

Planung neu gedacht: Potenziale von KI im vorgefertigten Holzbau

M.Sc. Julian Ziegler
Prof. Dr.-Ing. Alexander Stahr

A House Is Not a Car (Yet)

Mathew Aitchison
University of Sydney

The automotive industry has played a crucial role in the thinking around mass prefabricated housing since the early twentieth century. In Australia, a chronic housing affordability crisis, combined with the pending departure of automotive manufacturing, means that the house/car couplet is again under comparison—and not always for the right reasons. The key argument of this article is that a better understanding of the specificities of housing relative to other industries has the potential to release industrialized housing from the trope of a perennial “good idea” that ultimately leads to disappointing results. This might free the industry, allowing it to provide truly innovative and disruptive solutions to the problems surrounding contemporary housing. Further, a richer understanding of the differences between the house and car as industrial products will clarify thinking around the current status of industrialized building production and help chart a more productive future course for housing more generally.

If the housing industry were to embrace modern factory methods with even half the enthusiasm of the car industry, in no time it would be producing standardized components or space-enclosures of some kind which could be assembled in various ways to suit the needs of each buyer. Gradually the family itself would become the designer of its own pattern of

standardized units, as suggested by Walter Gropius as early as 1909, changing them about if necessary as the pattern of the family life developed.

—Robin Boyd, *The Australian Ujines* (1960)

Background

As Robin Boyd’s epigraph below demonstrates, for well over a century prefabrication has held the promise of a more industrialized approach to building that would revolutionize the housing market by providing low- (or lower-) cost, high-quality housing that could be made to suit the customer’s every demand. Or so, at least, the story goes. Looking back across a hundred years of experiment, actual outcomes lie somewhere between the hyperbole of the prefab industry’s various supporters (in which I am included)² and the business-as-usual approach of the traditional housing industry.

The history of previous attempts to industrialize house building shows that sharp rises in such ventures are usually correlated with significant (or unique) external demands. In contemporary Australia, this demand has been provided by a consistent and sharp rise in the cost of construction and property over the past two decades, which, along with several other factors, have combined to cause a chronic housing affordability crisis.³ This cyclical interest in prefab sees the industry’s stocks rise and fall in step with demand factors, such as housing supply or labor and material shortages, or because prefab housing provided tailored solutions for very specific problems.⁴ Elsewhere, I (and others) have dealt extensively with the cyclical interest in prefab, and the strange amnesia that seems to accompany its implementation, which, at the very least, should give us pause to be skeptical of the grandiose claims of the industry both now and in the future.⁵

10

Abbildung 1: Deckblatt des Papers „A House Is Not a Car Yet“
Quelle: Mathew Aitchison, University of Sydney, 2017

Die Badewanne steht schon am richtigen Platz. An einigen Stellen kommen Kabel und Rohrstumpen aus den Holzwänden und Holzdecken. Es ist nicht schwer zu erkennen, dass das Innere des Container-förmigen Stahlgebildes, das noch auf der Ladefläche eines Lastwagens steht, einmal ein Badezimmer sein soll. Ein Arbeiter klettert auf das Dach des großen Kastens und befestigt an den vier Ecken die Stahlketten, die von einem vielleicht 30 Meter hohen Kran herunterhängen. Wenn alles fixiert ist, gibt er dem Kranführer ein Zeichen und klettert wieder herunter. Dann steigt der Badezimmer-Container in den blauen Himmel hinauf und wird dann langsam auf ein halb fertiges Haus herabgelassen.

Eine Handvoll Arbeiter nehmen ihn in Empfang, fixieren ihn mit großen Schrauben auf dem Rest des Gebäudes. Dann kann schon der nächste Lastwagen vorfahren – beladen mit einem Schlafzimmer, das er ebenfalls schon fertig zusammengebaut in einer Fabrik abgeholt hat. Zehn solcher Elemente schrauben die Arbeiter hier ineinander, nach einem Tag ist das Einfamilienhaus fertig montiert und bietet knapp 100 Quadratmeter Platz auf zwei Etagen. Nur das Innenleben muss noch hineingebaut werden, also Schränke, die Küche, der Fußboden und die Isolierung.

Innerhalb von zwölf Monaten soll auf diese Weise im Tokioter Stadtteil Sekimachi ein neues Wohnquartier mit 30 Häusern und einem kleinen Park in der Mitte entstehen. Entwickelt und gebaut wird es von einem Unternehmen, das eigentlich als größter Autohersteller der Welt bekannt ist: Toyota.

Die Tochtergesellschaft Toyota Housing Corporation, oder auch kurz Toyota Home genannt, ist auf Fertighäuser spezialisiert. Die Teile für ein Haus lassen sich doch ebenso standardisiert am Band in der Fabrik erstellen wie die Teile für ein Auto – so war der Grundgedanke der Toyota-Führung, als der Konzern vor 50 Jahren in das Hausbau-Geschäft eingestiegen ist. „Autos und Stahlrahmenhäuser haben viele Dinge gemeinsam, wie etwa die Stahlverarbeitung“, teilt ein Sprecher mit. „In der Fabrik gibt es viele ähnliche Prozesse wie das Schweißen, das Lackieren und den Zusammenbau der Einzelteile. Daher konnte Toyota Home viel Expertise aus dem Autobau verwenden und verwendet viele Technologien aus der Autoherstellung.“

In den ersten Jahren hat Toyota Home die Teile in einer bestehenden Fabrik der Toyota Motor Corporation gebaut. Die ersten Häuser wurden vor allem als Mietwohnungen genutzt. Heute werden sie



Bauen in Japan: Durch die Vorfertigung kommt das Haus schon in einzelnen Bestandteilen auf der Baustelle an. Foto: Tim Kanning

Warum Toyota auch Häuser baut

Davon kann Deutschland lernen: In Japan werden Häuser viel einfacher, schneller und günstiger gebaut. Der Autokonzern Toyota nutzt dafür seine Fließbanderfahrung.

Von Tim Kanning, Tokio

gen könnte, bevor der Konzern nun über die Schließung von Werken nachdenkt. In der Tat wird auch in Deutschland der Fertighaus immer beliebter. Im Jahr 2022 war fast jedes vierte neu gebaute Einfamilienhaus ein Fertighaus.

Durchschnitt 70-mal im Monat spürbar, wenn auch meistens nur leicht. Aber auch schwere Erdbeben sind jederzeit und überall möglich. Im Falle eines Erdbebens gelten aus Holz gebaute Häuser oder solche mit einem soliden Stahlrahmen als wider-

anbieten, in die Karten. Ein weiteres Plus sind die Kosten und die schnelle Umsetzung. Von der Bestellung eines neuen Hauses bis zum Einzug vergehen nach Angaben des Unternehmens in der Regel nur sechs Monate. Ein 100-Quadratmeter-Haus von Toyota kostet 30 bis 40 Millionen Yen, also umgerechnet etwa 220.000 Euro.

