

Zukunft Bau - KURZBERICHT

Integrierte Lebenszyklusoptimierung (ILCO)

Methoden zur systematischen Variantenexploration in frühen Phasen der Planung unter besonderer Berücksichtigung von Lebenszyklusaspekten

Anlass/ Ausgangslage

Bei der Planung lebenszyklusoptimierter Gebäudes sind verschiedene Einflussfaktoren sorgfältig aufeinander abzustimmen. Zwischen diesen Einflussfaktoren existieren jedoch zahlreiche Abhängigkeiten, die eine manuelle Vorgehensweise zur Optimierung schwierig und zeitaufwändig macht. Im Projekt wurden Methoden entwickelt, die es Planern ermöglichen, in kurzer Zeit systematisch nach Optima für lebenszyklusgerechte Gebäude zu suchen.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Lebenszyklusbetrachtungen gewinnen bei der Planung und beim Bau von Gebäuden zunehmend an Bedeutung. Die lebenszyklusbasierte Gebäudeperformance, im Folgenden kurz als Lebenszyklusperformance bezeichnet, beschreibt die Summe aller Aufwendungen für die Herstellung, Betrieb und den Rückbau bzw. Abriss eines Gebäudes in Relation zum Nutzen und Lebensdauer des Gebäudes. Um die Lebenszyklusperformance eines Gebäudes für eine bestimmte Lebensdauer zu maximieren, ist die Summe aller Aufwendungen zu minimieren und den Nutzen des Gebäudes zu maximieren. Zum Erreichen dieses Ziels ist es notwendig, Lebenszyklusbetrachtungen möglichst früh in den Planungsprozess einzubinden, denn Entscheidungen, die in den sogenannten frühen Planungsphasen getroffen werden, haben die größten Effekte auf die Qualität, Kosten, Energiebedarf und Umweltwirkung eines Gebäudes.

Bei der Planung eines Gebäudes sind verschiedene Einflussfaktoren (Geometrie, Material, technische Anlagen) sorgfältig aufeinander abzustimmen. Zwischen diesen Einflussfaktoren existieren jedoch zahlreiche Abhängigkeiten, die eine manuelle Vorgehensweise zur Optimierung schwierig und zeitaufwändig machen. Eine systematische Lösungsraumerkundung ist in realen Planungsprozessen daher oft nicht realisierbar. Mittels computerbasierter Methoden lässt sich in kurzer Zeit eine große Zahl an Planungsvarianten erzeugen und überprüfen. Bislang existieren zahlreiche Ansätze, um Gebäudeentwürfe mit Hilfe dieser Methoden hinsichtlich energetischer Kriterien zu optimieren. Dabei werden jedoch nur einzelne Einflussfaktoren betrachtet. In realen Planungsszenarien ist eine isolierte Betrachtung einzelner Faktoren nicht sinnvoll, da es oft notwendig ist, zahlreiche Einflussfaktoren möglichst gleichzeitig zu betrachten, um zu einem ganzheitlich guten Ergebnis zu gelangen. Ein automatisiertes Verfahren zur Optimierung vieler Einflussfaktoren ist jedoch nur bedingt möglich, wenn sich die Faktoren gegenseitig beeinflussen. Ziel des Projektes war es daher, Methoden zu entwickeln, die es Planern ermöglichen in kurzer Zeit systematisch nach Optima für lebenszyklusgerechte Gebäude zu suchen. Dabei stand die Problematik, dass sich verschiedene Einflussfaktoren gegenseitig beeinflussen und dadurch nicht gleichzeitig optimieren lassen, im Vordergrund. Erreicht wurde dieses Ziel durch die Koppelung von Methoden zur Optimierung einzelner Einflussfaktoren, der Einbindung einer parametrischen Le-

benszyklusanalysemethode und der Entwicklung einer Methode zur mehrstufigen Variantenbildung und -optimierung.

Hierbei lag der Fokus auf zwei Themenfeldern: erstens, der Berechnung der Lebenszyklusperformance (LCP) auf Basis der wenigen im Entwurfsstadium vorhandenen Informationen und zweitens, der Entwurfsraumerkundung bei einander bedingenden Entwurfsparametern. Für ersteres wurde eine Methode zur Abschätzung der LCP in Echtzeit auf Basis verschiedener Lebenszyklusdatenbanken und parametrischer Modelle entwickelt. Für letzteres wurde ein Framework entwickelt, welches erlaubt, die mittels parametrischer Modelle erzeugten Varianten nach verschiedenen Kriterien systematisch zu vergleichen. An verschiedenen Szenarien wurde die Funktionsfähigkeit der entwickelten Methoden überprüft. So konnte zum einen gezeigt werden, dass sich mit der parametrischen Methode zur Lebenszyklusanalyse sehr schnell valide Berechnungsergebnisse erzeugen lassen. Zum anderen konnte gezeigt werden, wie sich verschiedene Methoden zur Variantenexploration koppeln und mehrstufige Variantenräume organisieren und visualisieren lassen.

