köhl  
Bauwirtschaft und Projektentwicklung

FB Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung  
Universität Kassel  
Kontakt: [koehl@asl.uni-kassel.de](mailto:koehl@asl.uni-kassel.de)



Christian Burkhard

Quest GbR, Berlin  
Kontakt: [cb@qst.eco](mailto:cb@qst.eco)



Prof. Dr.-Ing. Julian Lienhard  
Professor für Tragwerksentwurf

FB Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung  
Universität Kassel  
Kontakt: [lienhard@uni-kassel.de](mailto:lienhard@uni-kassel.de)



Divya Pilla  
Architektin und Landschaftsarchitektin  
(Indien),  
M.A.-Studentin Landschaftsarchitektur

Technische Universität München  
Kontakt: [divya.pilla91@gmail.com](mailto:divya.pilla91@gmail.com)



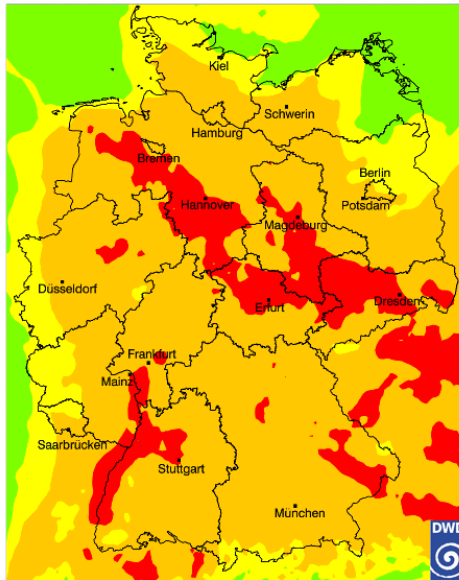
Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig  
Green Technologies in Landscape  
Architecture

Technische Universität München  
Kontakt: [ferdinand.ludwig@tum.de](mailto:ferdinand.ludwig@tum.de)

# Das Wetter wird gefährlicher

Temperaturen am 30.06.22

Vorhersage für Deutschland, 30.06.22 15 Uhr MEZ



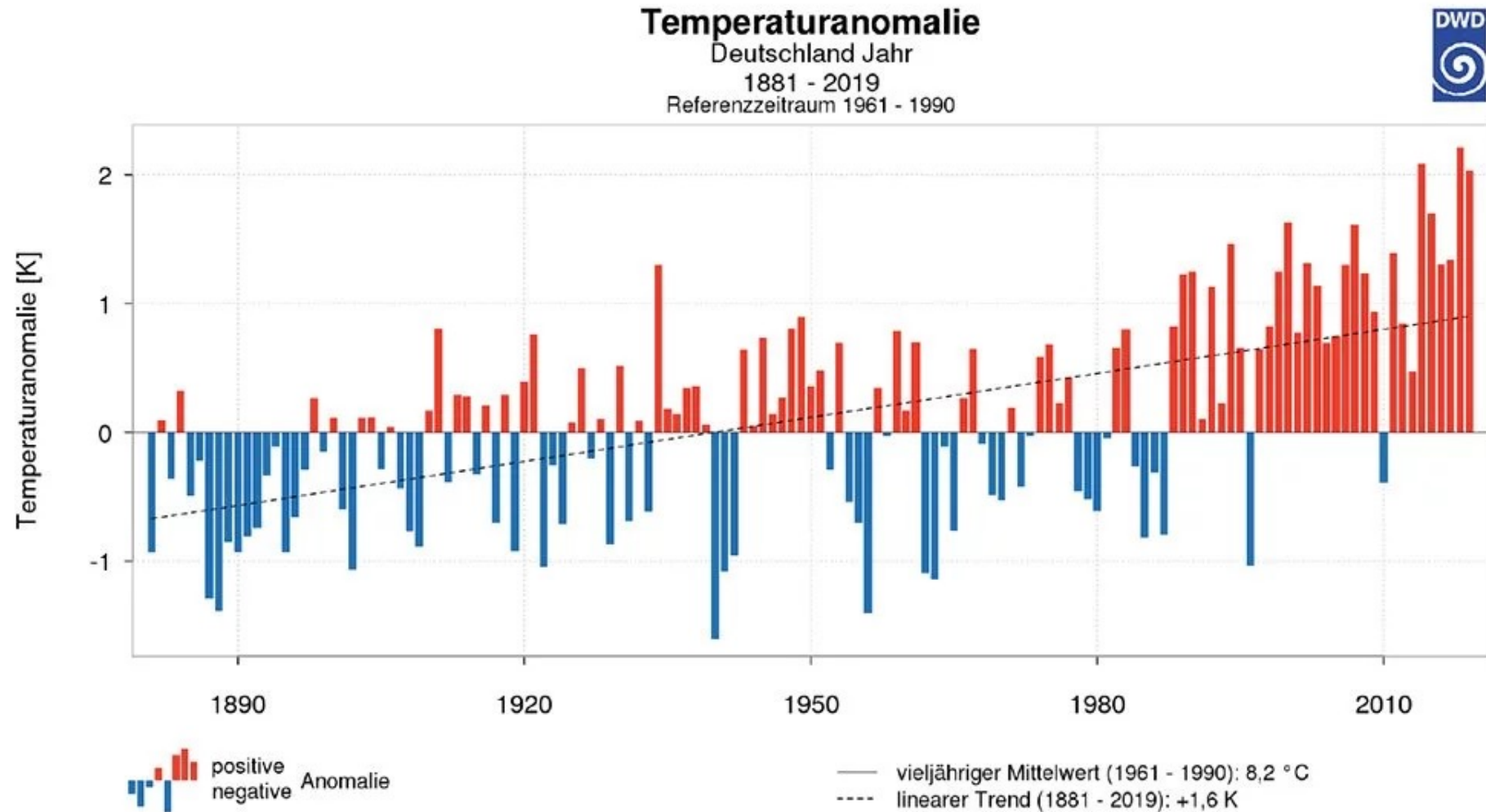
Nächste Aktualisierung am 30.06.22 gegen 8.00 Uhr

Geobasisdaten: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (<https://www.bkg.bund.de>)

Sommertage 2018, 2019 und 2020



# Temperaturanomalien nehmen zu



# Flora und Fauna sind bedroht

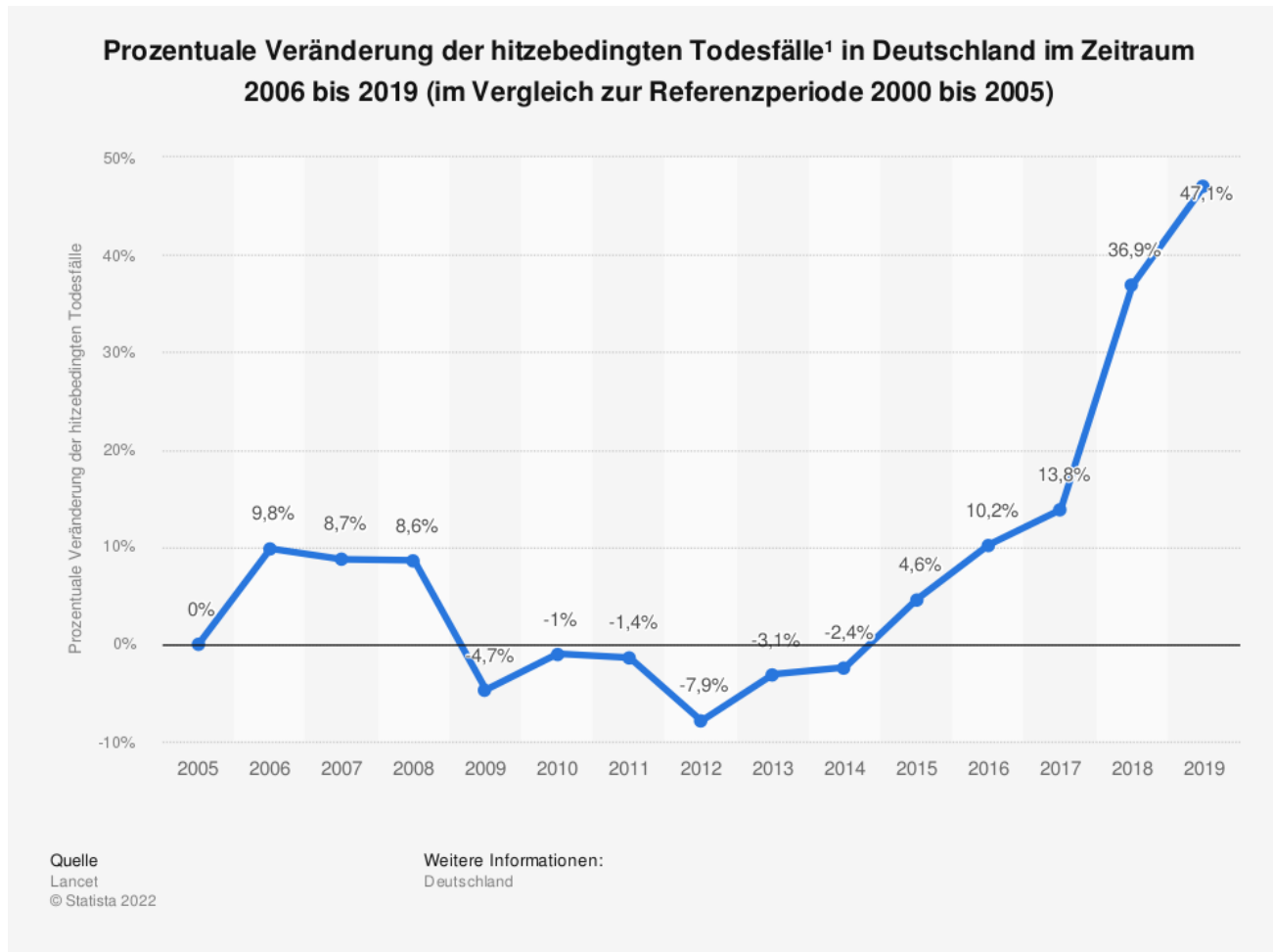


Waldsterben am Brocken in Harz

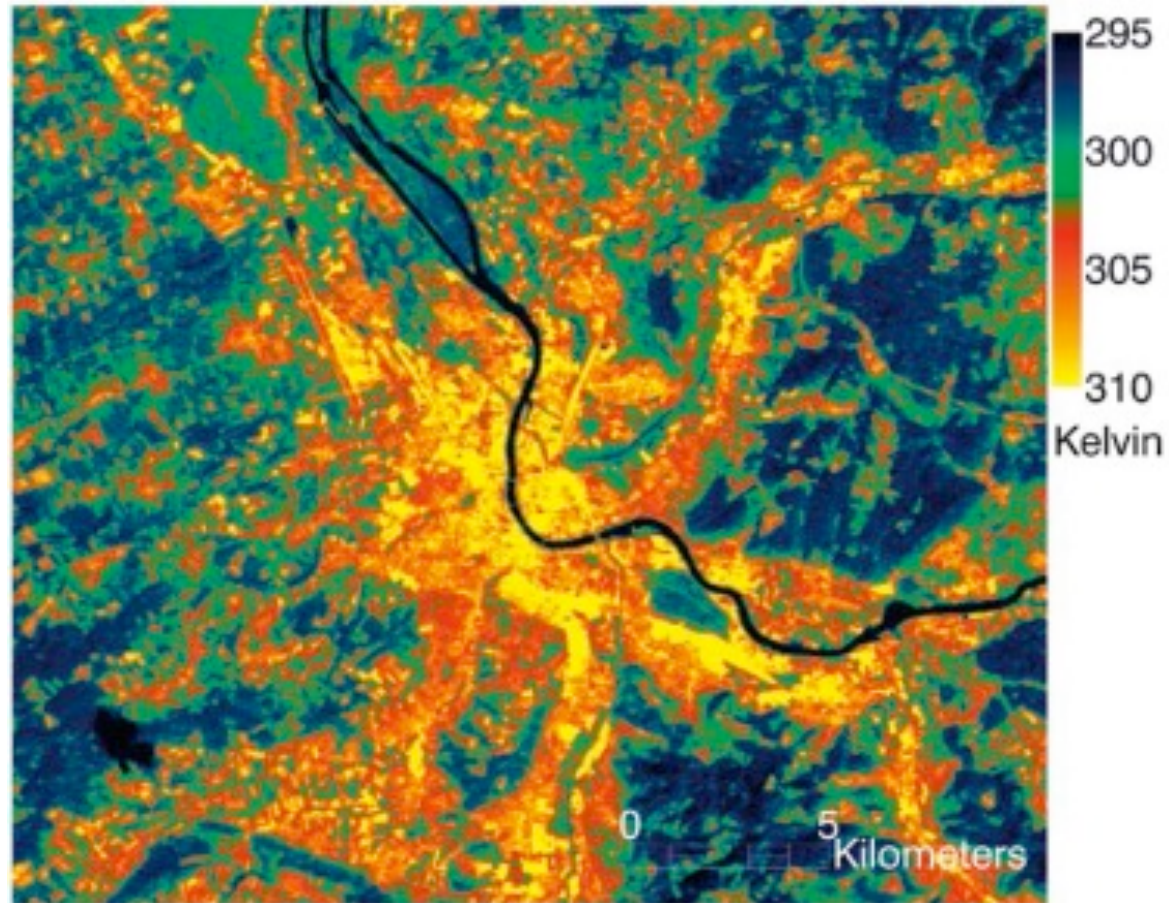


Fischsterben in Brandenburg

... genauso wie der Mensch:  
Hitzebedingte Todesfälle nehmen besonders in den Städten zu