In Japan sind auch andere Konzerne im Hausbau aktiv, die eigentlich für andere Produkte bekannt sind, wie Mitsubishi und Panasonic. Die Konzerne nutzen ihr Baugeschäft unter anderem dafür, Erkenntnisse für ihr Kerngeschäft zu gewinnen. So hat der Elektronikkonzern Panasonic in der Nähe von Yokohama die „FujiSawa Sustainable Smart Town“ aufgebaut, in der er die Versorgung der Häuser mit erneuerbaren Energien, die Steuerung von smarten Stromnetzen und Essenslieferungen an die Bewohner durch Roboterfahrzeuge testet. Nicht weit davon entfernt baut auch Toyota eine eigene kleine Stadt. Dort will der Konzern von nächstem Jahr an selbstfahrende Autos und andere Mobilitätskonzepte erproben.

Abbildung 2: Warum Toyota auch Häuser baut, FAZ Artikel von Tim Kanning, Ausgabe 301 vom 27. Dezember 2024

Roboter als Universalwerkzeug



ODICO (DK)



Leidorf GmbH (AT)

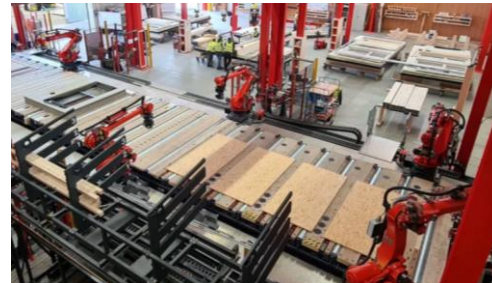


LEKO LABS (LX)

Roboter als Teil einer Fertigungsstraße mit spezifischer wiederkehrender Aufgabe



HOMAG Group (DE)



Gropys AG (DE)



ERNE (CH)



Randek Robotics AB (SE)



Automated Architecture (UK)



AUTOVOL (US)

Hersteller
holzbau-spezifischer
Fertigungssysteme
für individuelle
Fertigungsstraßen