Fazit

Mit Abschluss des Projektes stehen Methoden zur Verfügung, die sowohl für Architekten als auch für Forscher von höchster Relevanz sind. So lässt sich zum einen mit den Echtzeit-Lebenszyklusanalysen und dem Framework zur Entwurfsraumexploration effizient nach guten Lösungen für Entwurfsprobleme suchen. Zum anderen stellt das entwickelte Framework ein neues Instrument zur Verfügung, um systematisch planungsrelevanten Fragestellungen nachzugehen. So sind bspw. Forschungsarbeiten denkbar, die untersuchen welche Entwurfsparameter die Performance eines Gebäudes oder einer Stadt beeinflussen und wie die Reihenfolge bei der Festlegung von Entwurfsparametern diese Performance beeinflusst. Dies könnte zu Erkenntnissen darüber führen, welche Parameter am effektivsten zur Erreichung bestimmter Entwurfsziele sind.

Eckdaten

Kurztitel: ILCO

Forscher / Projektleitung:

Prof. Dr. Dirk Donath (ab 06/2016: Vertr.-Prof. Dr. Sven Schneider)

Prof. Dr. Jürgen Ruth

Dr. Alexander Hollberg

Julia Tschetwertak M.Sc.

Dipl.-Ing. Bert Liebold

Ing.-Arch. Martin Bielik (Eigenanteil)

Ekaterina Fuchkina M.Sc. (Eigenanteil)

Gesamtkosten: 267.677,20 € (lt. Antrag)

Anteil Bundeszuschuss: 164.552,00 € (lt. Antrag)

Projektlaufzeit: 04/2015 – 11/2017 (2 Jahre + 8 Monate kostenneutrale Verlängerung)

BILDER/ ABBILDUNGEN:

5 - 7 Druckbare Bilddaten als **eigene Datei** (*.tif, *.bmp, ...) mit der Auflösung von mind. 300 dpi in der Abbildungsgröße (z.B. Breite 10 - 20cm). Bilder frei von Rechten Dritter.

Bildnachweis jeweils:

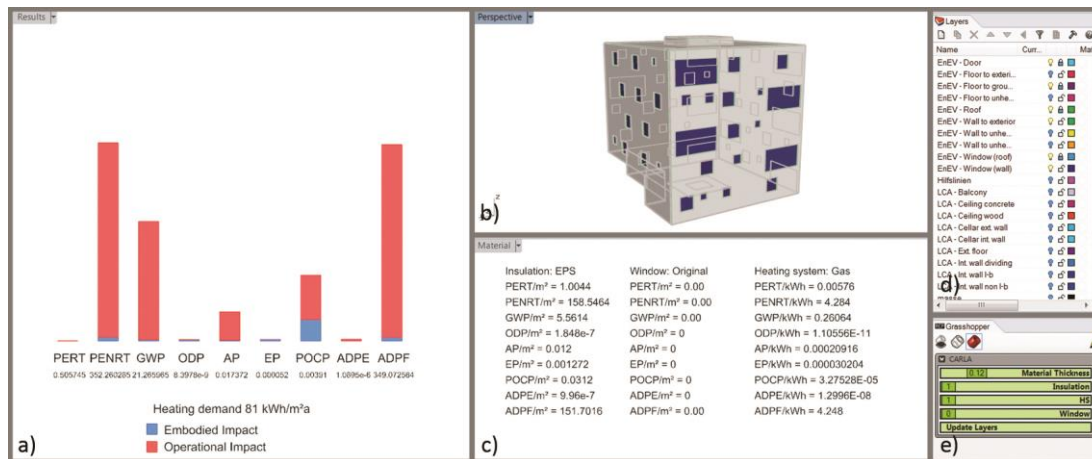


Bild 1: LCP Analyse.jpg

Bildunterschrift: Prototyp des LCP-Analysewerkzeugs mit verschiedenen Ansichtsfenstern a) Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse, b) 3D Modell, c) Materialübersicht, d) Ebenen für die Geometrieeingabe, e) Parameter zur Variantenerzeugung.