# Die Innenstädte werden noch heißer



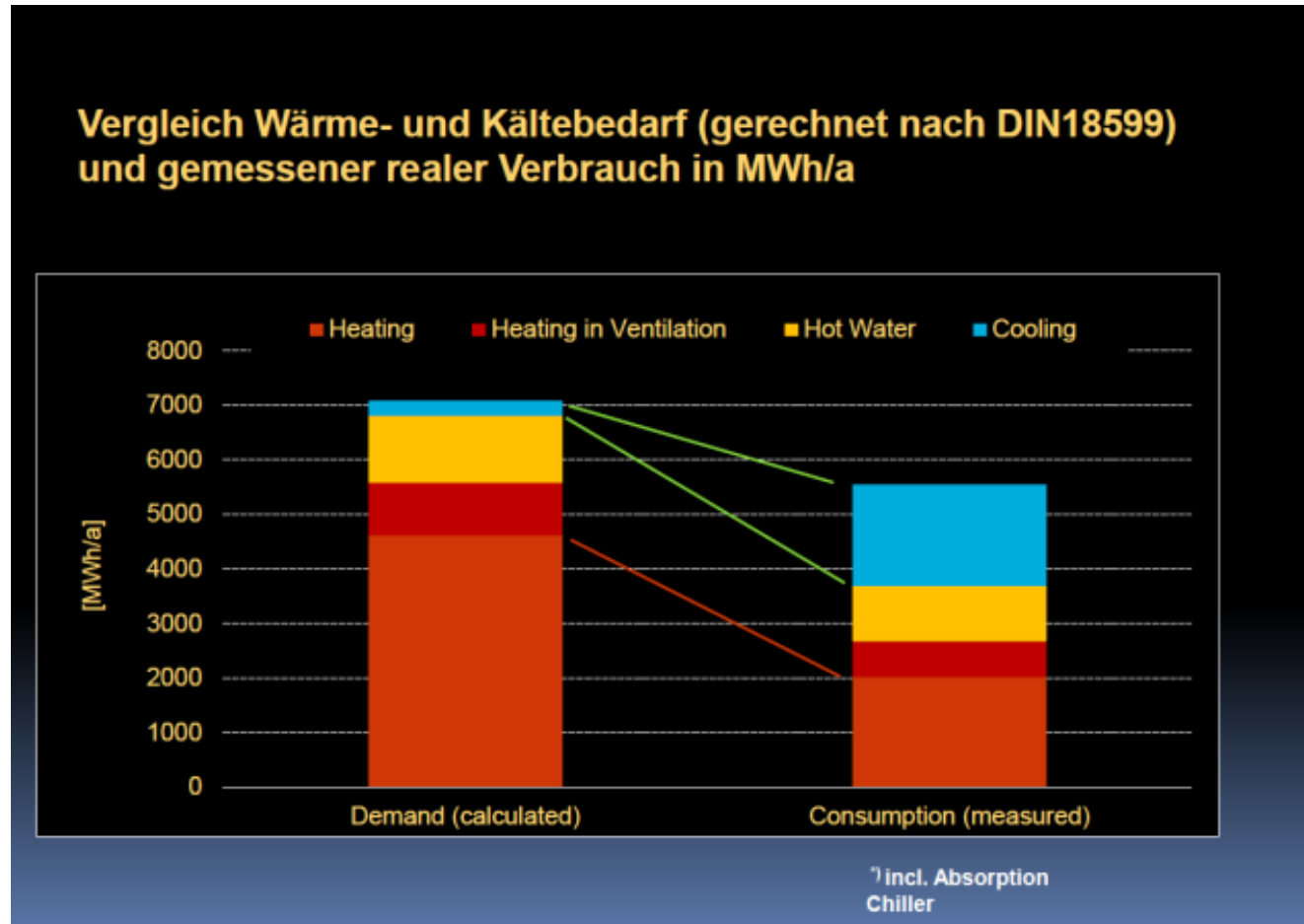
Hitzeinseleffekt in Innenstädten

Basel, am 12.8.2000 um 11:07 Uhr

## Zielkonflikt Klimaschutz:

Während der Heizkonsum fällt, erhöhen sich die Kosten der Kühlung

Niemals Strom zum Kühlen!



Beispielrechnung Krankenhaus Agatharied 2014 (Marco Schmidt, TU Berlin)



# Wie kühlen wir uns?

## Klimaanlagen



## Natürlich



Natürliche Windtürme in Yazd

## Pflanzensysteme



DESY "Green Campus" Halle 36, Hamburg

# Primärenergiebedarf

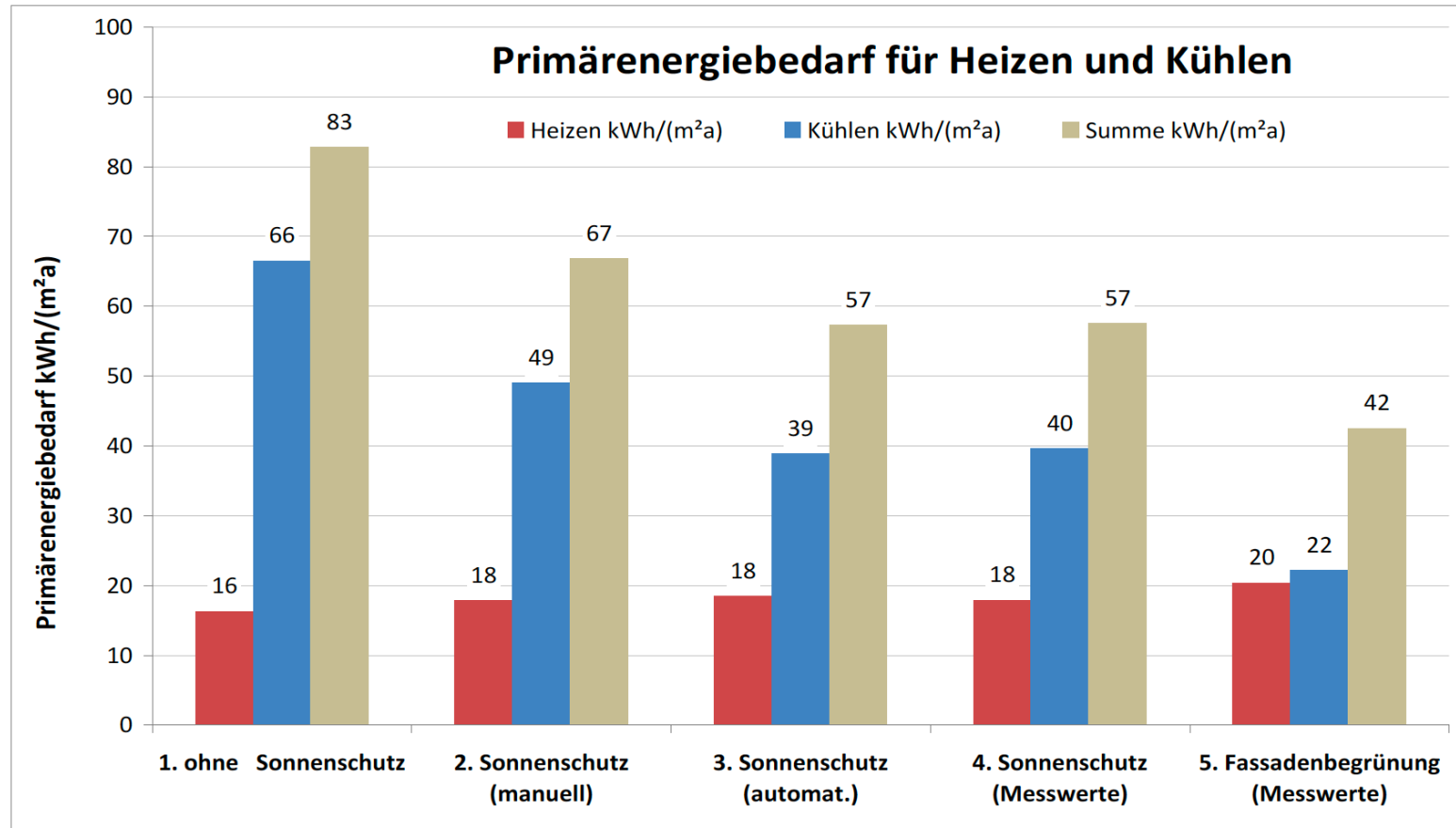


Abbildung 42: Primärenergiebedarf für eine südorientierte Büroraumgruppe am Institut für Physik, IBP:18599 und Messdaten, IBUS Architekten im Rahmen eines EnEff:Stadt Projektes des BMWi (TU Berlin 2014)

# Oberflächentemperaturen

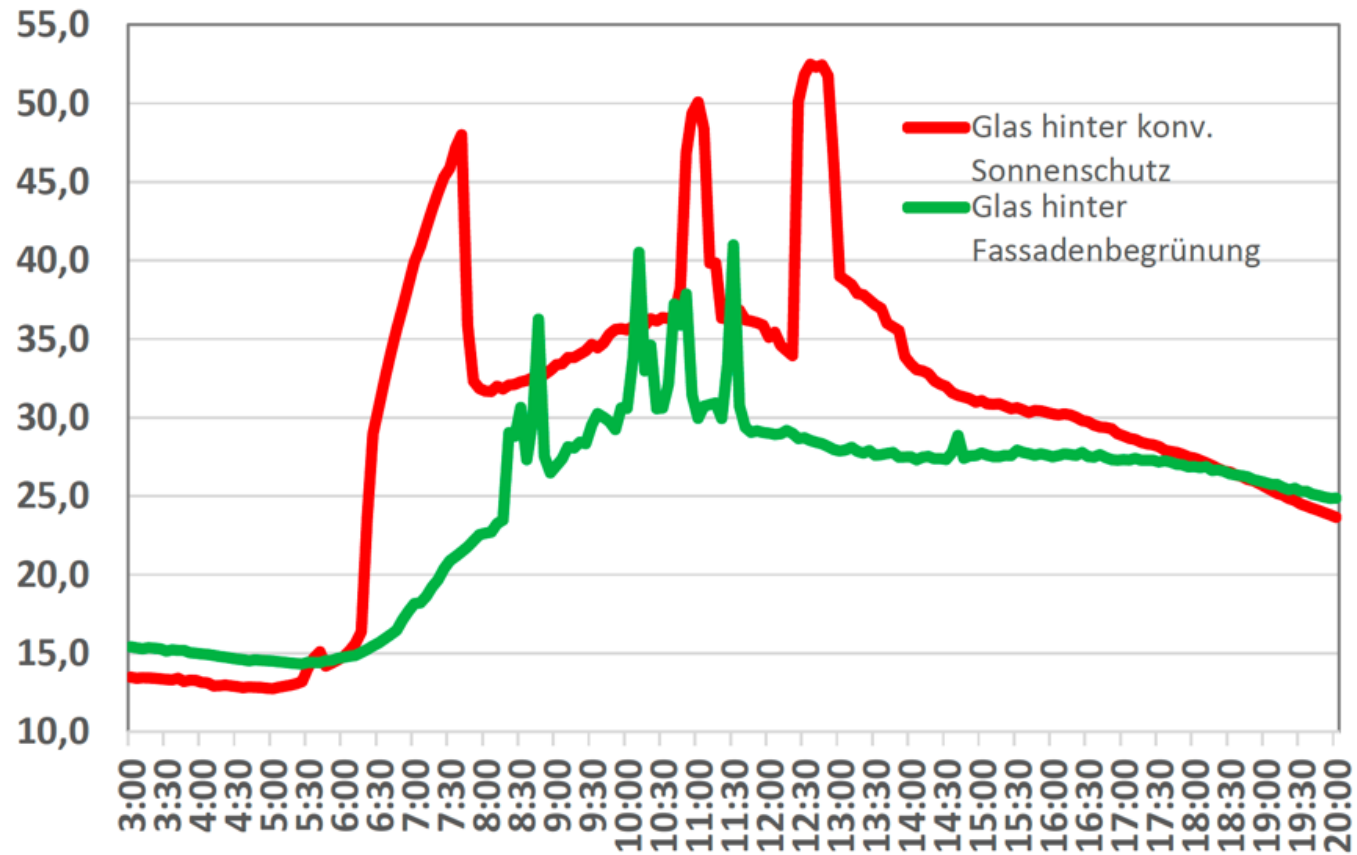


Abbildung 43: Oberflächentemperaturen einer Glasfassade in °C hinter einem konventionellen textilen Sonnenschutz im Vergleich zur Begrünung über an Seilen geführten Kletterpflanzen, Institut für Physik der HU Berlin 2018

