

Iva Kovacic

# „Design of Design Process“

## Gestaltung der Lebenszyklus-orientierten Planungsprozesse



- > Modell für integrale, Lebenszyklus-orientierte Planung
- > Experiment: Simulation und Vergleich von sequenzieller und integraler Planung
- > Potenziale und Defizite, Empfehlungen für die Prozess-Gestaltung

### Abstract:

Gebäude spielen eine entscheidende Rolle für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele, nicht alleine wegen des großen Energie- und Ressourcenverbrauchs und der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen während des gesamten Lebenszyklus und insbesondere der langen Betriebsphase. Im Allgemeinen wurde die preskriptiv-normative Strategie angewendet, um die Energie- und Ressourceneffizienz der Gebäude zu steigern.

Der Fokus der Forschung lag dabei meistens auf der Entwicklung der neuen Technologien für Energieeffizienz für TGA und Gebäudehülle, gemeinsam mit der Entwicklung der Berechnungsme-

thodik. Wenig Aufmerksamkeit wurde dabei dem Umdenken des Planungsprozesses für die nachhaltigen Gebäude geschenkt – diese hochkomplexen Systeme werden nach wie vor mit traditioneller Planungsmethodik geplant, welche auf sequenzieller, einander folgender Erledigung der einzelnen Planungsaufgaben basiert. Forschung und auch Praxis zeigen die großen Potenziale der integralen Planungsmethodik auf, gerade für die Planung der nachhaltigen Gebäude, welche durch den hohen Grad der Komplexität sowie intensive Zusammenwirkung der einzelnen Disziplinen gekennzeichnet sind.

Um die integrale mit der sequenziellen

Planung zu vergleichen und die Vorteile der integralen Planungsmethodik zu identifizieren, wurde im Rahmen des Forschungsprojekts Co\_Be (Cost Benefits of Integrated Planning) ein Studenten-Experiment durchgeführt. Dabei wurden die Ergebnisse (Entwurf, Konstruktion, Energieeffizienz und Lebenszyklus-Kosten-Nutzen) im Rahmen des Studentenwettbewerbs evaluiert und Produktiv-Zeit, Team- und Prozesszufriedenheit, Stress- und Konfliktlevel gemessen. Während in der Evaluierung die Wettbewerbs-Ergebnisse der beiden Planungsmethoden wenig signifikante Unterschiede aufweisen, so zeigt die integrale Planung große Vorteile in Zeitreduktion, Zufriedenheit und niedrigerem Stresslevel.

Gestützt auf diese Ergebnisse wurde für integrale, auf Lebenszyklus-Ansatz-basierte Planung ein 3-Säulen – Modell entwickelt, basierend auf den Komponenten Menschen, Werkzeuge, Gebäude, um eine maßgeschneiderte, integraler Planungsmethodik entsprechende Prozessgestaltung zu ermöglichen.

### 1. AUSGANGSPUNKT

Mit den zunehmenden Anforderungen an die Verwirklichung der Ziele der Nachhaltigkeit in der bebauten Umwelt sowie der klassischen Zielsetzungen der Optimierung der Zeit-Kosten-Qualität wurden zusätzliche Anforderungen wie Energie- und Ressourceneffizienz, Reduktion der Emissionen und Verwirklichung der



Abb. 1: Gruppe der Ingenieure in sequenzieller Planung

sozio-kulturellen Nachhaltigkeit (Zugänglichkeit, demographischer Wandel, leistbares Wohnen, Denkmalschutz usw.) geschaffen.

Die Forschungsgemeinschaft befürwortet die integrale Planungsmethodik als Lösungsweg zur Verwirklichung der nachhaltig gebauten Umwelt sowie der lebenszyklischen Optimierung der Gebäude-Performance. Die Integrale Planung basiert auf der s.g. Concurrent Engineering (CE) Methode, entwickelt in der 1980er Jahren in den USA zwecks Reduktion der Produkt-Entwicklungszeit (Sohlenius, 1992). Neben der signifikanten Verkürzung der Entwicklungs- und Produktionszeit dank der simultanen Abwicklung der Phasen Design, Prototyping-Testen und – Produktion konnten weitere Benefits erzielt werden wie Reduktion der Entwicklungskosten und bessere Produktqualität, resultierend aus der engen Kooperation der unterschiedlichen Disziplinen vom frühesten Zeitpunkt an.