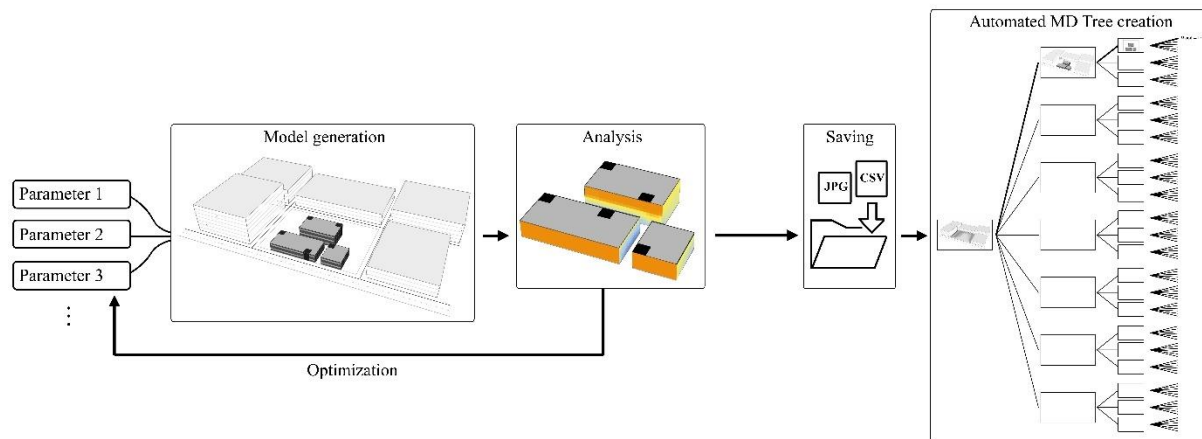


Bild 2: Entwurfsbaumerstellung.jpg

Bildunterschrift: Erstellungsvorgang eines Entwurfsbaumes.