# Vorgehensweise (Arbeitspakete des Forschungsprojekts)

1. Identifikation entwurfsrelevanter Rahmenbedingungen für Architektur, Vegetation und Konstruktion
2. Entwicklung des Ansatzes an einem konkreten Entwurfsbeispiel (research-by-design)
3. Entwicklung einer übertragbaren Entwurfsstrategie
4. Wirtschaftlichkeitsüberlegungen
5. Ausblick

# Typologien von Fassadenbegrünungen

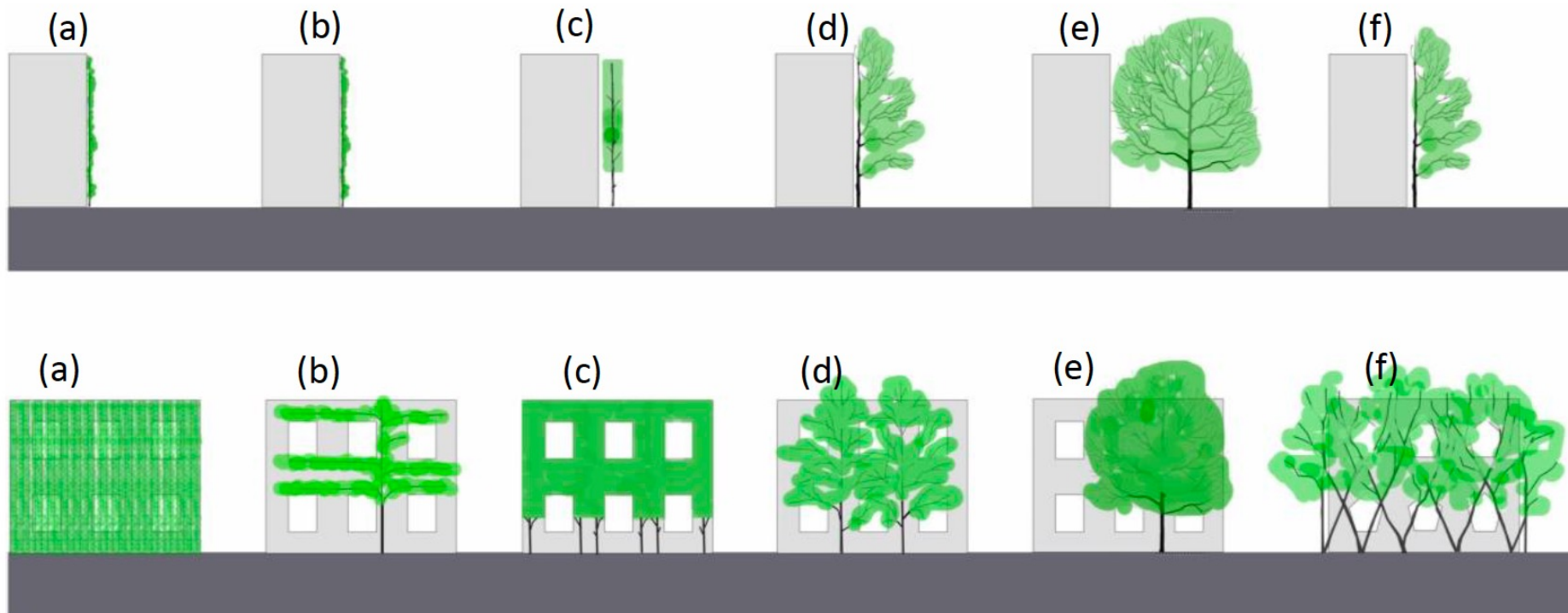


Abbildung 02: (a) bodengebundene Fassadenbegrünung, (b) Spalierbaum, (c) Hochstammhecke, (d) Baumfassade, (e) Haus vorm Baum, (f) Baubotanik Fassade in Schnitt (oben) und Ansicht (unten) (Lisa Höpfl)

# Vergleich der Auswirkungen

	Planungskomplexität	Gestaltungsvarianz	Klimatische Wirkung	Aufwand & Pflege
Bodengebundene Fassadenbegrünung	mittel - hoch	mittel	mittel	mittel
Spalierbaum	mittel	niedrig	gering	hoch
Stammhecke	hoch	hoch	hoch	hoch
Baum vorm Haus	niedrig	niedrig	niedrig	niedrig
Baubotanik-Fassade	hoch	mittel	hoch	hoch

# Baumfassade: Prinzip Pflanzschnitt

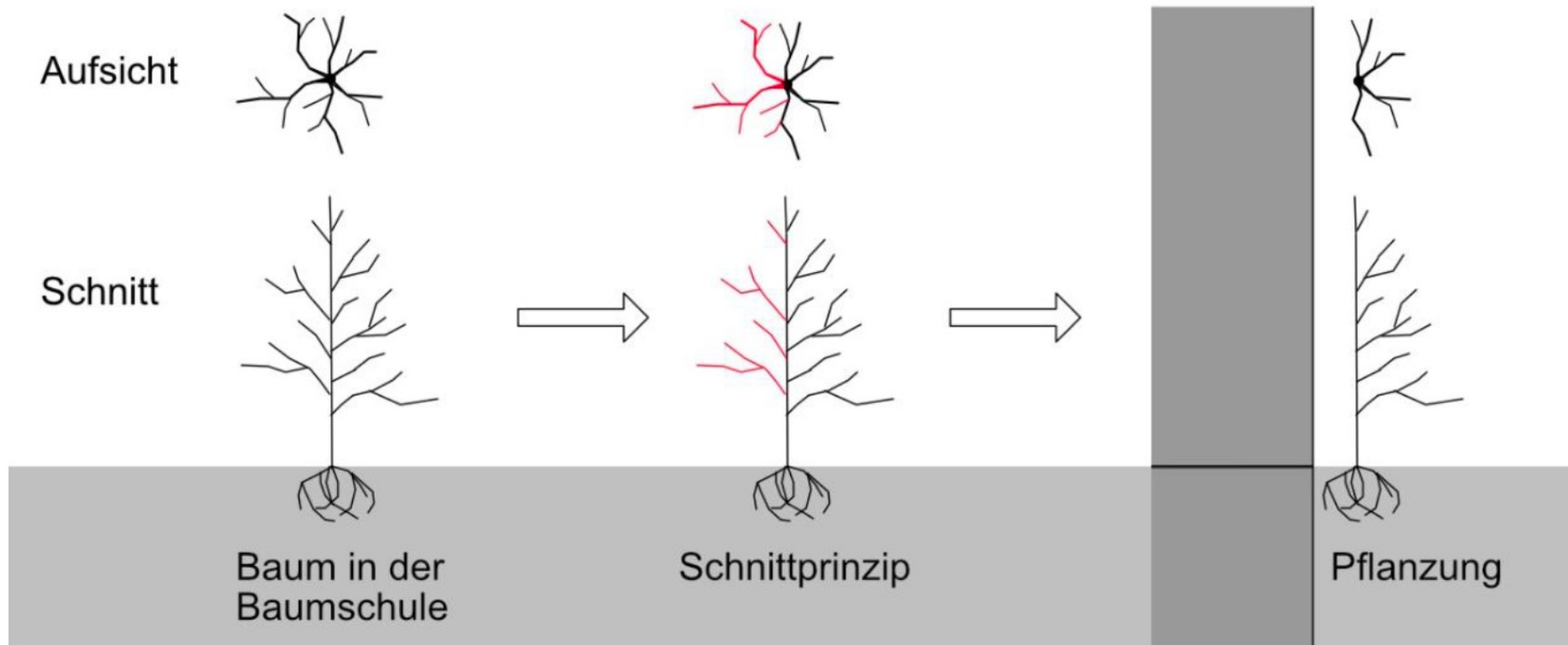


Abbildung 38: Prinzip Pflanzschnitt (Lisa Höpfl)

# Baumfassade: Wurzelentwicklung

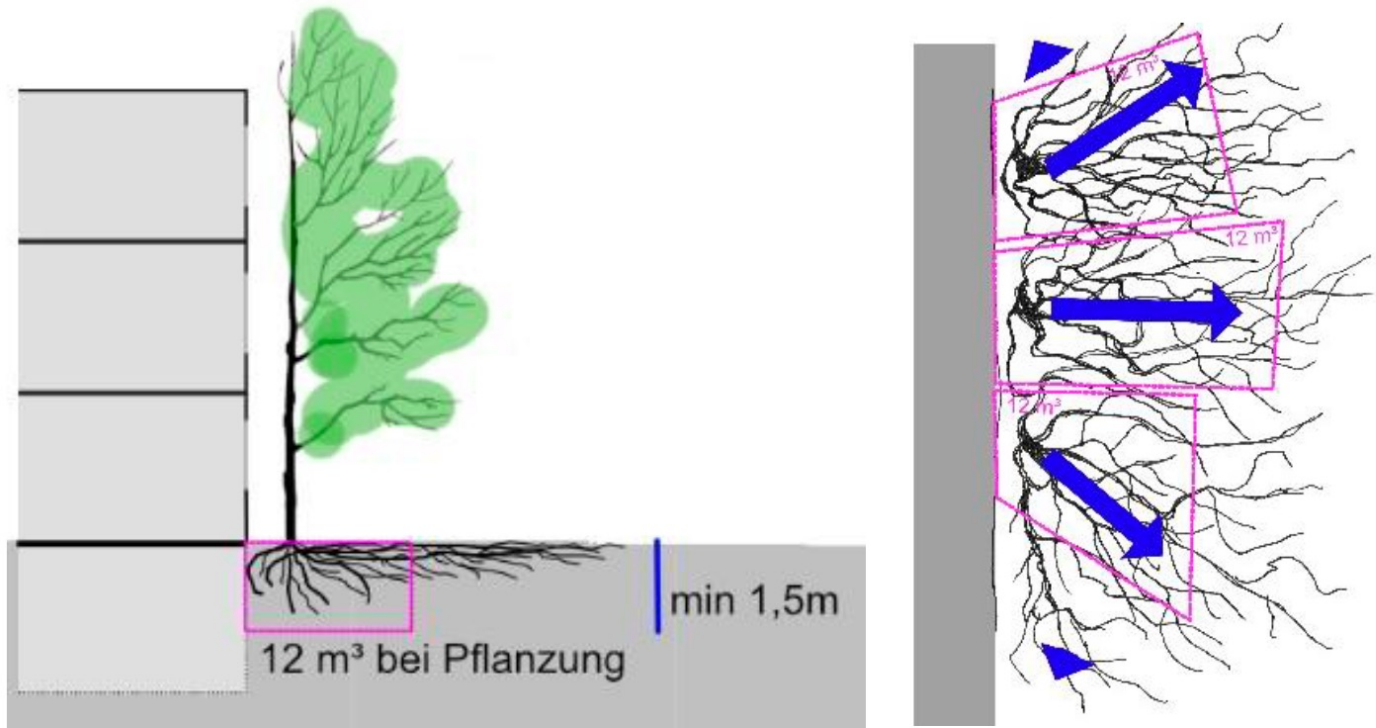
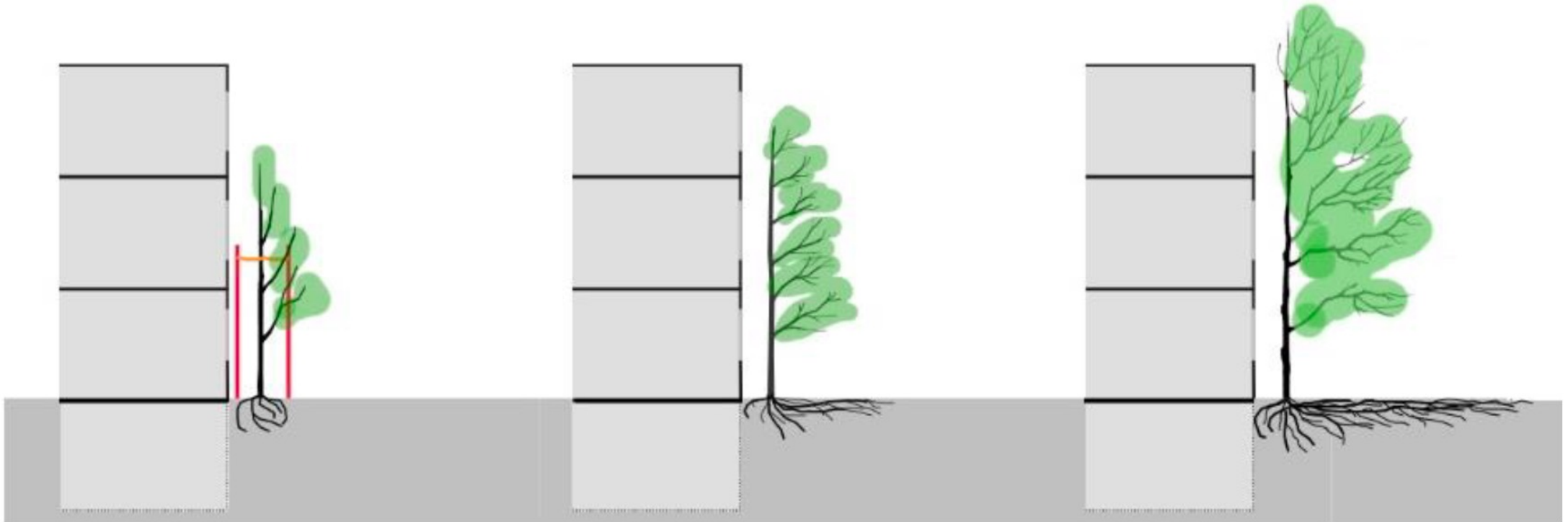