Holzbauunternehmen
mit firmeneigenen
Fertigungssystemen

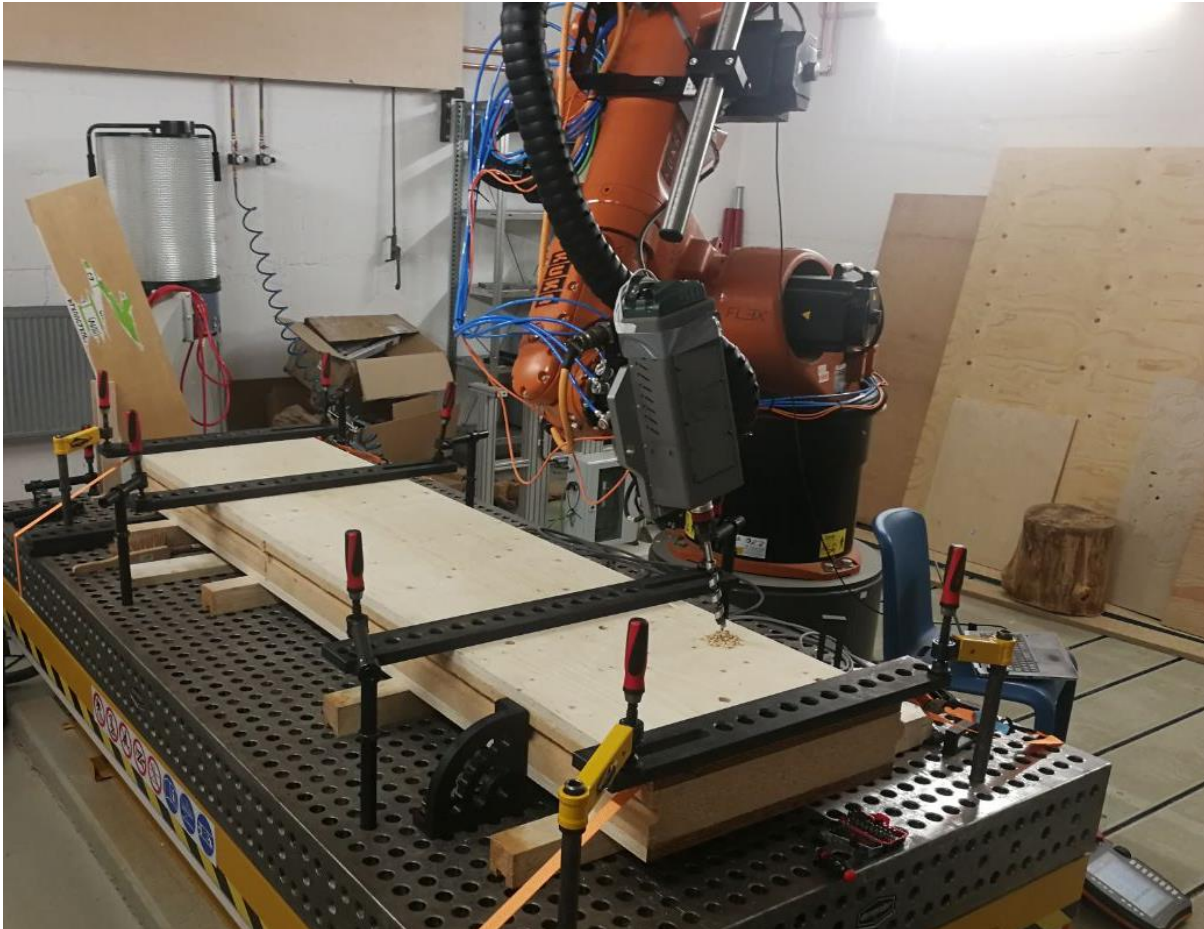


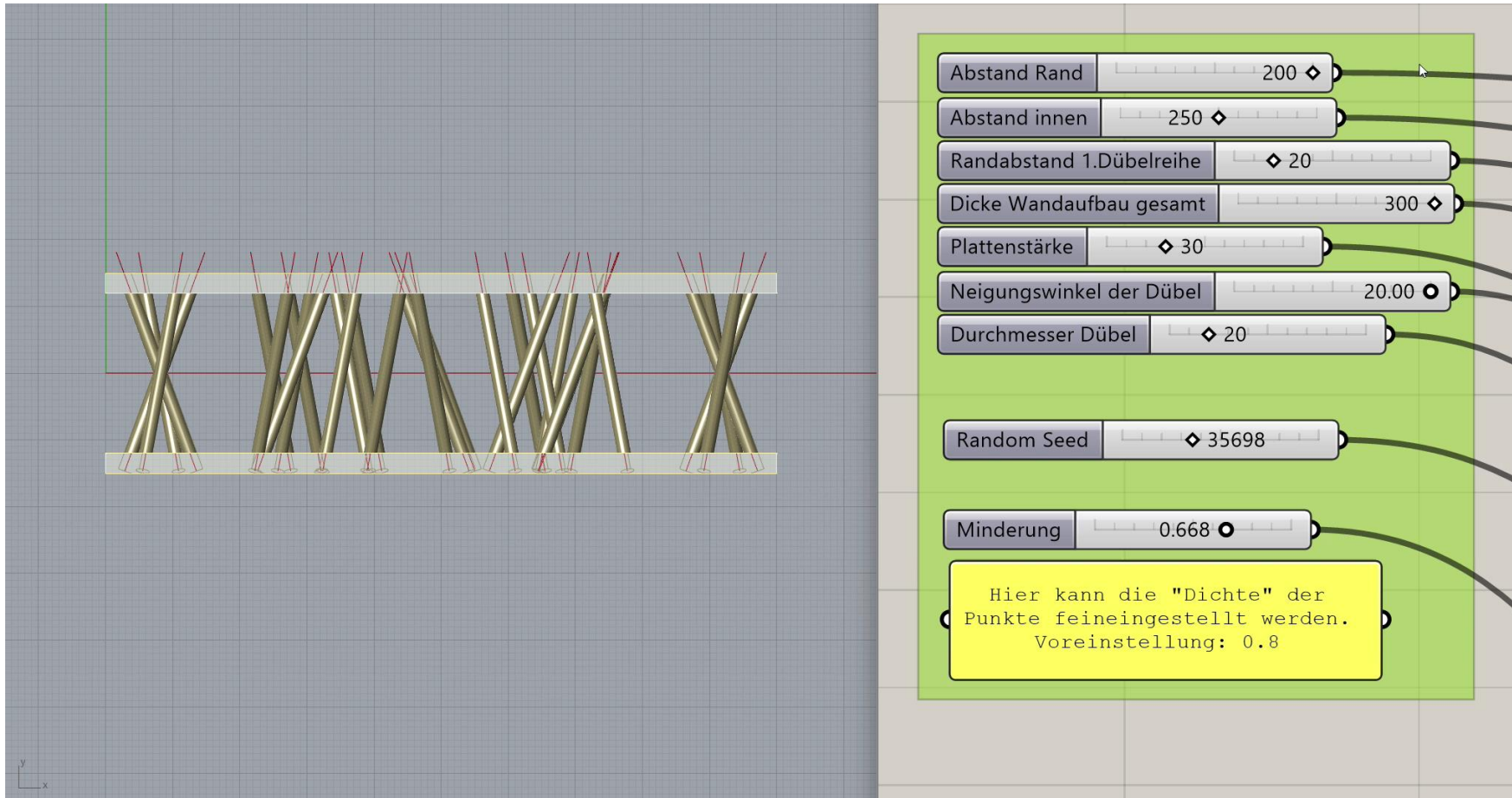
Abbildung 5: Robotische Umsetzung schräger Tieflochbohrungen



Abbildung 6+7: Montage eines hohlen IDS-Wandelements (links) und Einbauzustand (rechts)

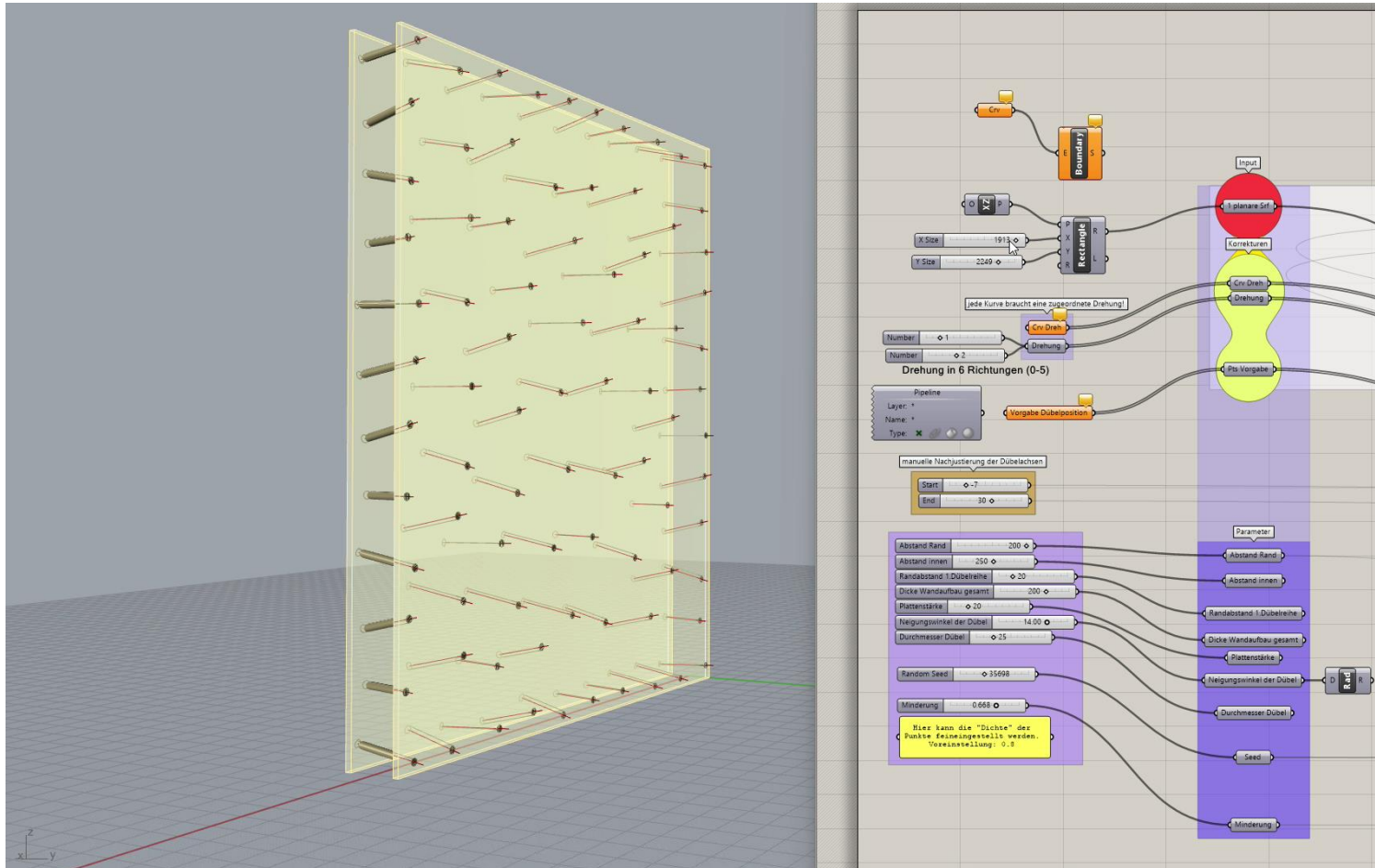
Source: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies

2 Interlocking Dowel System | Wandkonfiguration



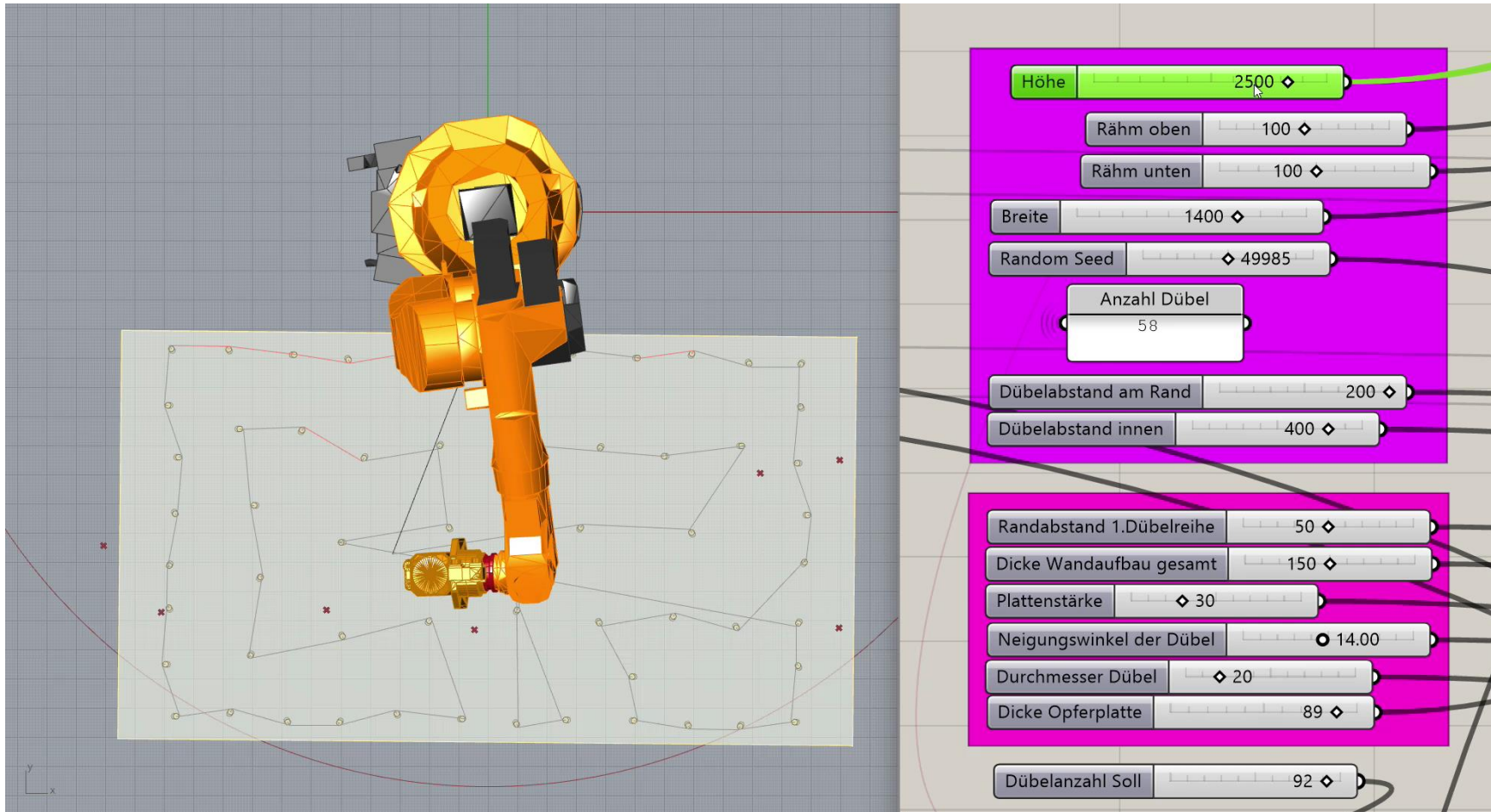
Clip 1: Eingabe Bauteilparameter und Modellierungsbereich, Quelle: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies

Source: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies



Clip 2: Eingabe Bauteilparameter und Modellierungsbereich, Quelle: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies

Source: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies



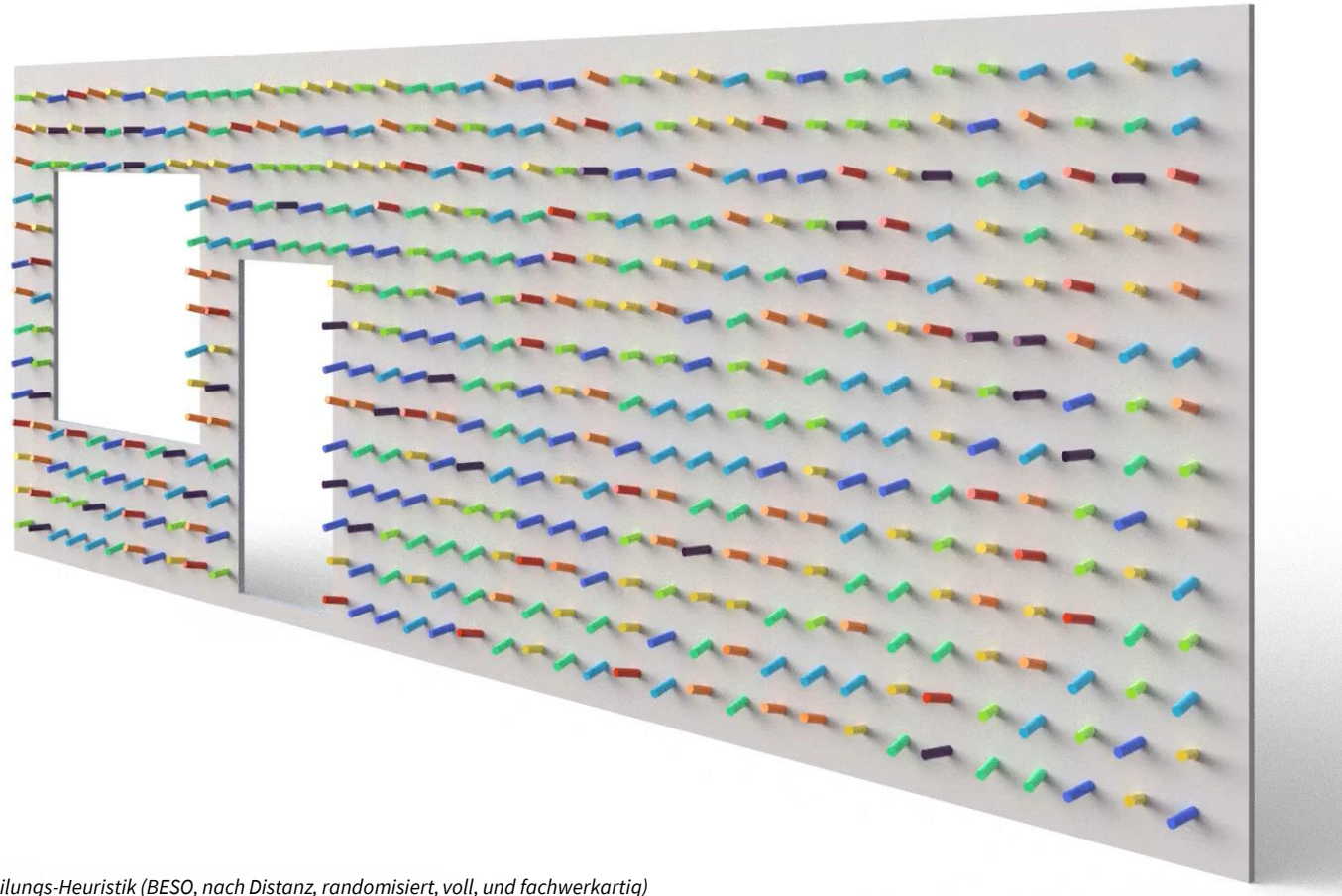
Clip 3: Eingabe Bauteilparameter und Modellierungsbereich, Quelle: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies

Source: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies



Abbildung 8: Visualisierung möglicher Dübelpositionen in der Wand, bei 200 möglichen Dübelpositionen und 8 Rotationsrichtungen sind $\sim 7 \cdot 10190$ Varianten möglich

Source: FLEX@HTWK-Leipzig, Felix Schmidt-Kleespies



Clip 4: Geometrievarianten mit Iteration der Verteilungs-Heuristik (BESO, nach Distanz, randomisiert, voll, und fachwerkartig)

Source: FLEX@HTWK-Leipzig, Cristoph Dijoux

Potentiale IDS:
effiziente Materialnutzung
kurze Fertigungszeiten

Aber:
Fertigung verlängert sich mit jedem gesetzten Dübel



Potential von IDS wird nur genutzt,
wenn das Dübelaufkommen optimiert wird

Abbildung 7: Cristoph Dijoux et al. [Paper Referenz]

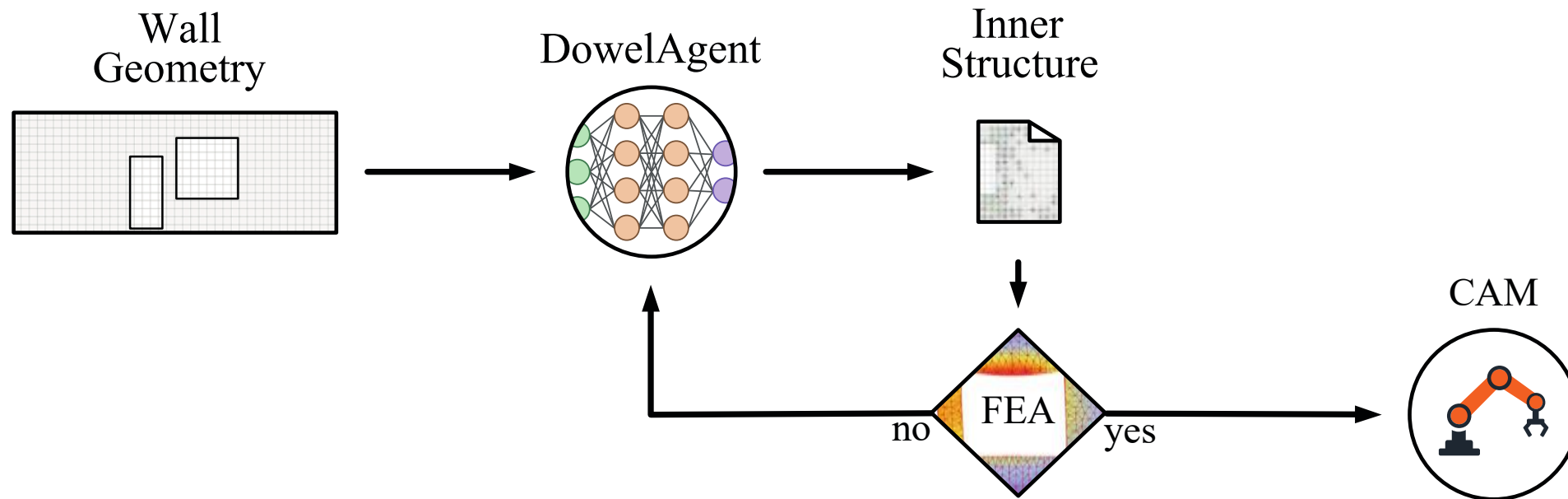


Abbildung 9: Cristoph Dijoux et al. [2]