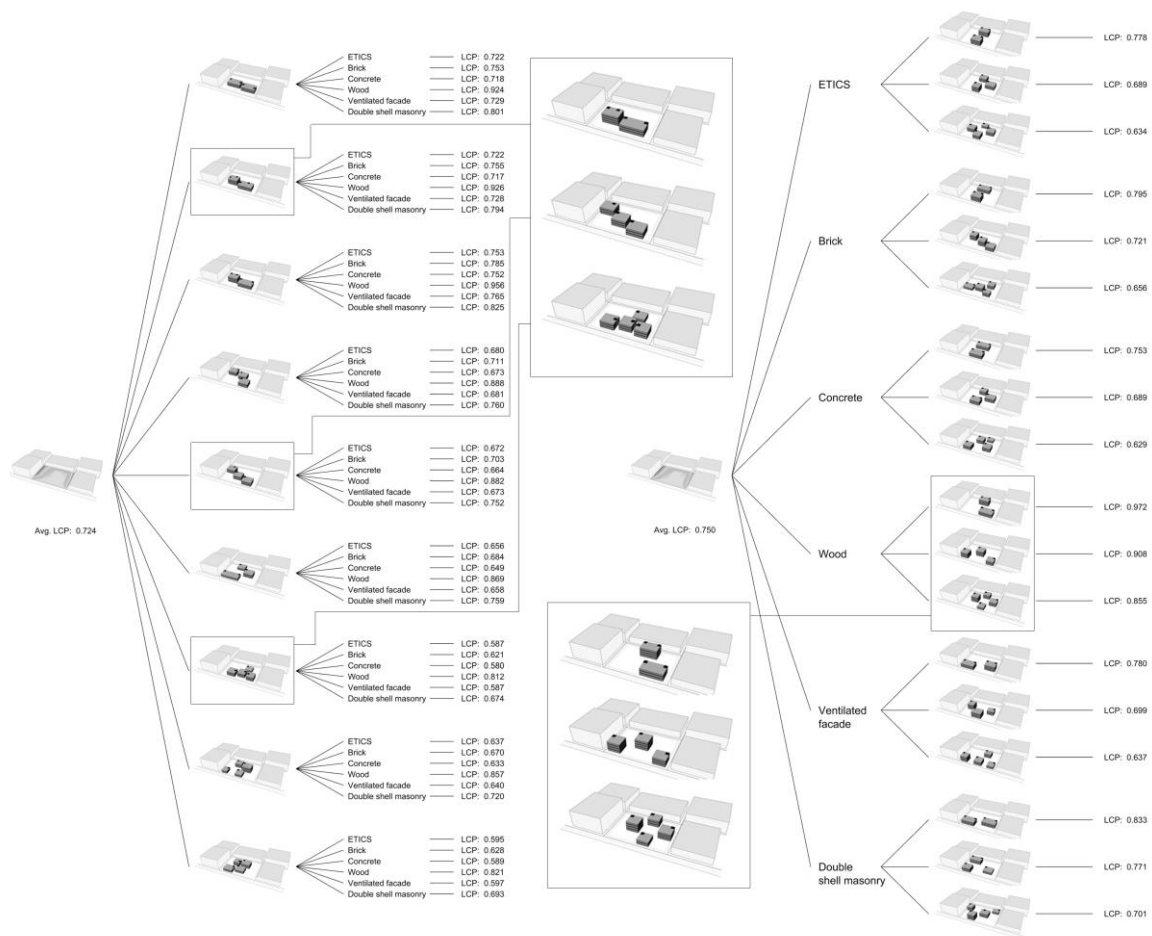


Bild 3: Entwurfsbaum Vergleich.jpg

Bildunterschrift: Vergleich von zwei „Entwurfsbäumen“.

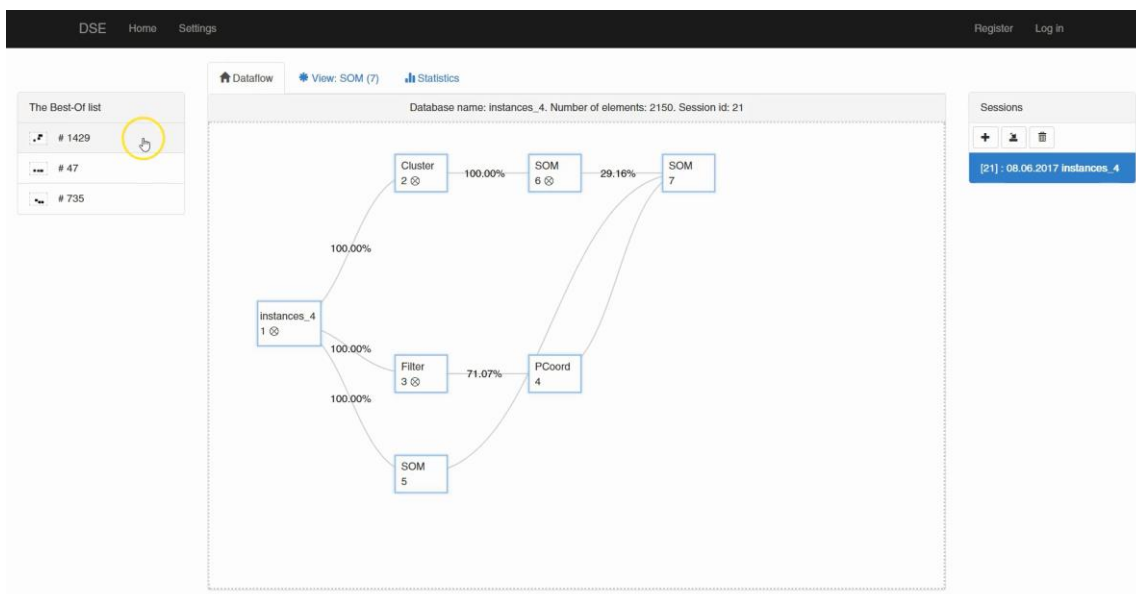


Bild 4: GUI DSEF.png

Bildunterschrift: Graphisches Interface zur Entwurfsraumexploration mittels Data-Flow-Programmierung.