Abbildung 34: Schnitt - Wurzelentwicklung weg vom Gebäude (links); Aufsicht - Wurzelraumdimensionierung und -ausbreitung, unterirdisch, schematisch an einer Baumfassade mit 3 Bäumen (rechts) (Lisa Höpfl)

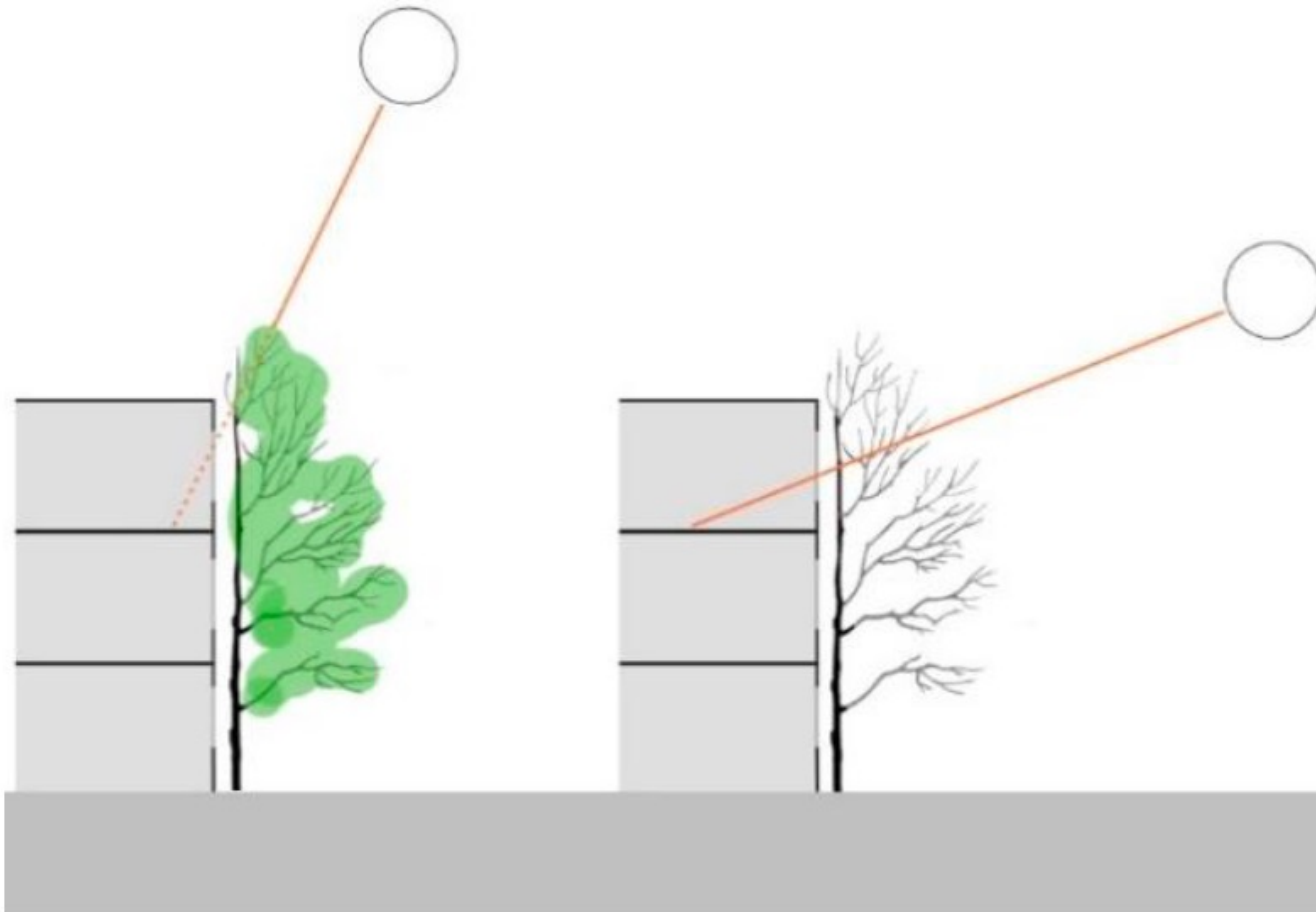


# Baumfassade: Wurzelraum



*Abbildung 35: Entwicklung des Wurzelraumes der Baumfassade im Laufe der Zeit (Lisa Höpfl)*

# Lichteinfall und Jahreszeit



Zeichnung: Lisa Höpfl

# Mikroklimatischer Einfluss auf Gebäude und Umgebung

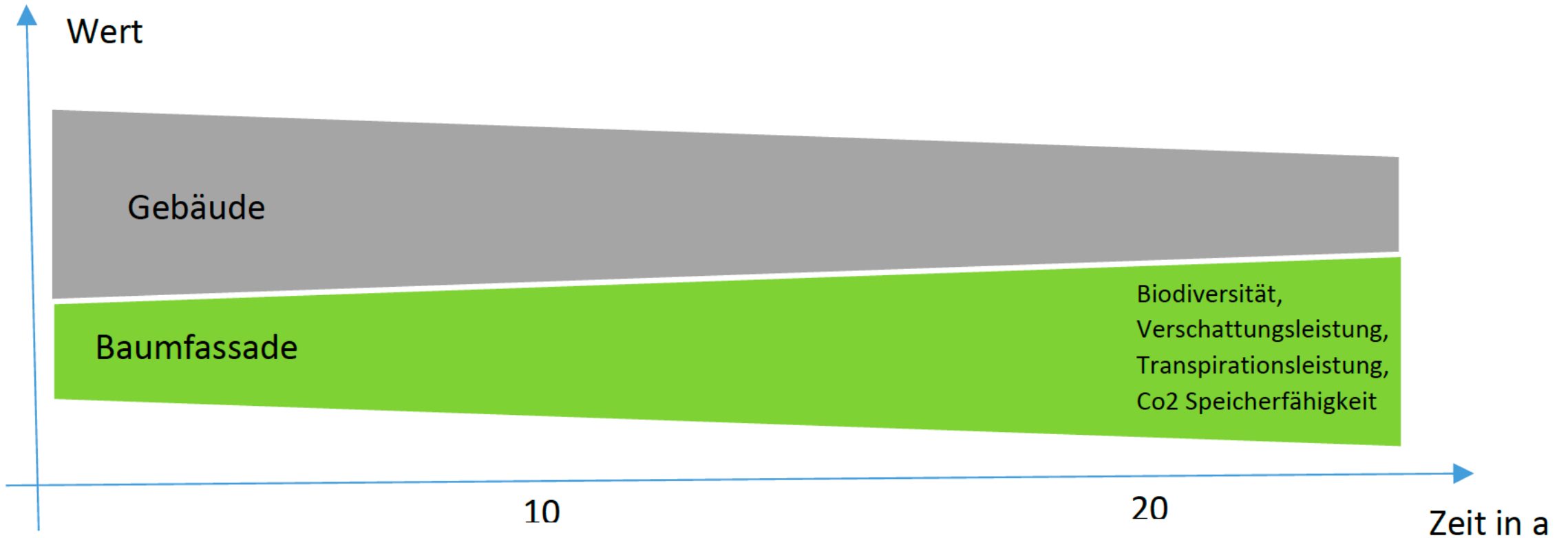


Abbildung 04: Verhältnis Gebäude Baumfassade (Lisa Höpfl)

# Alternative: Bäume

- Warum?
  - Sind selbsttragend
  - Sind direkt mit dem Erdreich verbunden
  - Können klimarobust sein
  - Sind besonders effizient im Feinstaub schlucken
  - Kühlen den Innen- und den Außenraum
  - Sind kostengünstiger in der Einpflanzung (Installation)



Photo: Ferdinand Ludwig



# Warum gibt es noch keine Baumfassaden?

- Bisher gab es keine Studien zum Verhalten von Bäumen an Fassaden
- Baulicher und landwirtschaftlicher Entwurf werden meistens streng getrennt

## 3a GROSSZÜGIGE & RUHIGE INNENHÖFE



Lagarde Höfe, Bamberg  
Transformation einer ehemaligen  
Konversionsfläche in einen neuen  
Stadtteil

Projektentwicklung und  
Projektsteuerung:  
pro.b Projektentwicklung &  
Projektsteuerung GmbH & Co. KG  
<https://pro-b-gruppe.de/>

Bauherr  
Volksbau Bamberg GmbH & Co.  
KG  
<https://volksbau.info>

Städtebaulicher Entwurf:  
Eble Messerschmidt Partner  
Architekten und Stadtplaner  
PartGmbH

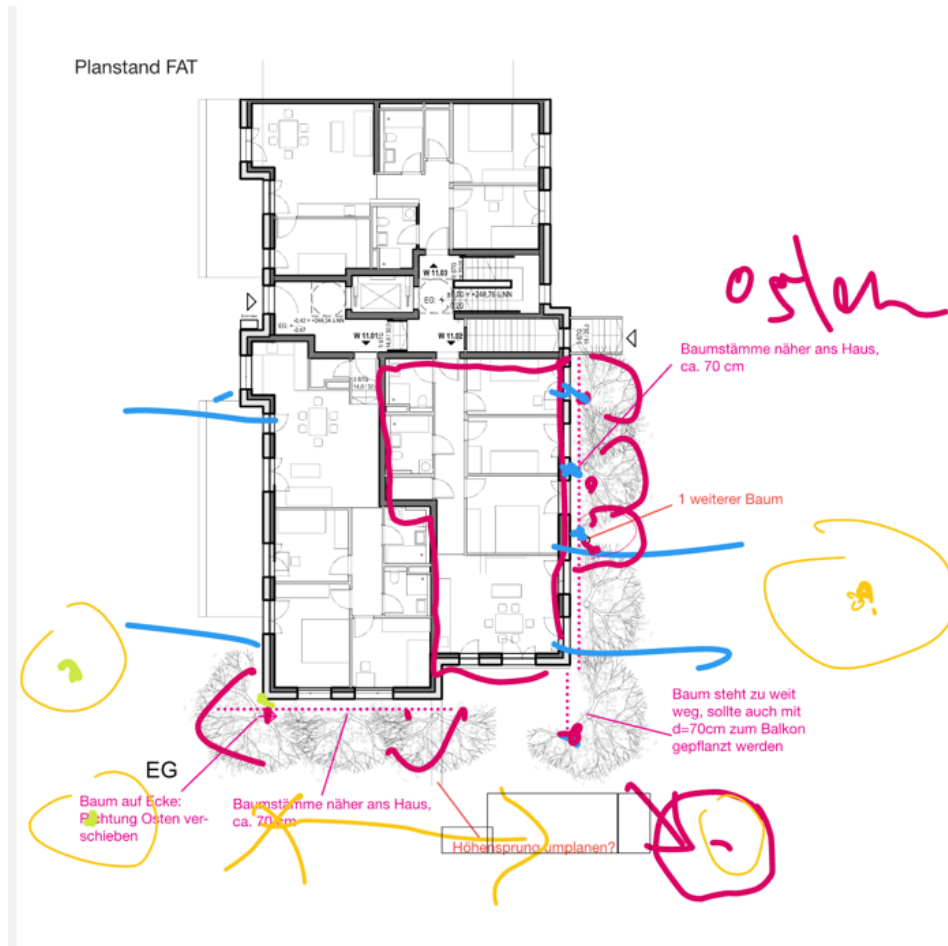
Architekten  
Eble Messerschmidt Partner  
Architekten und Stadtplaner  
PartGmbH  
a+r Architekten GmbH  
buero eins punkt null PartGmbH  
fatkoehl architekten  
planbar 3 GbR  
pro.b Planungsgesellschaft GmbH  
& Co.KG  
Schilling Escher Steinhilber  
Architekten PartGmbH  
weigel architekten GmbH

### 3a GROSSZÜGIGE & RUHIGE INNENHÖFE



Lagarde Höfe, Bamberg  
Transformation einer ehemaligen  
Konversionsfläche in einen neuen  
Stadtteil

# Lage und Wirkung



Baumfassade Lagarde Hofe Bamberg  
Architektur: Quest / falkeoht architekten  
Plan-Nr.: 505  
Blick: dach, 16m  
Stand: 25.01.21



Baumfassade Lagarde Hofe Bamberg  
Architektur: Quest / falkeoht architekten  
Plan-Nr.: 506  
Blick: aus fenster, 2 OG  
Stand: 25.01.21