Problem: Training des Agenten

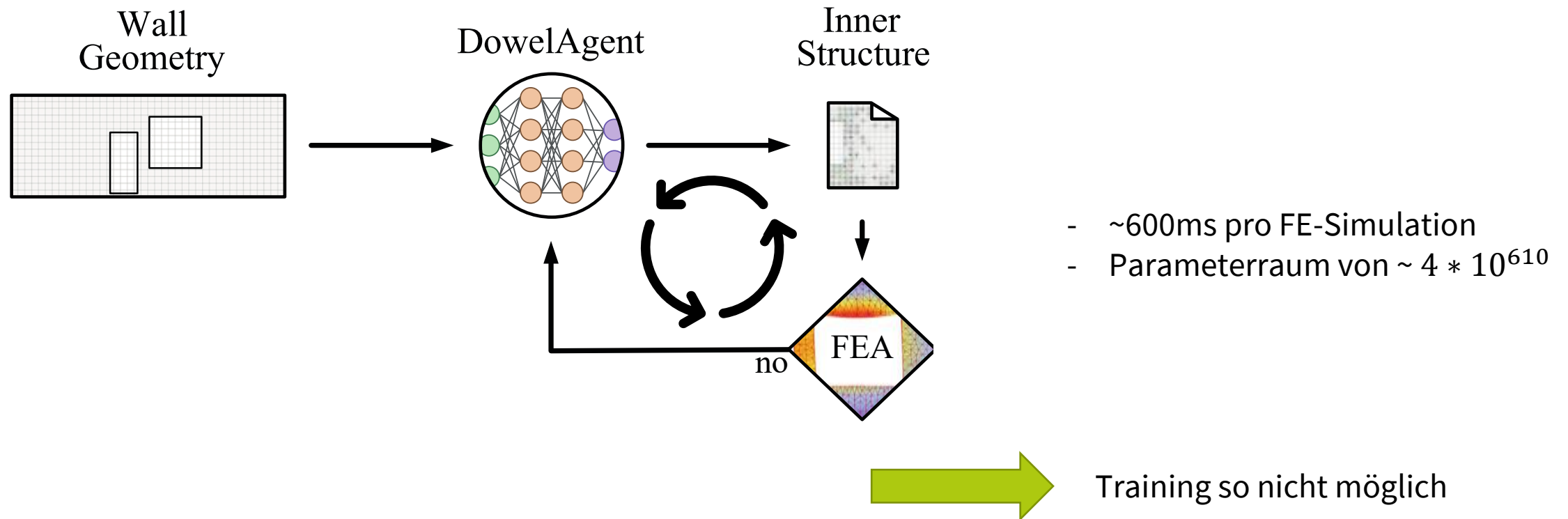


Abbildung 10: Cristoph Dijoux et al. [2], angepasst

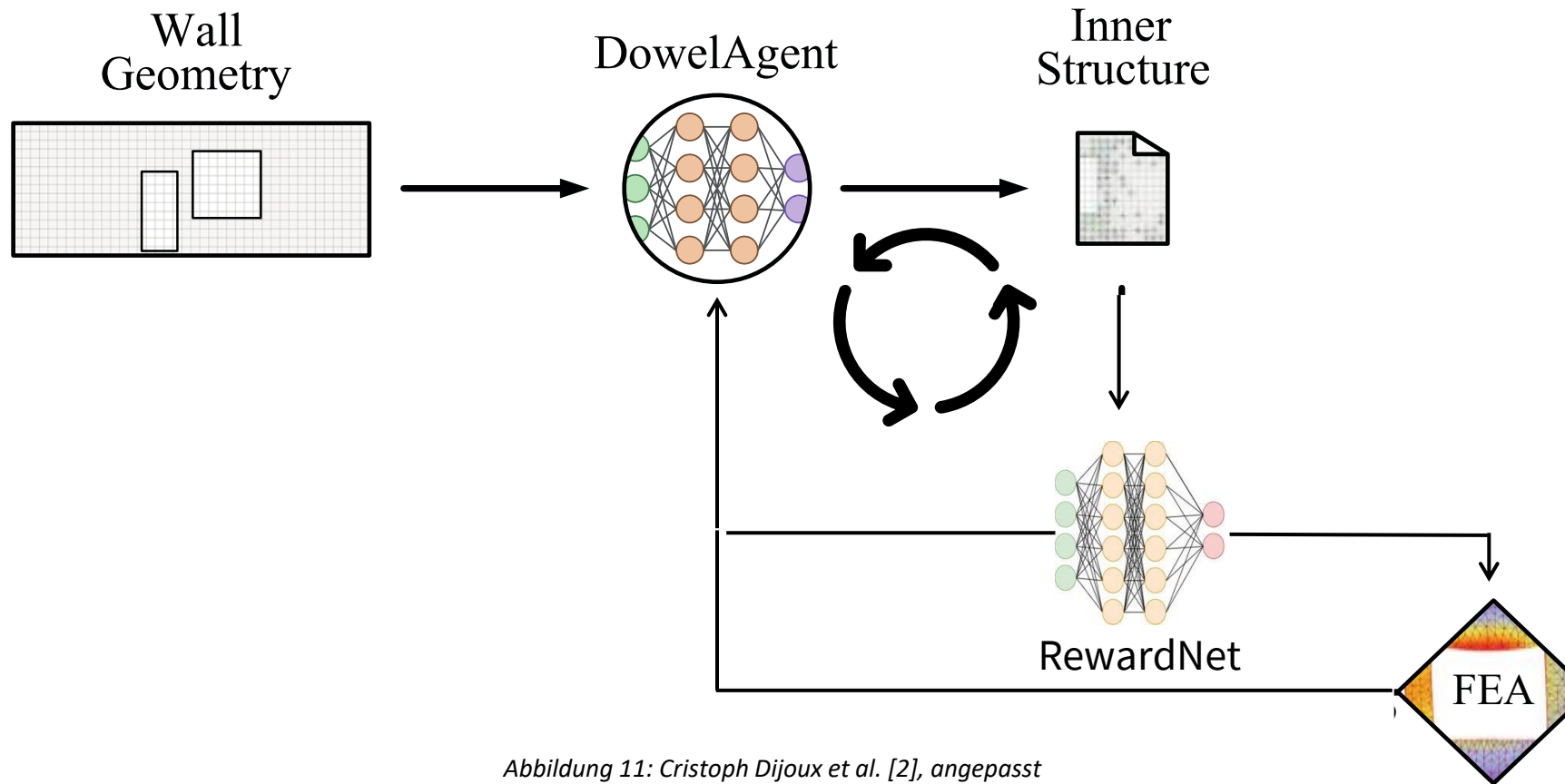


Abbildung 11: Cristoph Dijoux et al. [2], angepasst