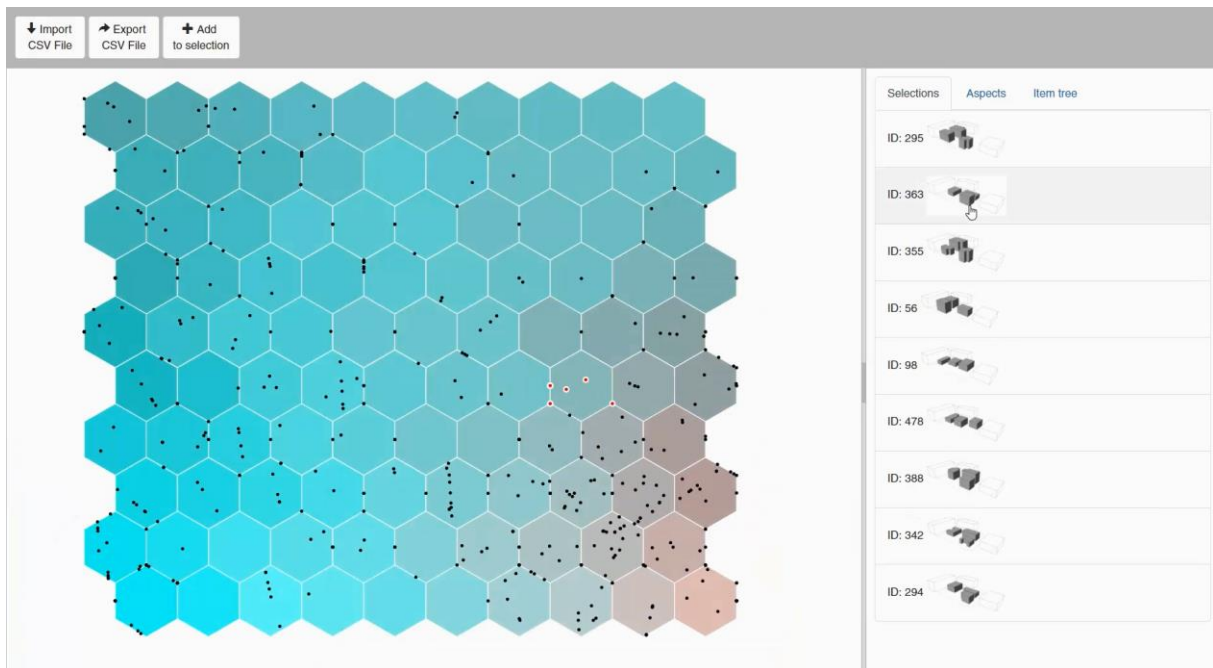


Bild 5: SOM.png

Bildunterschrift: Self Organising Map (SOM) zur Entwurfsraumexploration und Auswahl der „Best-of“.

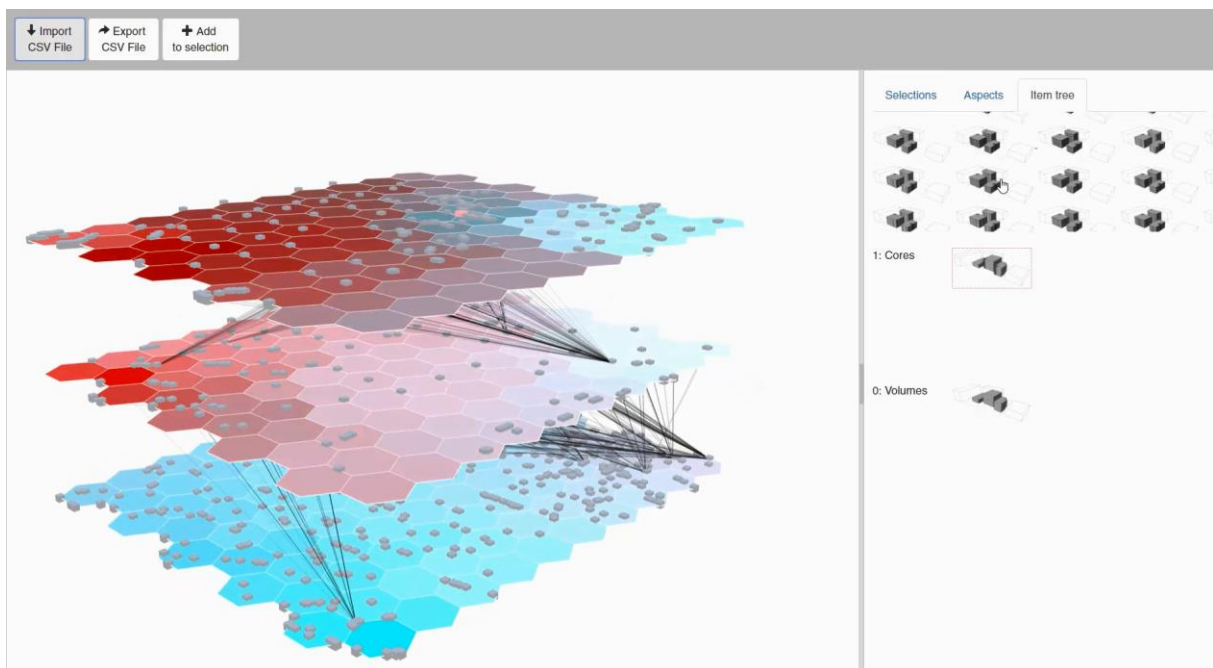


Bild 6: Multistage SOM.png

Bildunterschrift: Visualisierung von Entwurfsstufen als mehrstufige Self Organising Map.