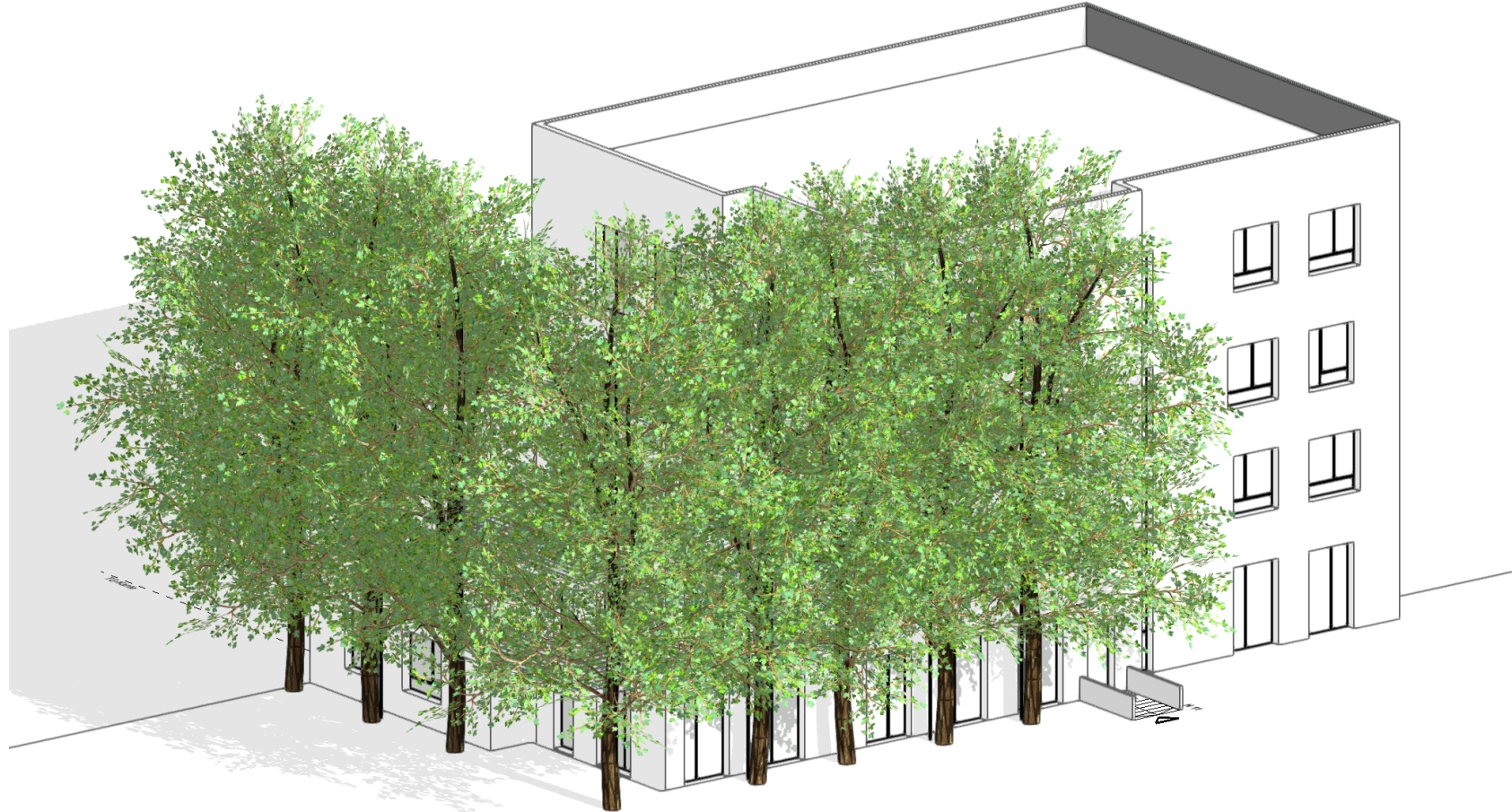




Zeichnung: fatkoehl architekten







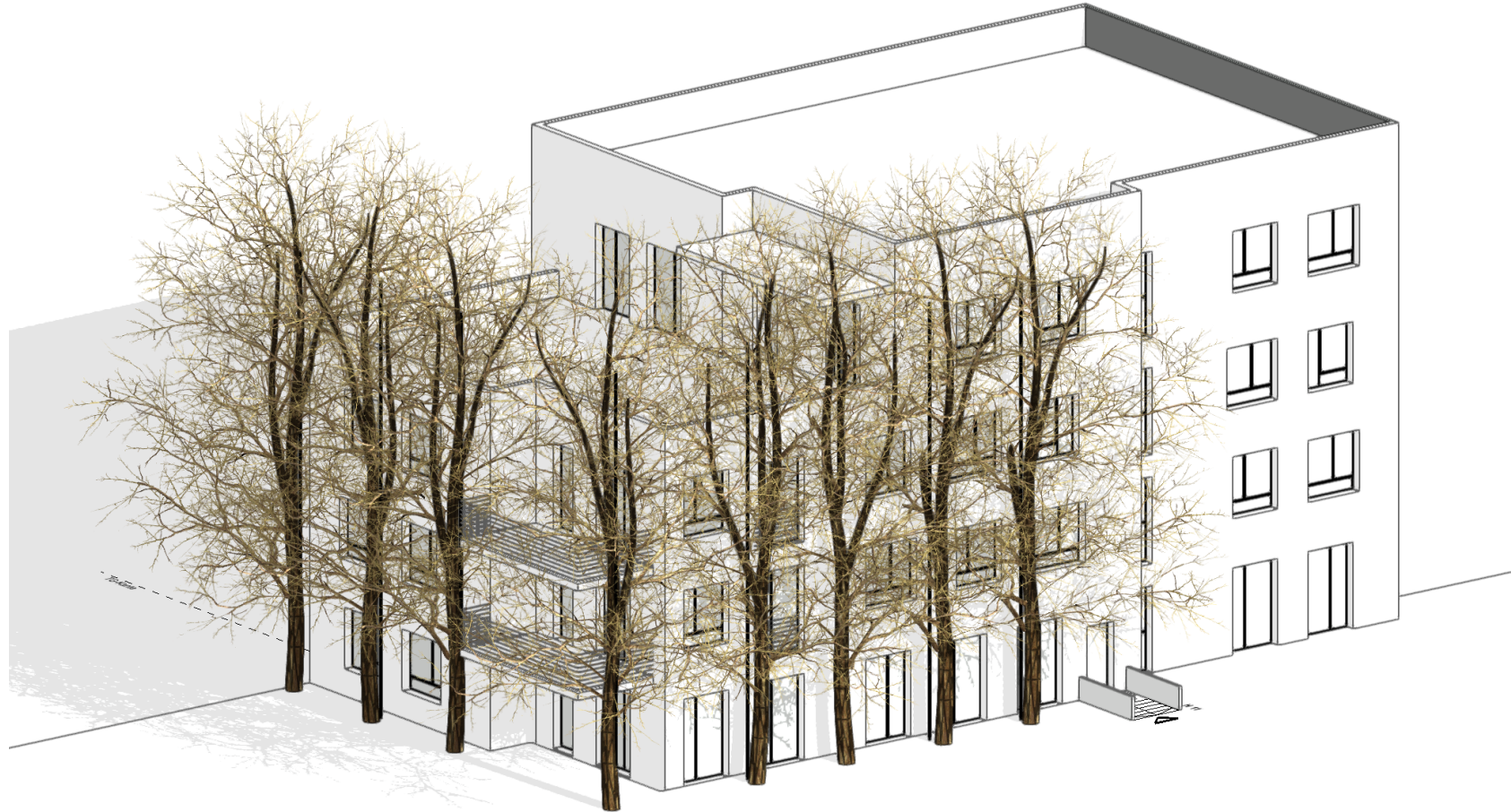
**Baumfassade Lagarde Höfe Bamberg**

Architektur: Quest / fatkoehl architekten

Plan-N°: 502

Axo\_Baum\_16m

Stand: 25.01.21



# Baum und Gebäude

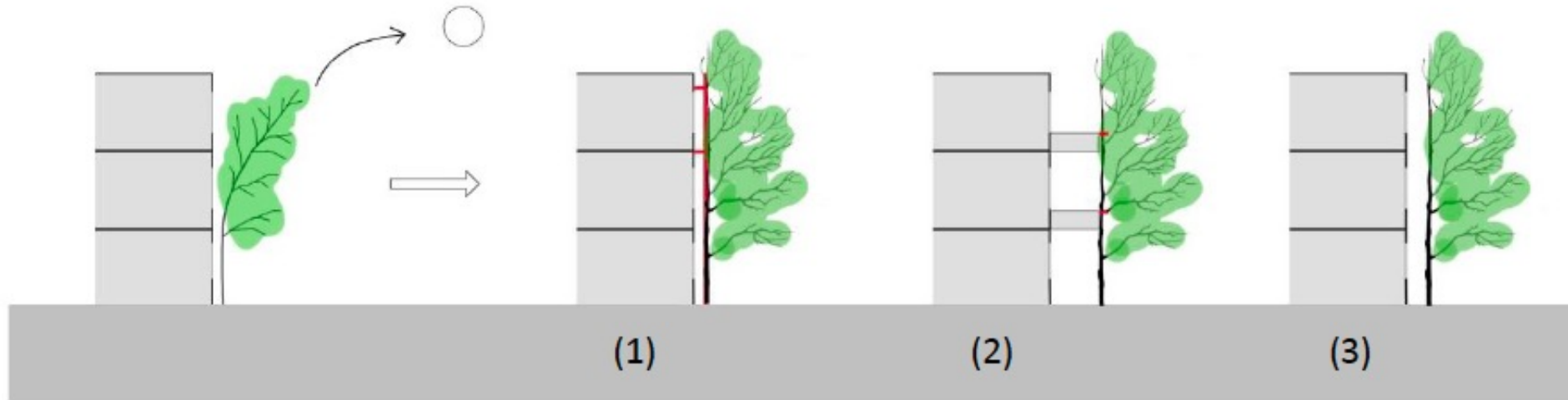


Abbildung 36: Wachstumstendenz vom Gebäude weg (links); mögliche Gegenmaßnahmen: Anbindung mit einwachsendem Stab (1), temporäre Anbindung beispielsweise am Balkon (2) und Baum frei vor dem Gebäude stehend mit Abstand (3) (Lisa Höpfl)