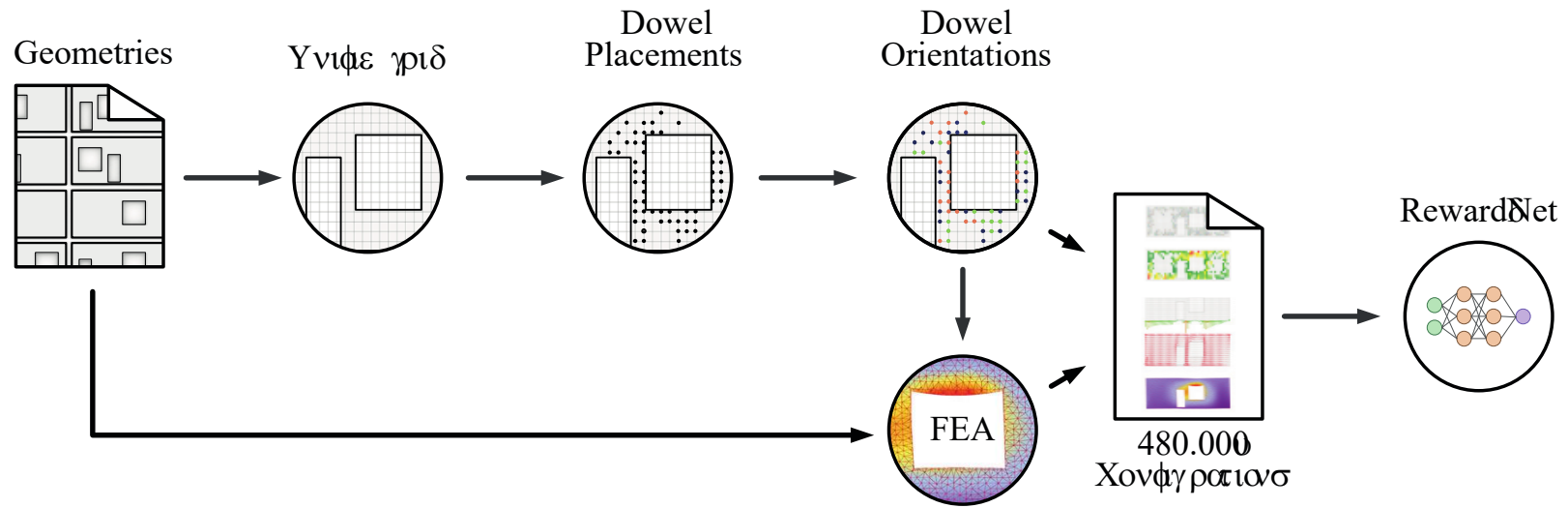


Abbildung 12: Cristoph Dijoux et al. [2]

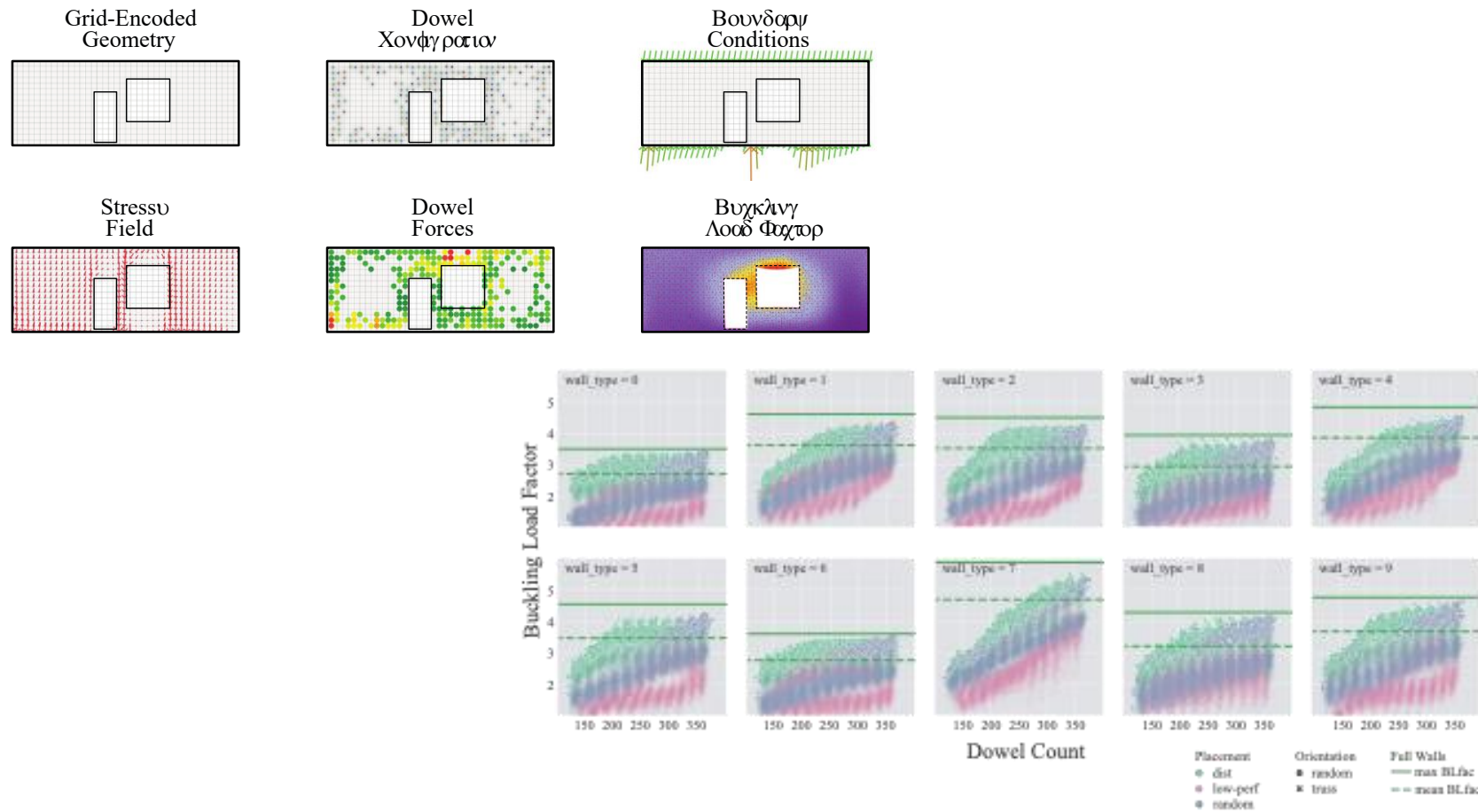


Abbildung 13: Cristoph Dijoux et al. [Paper Referenz]