# Simulation des Biegeverhalten eines Baumes

## 3.2.3 Variante 3

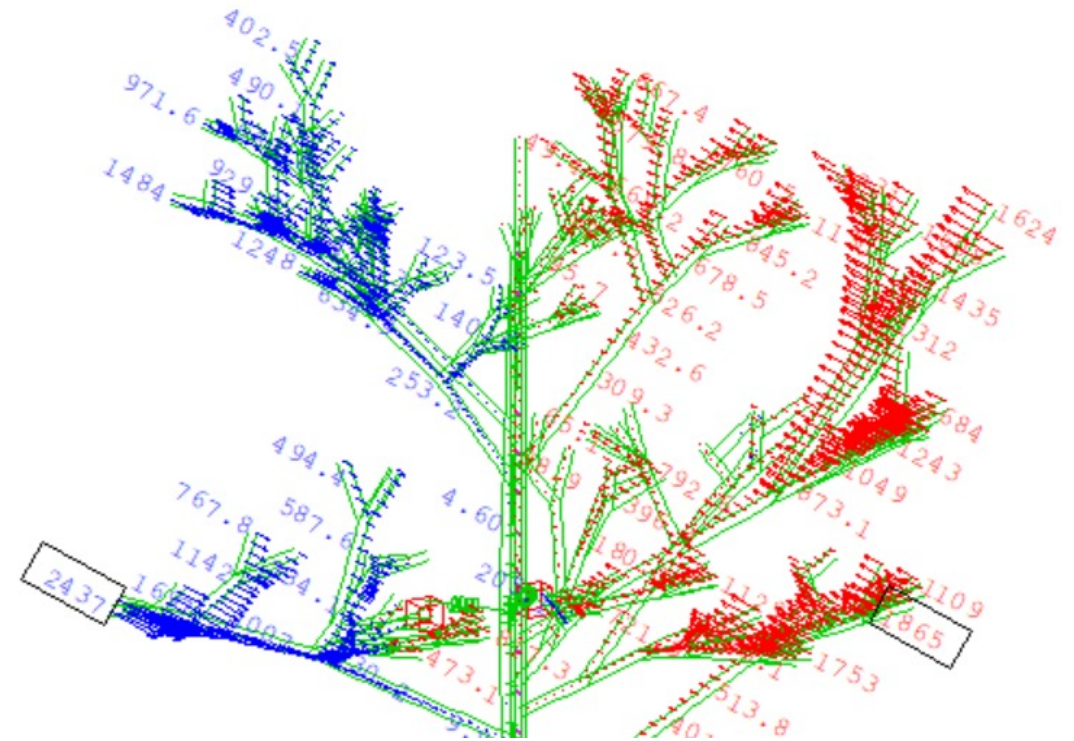
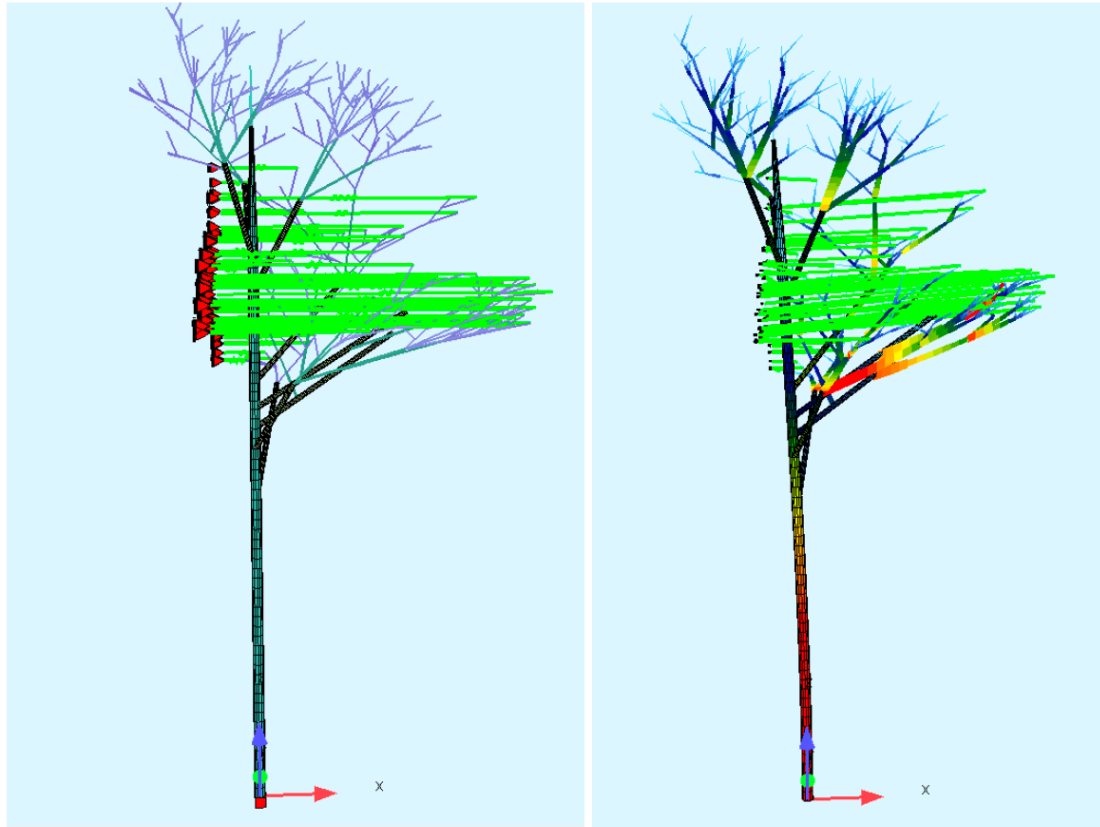


Abbildung 29: FE-Modellierung eines Baumes mit nichtlinearen Federn zur Simulation der Kollision von Ästen und Stamm mit der Fassade (Julian Lienhard)

# Befestigung



Zeichnung: fatkoehl architekten

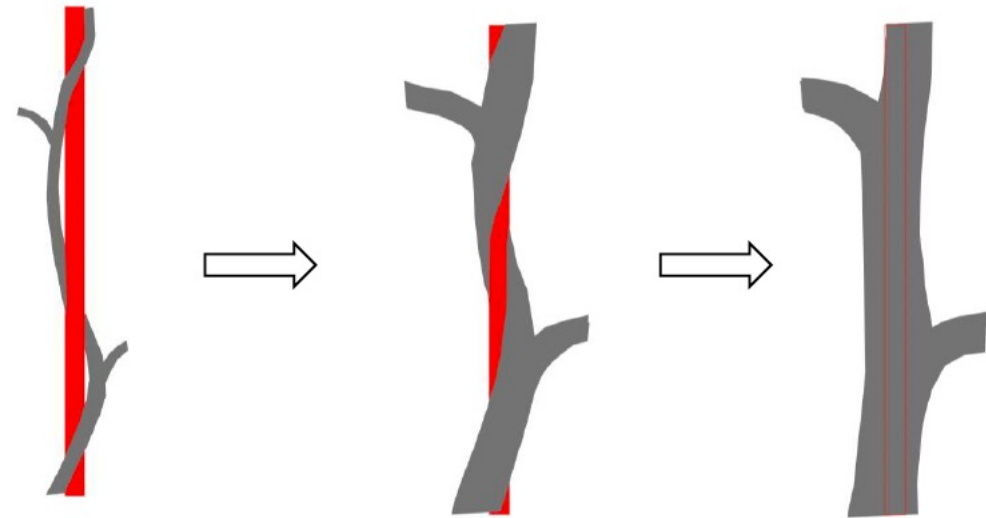


Abbildung 8: Einwachsprozess der Triebspitze um den Stab (Lisa Höpfl)



# Befestigung

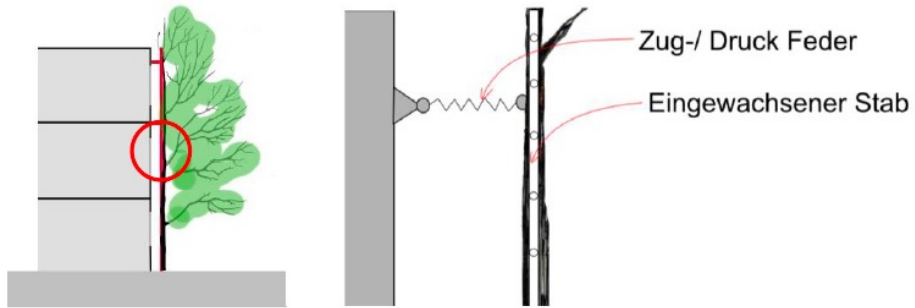


Abbildung 09: Anbindung mit eingewachsenem Stab (links) und Zoom-in des statischen Prinzips der dauerhaften Anbindung (rechts) (Lisa Höpfl)

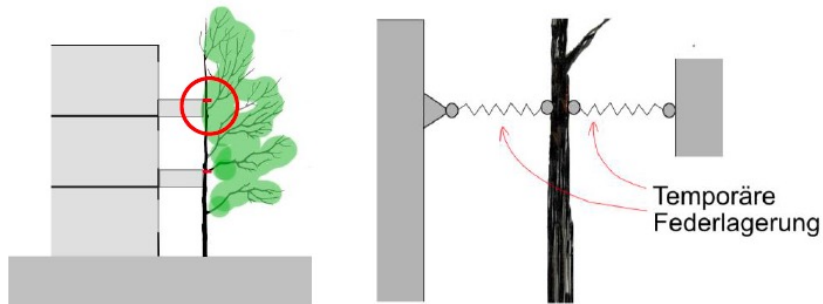
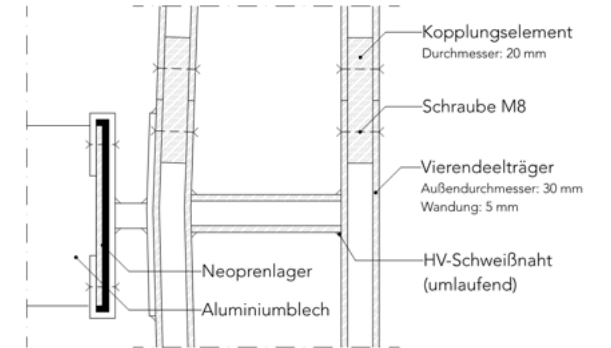
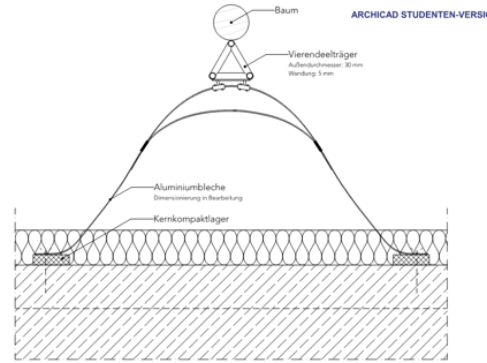
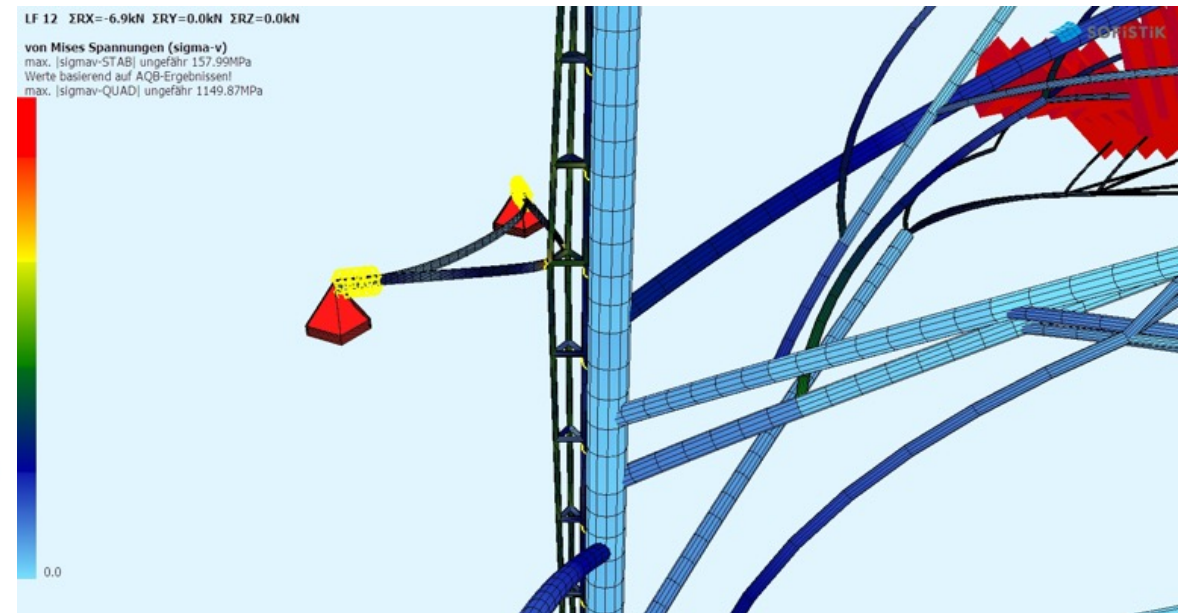


Abbildung 12: Integration der Baumfassade in einen Balkon oder Laubengang (links) und Zoom-in des statischen Prinzips der temporären Anbindung (rechts) (Lisa Höpfl)



# Simulation des Biegeverhaltens eines Baumes

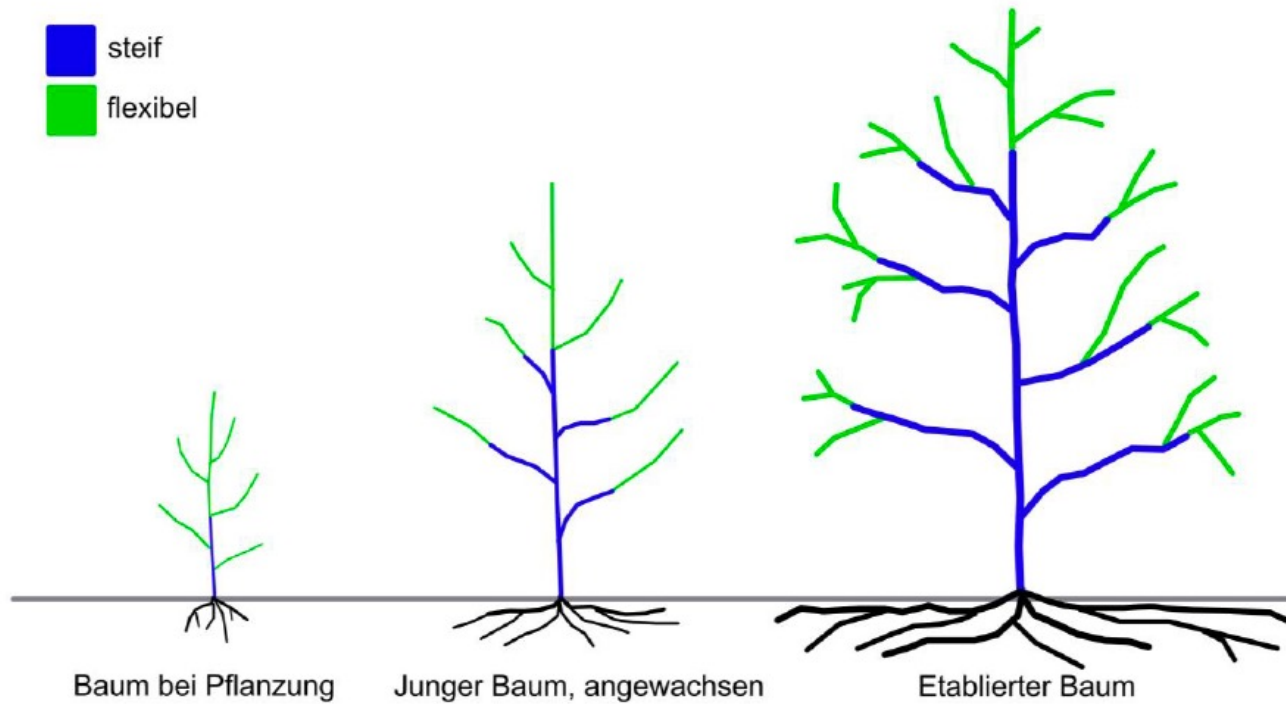
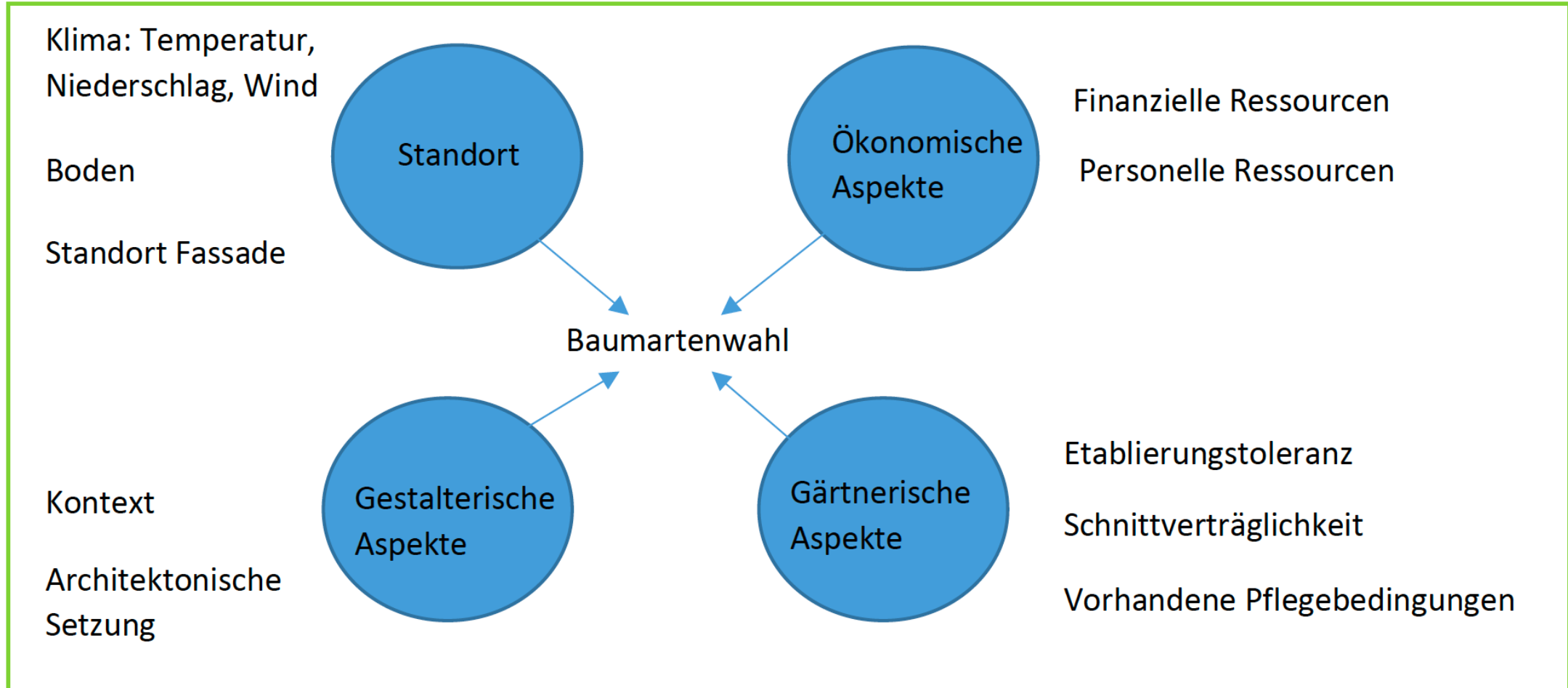


Photo: Ferdinand Ludwig

Zeichnung: Lisa Höpfl

# Baumwahl

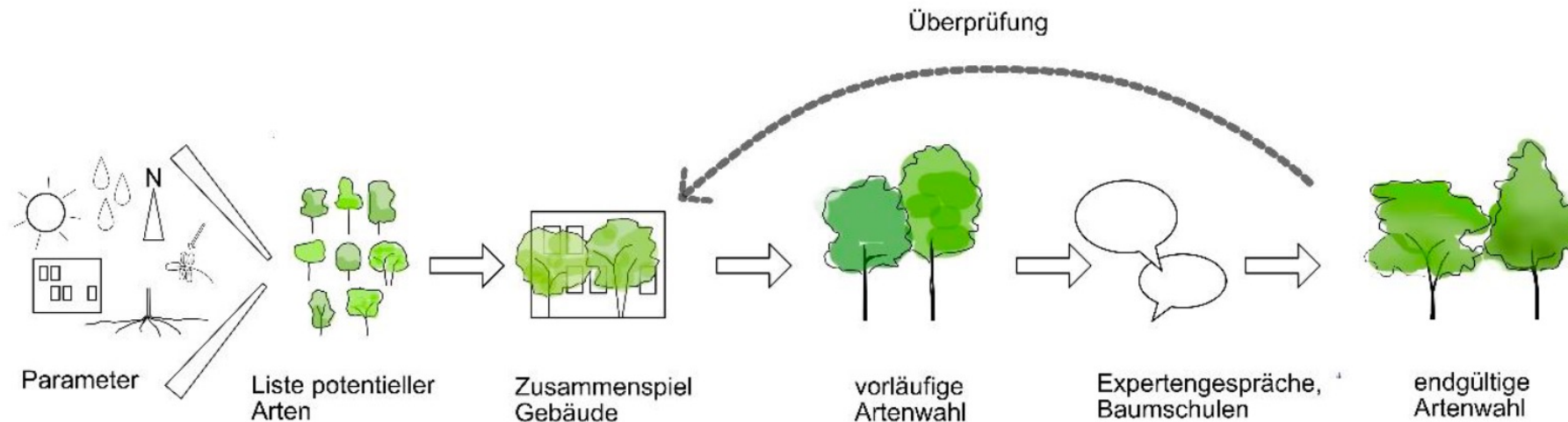


Zeichnung: Lisa Höpfl

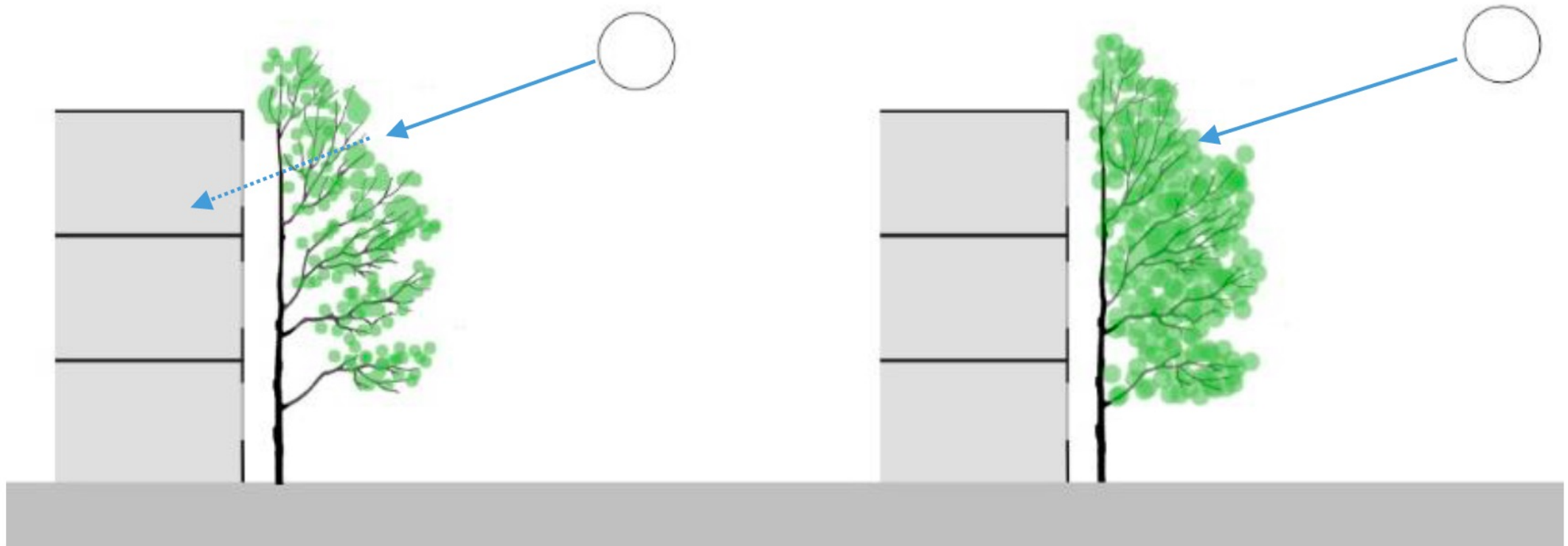
# Baumartenwahl

Zusammenfassung der Baumartenwahl in 5 Schritten:

1. Festlegung der Rahmenbedingungen und Eingangsparameter im Dialog mit allen Planungsbeteiligten
2. Erstellen einer Liste potentieller Baumarten auf Basis der zur Verfügung stehenden Standortbedingungen sowie aller wissenschaftlichen und biologischen Kenntnisse
3. Prüfung der potentiellen Arten im architektonischen Konzept sowie der statischen Anforderungen
4. Validierung der gewählten Arten von Experten
5. Festlegung der endgültigen Arten und erneute Überprüfung des architektonischen Konzepts

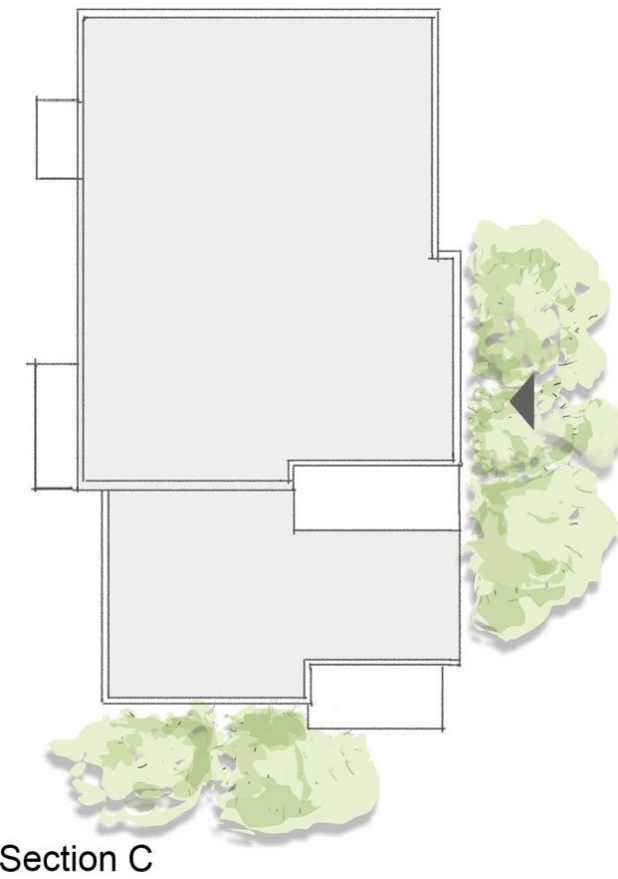
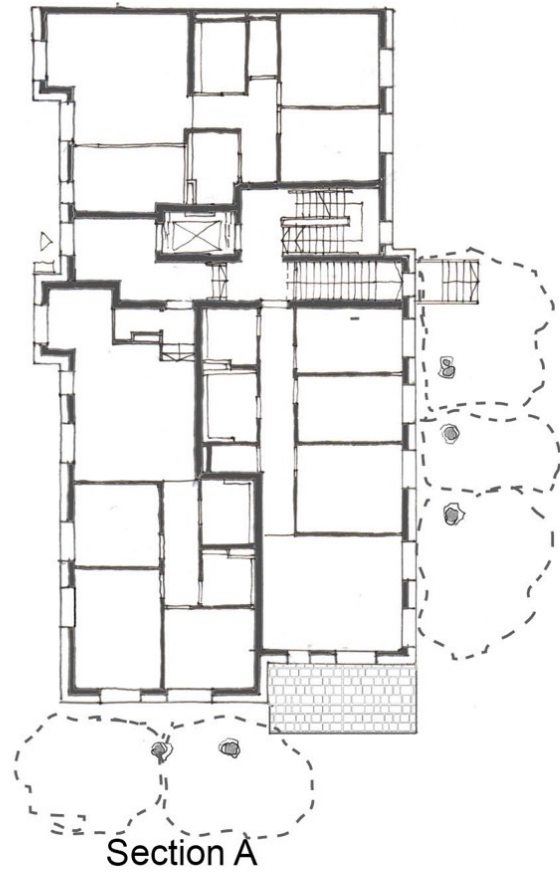