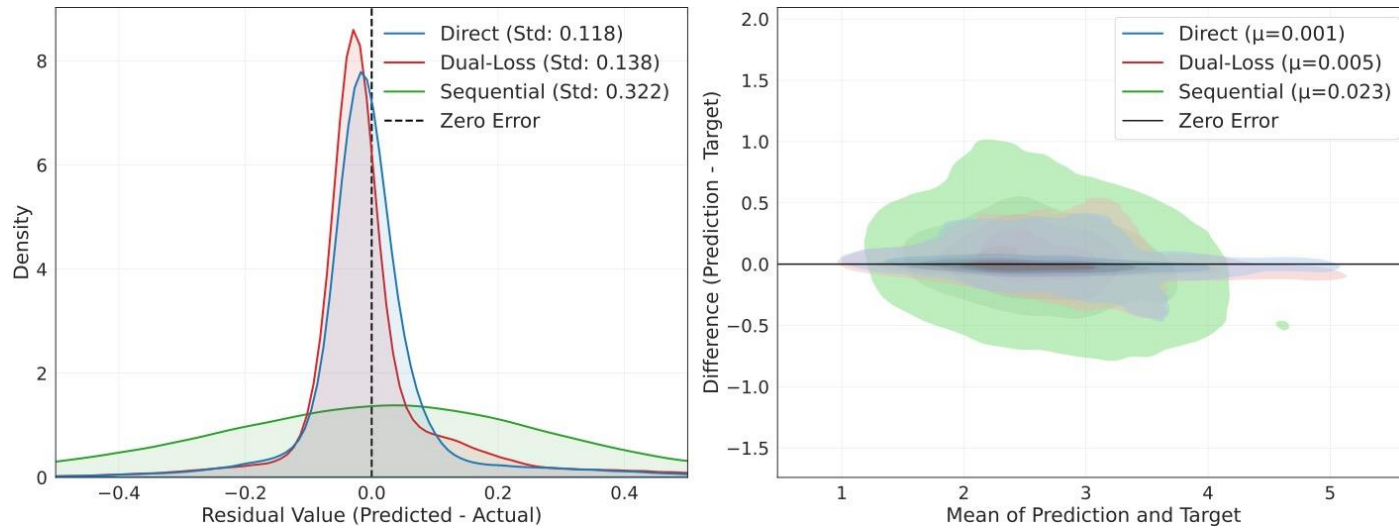


Abbildung 14: Sobisch and Ziegler et al. [1]

R^2	MAE	RMSE
0.996 ± 0.0003	0.032 ± 0.0011	0.042 ± 0.0015



RewardNet in der Lage, FE-Simulation zu ersetzen
 ~50 μ s pro Wand, 12.000x schneller als FE

➔ RewardNet ermöglicht Training des DowelAgents

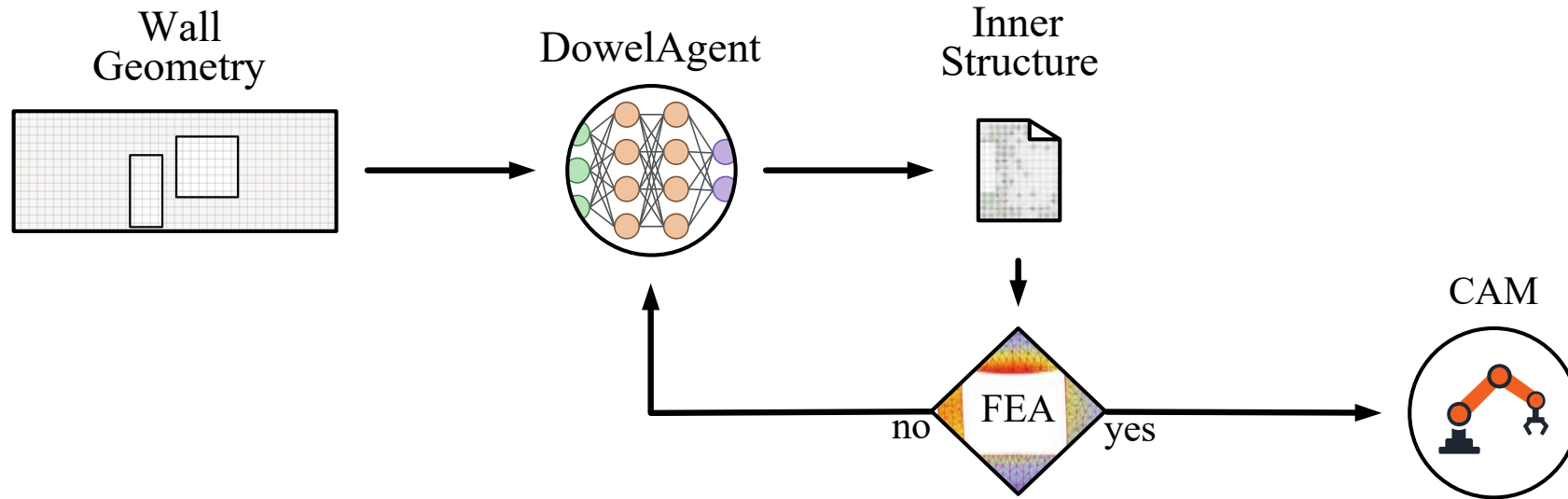
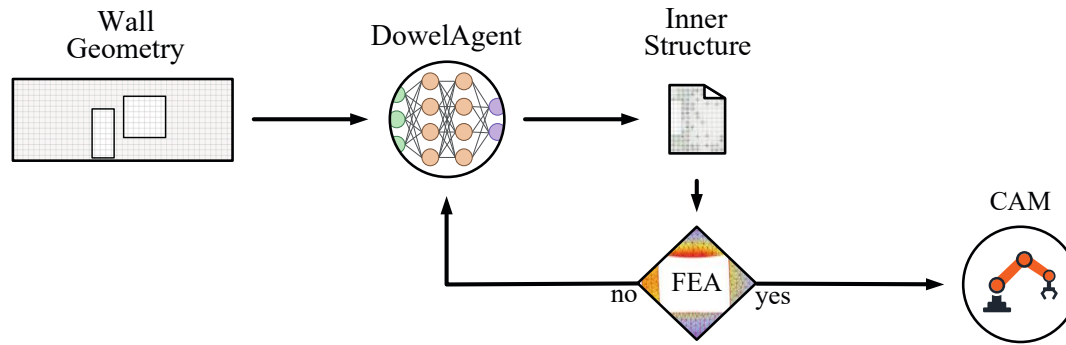


Abbildung 15: Cristoph Dijoux et al. [1]

➔ RewardNet ermöglicht Training des DowelAgents



vorläufige Ergebnisse:



- 8 % höherer Beullastfaktor
- 40 % weniger Dübel
(Vergleich zu unoptimierter Wand)

- [1] *J. Sobisch, J. Ziegler, C. Dijoux, F. Schmidt-Kleespies, A. Stahr, and M. Fuchs, “Encoder-decoder architecture based surrogate for finite element analysis to speed up the prediction of buckling load factor in Timber Frame Walls,” in MDPI Buildings, Under Review, 2026.*
- [2] *C. Dijoux, F. Schmidt-Kleespies, J. Sobisch, J. Ziegler, M. Fuchs and A. Stahr, „TimberWallDesAlign – using AI to enable efficient timber construction“ in IASS, Accepted, 2026*

Projektbeteiligte

FLEX Prof. Dr.-Ing. Alexander Stahr
M.A. Felix Schmidt-Kleespies
M.Sc. Cristoph Dijoux

LaBP Prof. Dr. Mirco Fuchs
M.Sc. Julian Ziegler
M.Sc Jannik Sobisch

Unterstützende Unternehmen

Förtsch Ingenieure Josephin Büttner
NT GmbH Mario Neugärtner
Brüninghoff Franziska Struck
Hüls Ingenieure Ansgar Hüls
HKS Sachsen Sören Glöckner
Nokera Planing Nadja Bibawi