# Kronenform und Belaubung



*Abbildung 31: Vergleich offene, lockere Krone (links) mit geschlossener Krone und dichter Belaubung (rechts) im Sommer (Lisa Höpfl)*

# Bamberg | Year 40



Zeichnungen: Quest, Divya Pilla



Zeichnungen: Quest, Divya Pilla



14 A+R

13 B 1.0

11 FK arch

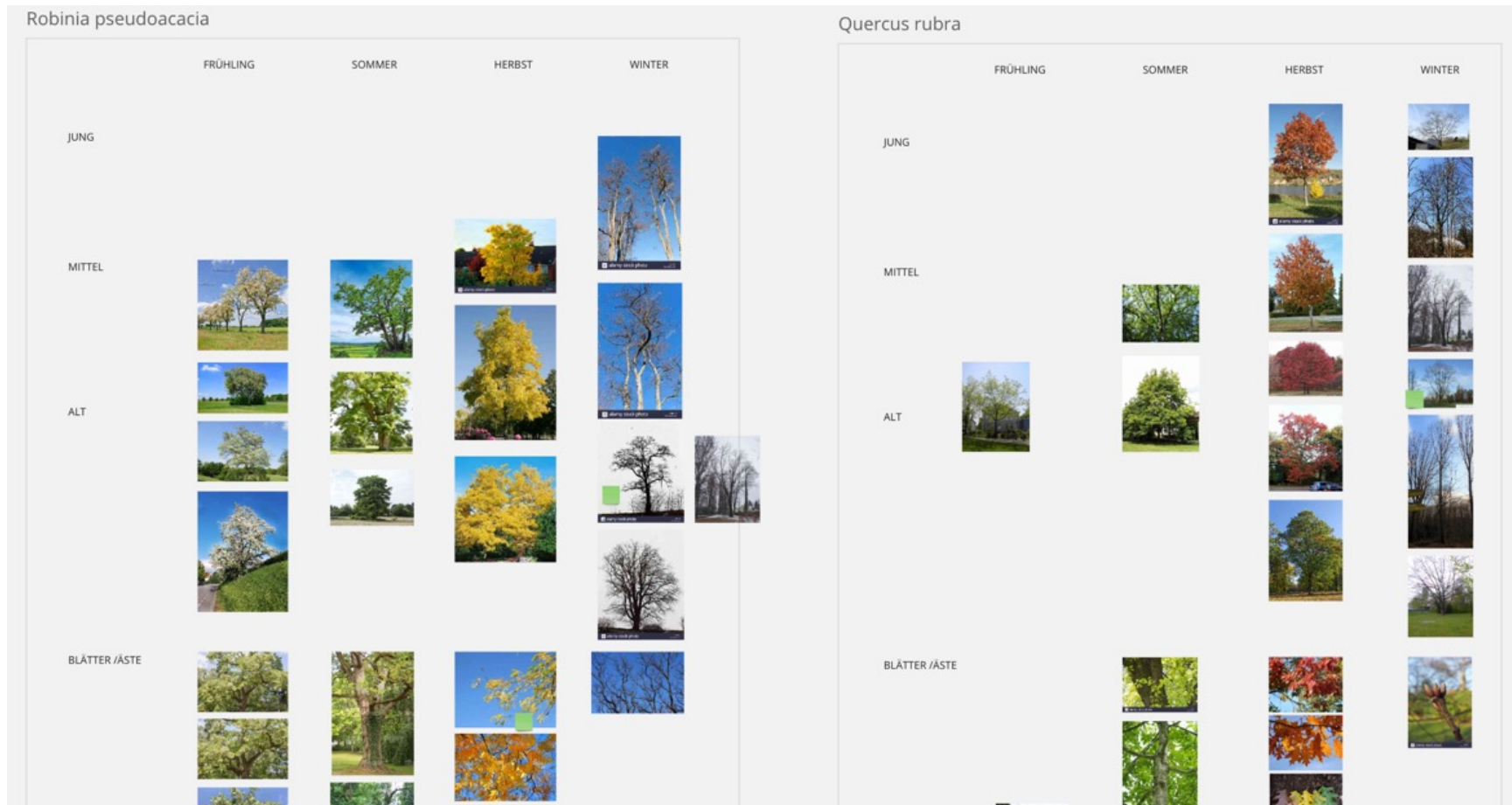
7 B 1.0

HOF SÜD

6 pro b.



# I. Baumwahl: Rubinie und Roteiche



Quest

# Gleditsia triacanthos (Lederhülsenbaum)



*Abbildung 52 (links): Blattform Gleditsia triacanthos; Abbildung 53 (rechts): Habitus und Herbstfarbe Gleditsia triacanthos*

# Fraxinus americana (Weiß-Esche)



*Abbildung 50 (links): Blattform Fraxinus americana; Abbildung 51 (rechts): Habitus Fraxinus americana*

# Ausschreibungsprämissen für das Projekt in Bamberg

1. Solitärbäume 5x verpflanzt, Drahtballen mit Stammumfang 30-35cm (Stammdurchmesser ca. 11cm), Höhe ca. 500-700 cm und Breite ca. 200-300cm inkl. Lieferung
2. Durchschnittspreis für unterschiedliche Baumarten
3. Aushub und Auffüllung mit Baums substrat, Wurzelschutzmaßnahmen
4. Fertigstellungspflege mit einseitigem Pflanzenschnitt nach Vorgaben
5. Jährliche Pflegemaßnahmen (Kontrolle, Schnitt)

# Baumwahl und Zuschnitt



Photos: Quest

# Faxinus americana (Weiß-Esche)



Photos: Quest



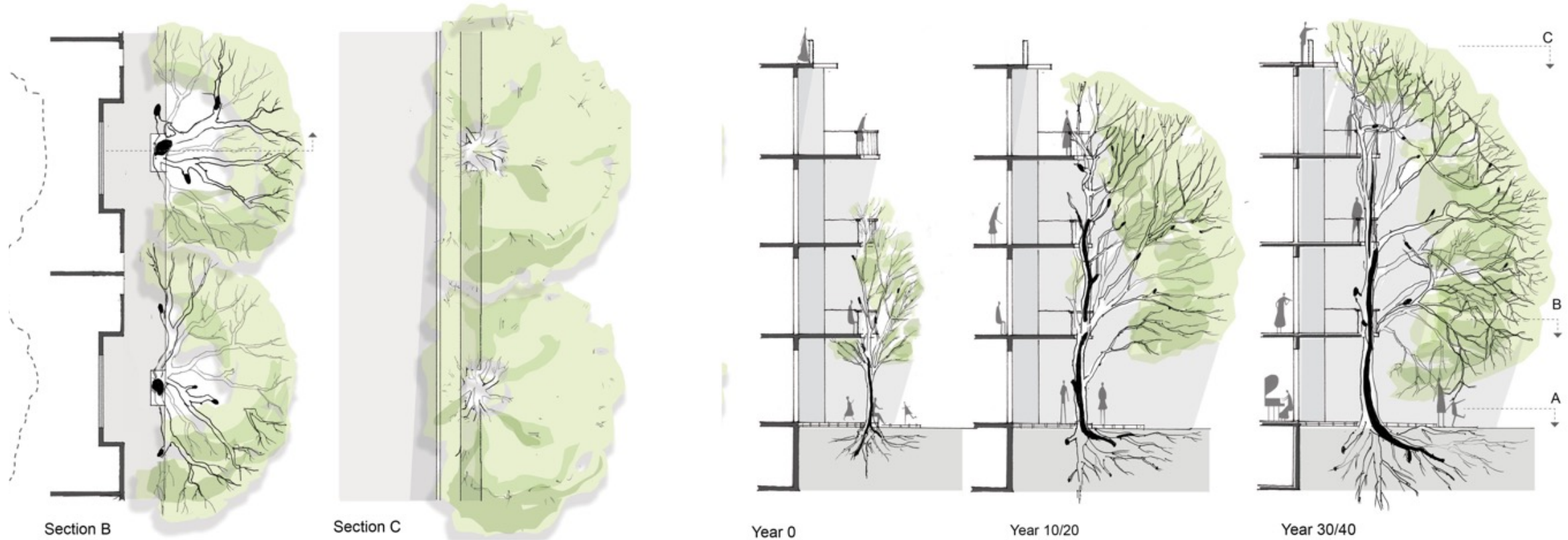
Entwurf: Quest/Tim Sawford

Baumfassaden als klimatisch wirksame Form der Bauwerksbegrünung

13.12.23

47

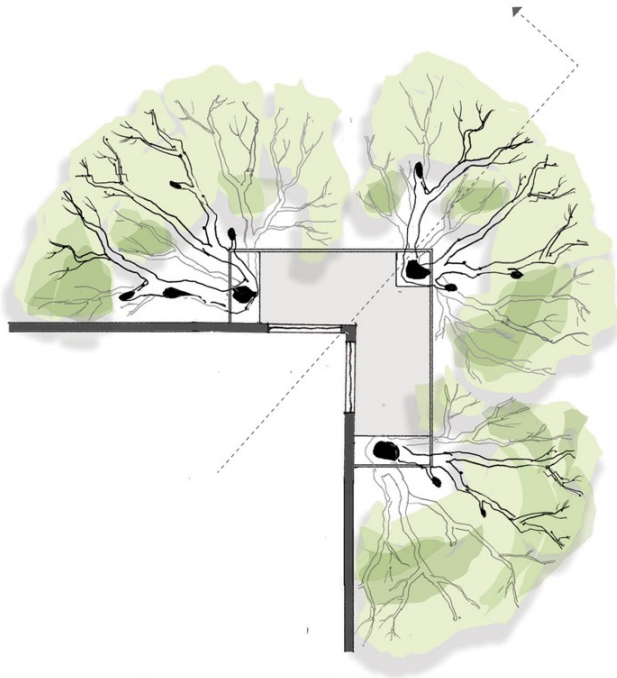
# Bäume in Balkonen und Laubengänge



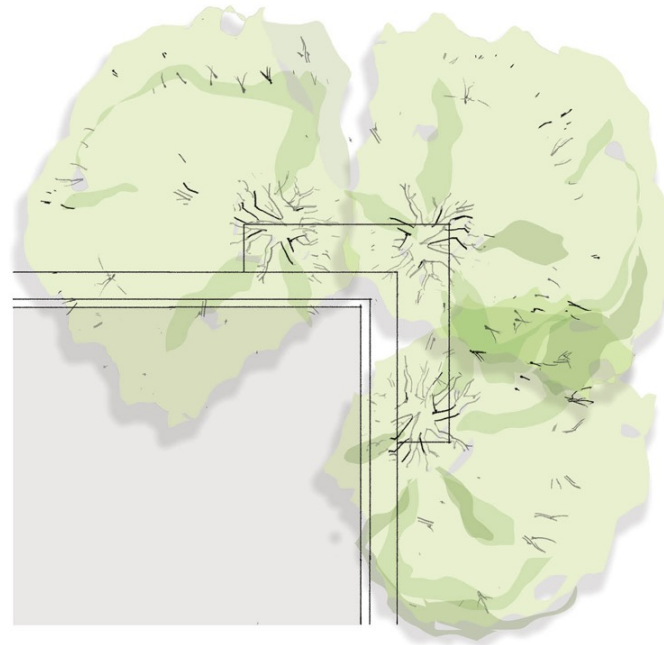
Zeichnungen: Quest, Divya Pilla



# Leben im Baum



Section B



Section C



Year 20/30

Zeichnungen: Quest, Divya Pilla

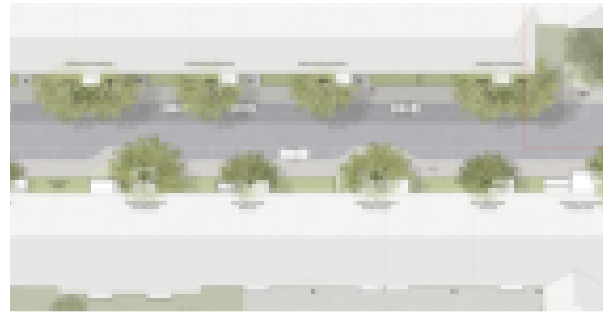
## Nächste Schritte Bamberg

- Klimatische Wirkung quantifizieren (z. B. Temperatur, Licht, Feuchtigkeit, Kosten, ...)
- Baum u. Bauwerk dokumentieren (z. B. Baumschäden, Schutzwirkungen, ...)
- Mensch-Baum-Beziehung analysieren (z. B. Interviews mit Bewohner- und Nachbarinnen)

# Übertragung auf Quartiere: Studie zum Bestandswohnungsbau München



Unbegrüntes Gebiet o. Verschattung



Ausarbeitung eines Fassaden-Begrünungsplans



Entwurfsvariante



Vergleich mit typologischen Lösungen

Bilder: Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig Technical University of Munich TUM School of Engineering and Design Professorship for Green Technologies in Landscape Architecture



Zeichnungen: Divya Pilla