Wegen der sich steigernden Komplexität, Projektgröße und Anzahl der am Projekt beteiligten Disziplinen sowie der immer anspruchsvolleren Normen und Bauordnungen wird von den Praktikern weltweit nach einem Paradigmenwechsel gesucht, weg von der sequenziellen Planung mit Fragmentierung in hoch spezialisierten Disziplinen und Gewerke hin zum integrativen, Technologie-gestützten Prozess.

Paradigmenwechsel in der Planung und Errichtung von Gebäuden: Die Implementierung der Concurrent Engineering Methoden im Planungs- und Bauprozess erfährt jedoch trotz bewiesener Vorteile dieser Methode erst langsam den Einzug in die Baupraxis. Durch den prototypischen Charakter der Gebäude und relevanten Planungsprozesse unterscheiden sich Bauprozesse von industriellen Prozessen durch ein sehr geringes Maß der Standardisierung – jedes neues Projekt verlangt nach maßgeschneiderter Ge-

staltung der Prozess- und Projektorganisation.

In der Literatur ist eine breite Spannweite an unterschiedlichen Konzepten der integrativen Planung zu finden.

Das Umweltministerium von Neuseeland entwickelte „Integrated Whole Building Design Guidelines“ (IWBD, 2008) als Leitfaden für die Errichtung von nachhaltigen Gebäude in integraler Weise. Der Leitfaden sieht den traditionellen Planungsprozess als lineare Abfolge der unterschiedlichen Planungsleistungen mit einem Minimum an Interaktion im Planungsteam, wobei die Ausführenden, aber auch Betreiber und Nutzer nicht in die Planung einbezogen werden, was zu suboptimaler Ausführung und suboptimalem Betrieb führt sowie Wissensverlust durch das nicht vorhandene Feedback für die Planer entsteht. Die IWBD Methode ist eine holistische Methode, welche die Beteiligung aller Stakeholder des Planungsprozesses von Anfang an einbezieht, was die Chancen steigert, den Raum an Planungslösungen wesentlich zu vergrößern, wie beispielsweise die Integration der TGA in die bauliche

Struktur. Dieser Zugang ist Planungs-basiert und Lebenszyklus-orientiert.

Der innovative Aspekt der „Whole Building Design“ Methode (Prowler, 2007) im Vergleich zu CE ist die Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsziele. Die Erreichung der Nachhaltigkeit – der ökologischen, ökonomischen und sozio-kulturellen Interessen – ist nur möglich durch die Kollaboration der Stakeholder, welche die unterschiedlichen, oft im Gegensatz stehenden Aspekte durch die moderierte Kommunikation verhandeln können.

Der Leitfaden für Integrale Projektentwicklung - Integrated Project Delivery (IPD) Guide (2007) von AIA ist Management-orientiert, mit dem Hauptziel der Effizienzsteigerung von Kosten- und Zeit, die Nachhaltigkeit ist dabei gesehen als Energieeffizienz. Jedoch basiert es auf gleichen Prinzipien wie IWB – gegenseitiges Vertrauen und Respekt im Planungsteam, gemeinschaftliche Risiken und Belohnung, kollaborative Innovation und Entscheidungsbringung, frühe Einbindung der Planungsbeteiligten. Entscheidend hierbei ist der Einsatz der entsprechenden Technologie für Model-



Abb. 2: Team bestehend aus Architekt, Ingenieur, Bauherr und Betriebsexperten in integralen Planung



# design

lierung und Datenmanagement wie BIM (Building Information Modelling).

Um die gängige Planungspraxis tatsächlich zu revolutionieren, weist BIM als Technologie die größten Potenziale auf, durch den intrinsisch integrativen Charakter, jedoch setzt die erfolgreiche Implementierung eine grundsätzliche Reorganisation der Planung, klare Abstimmung der Rollen und Zuständigkeiten sowie ein hohes Maß an technischem Know-how voraus (Kiviniemi, 2008).

## 2. FORSCHUNGSPROJEKT CO\_BE: COST BENEFITS OF INTEGRATED PLANNING

Um die Vorteile der integralen gegenüber der traditionellen, sequenziellen Planungsmethodik identifizieren und evaluieren zu können, haben wir ein Rollenspiel-Experiment mit den Studierenden der Architektur und des Bauingenieurwesens durchgeführt. Die empirische Forschung geschah im Rahmen des Forschungsprojekts Co\_Be: Cost Benefits der Integralen Planung, gefördert von FFG und Klima und Energie Fond im Rahmen vom Programm Neue Energien 2020. Das Projekt wurde in interdisziplinärer

Zusammenarbeit der TU Wien mit der Praxis – ATP Sustain durchgeführt, unter Koordination des Instituts für interdisziplinäres Bauprozessmanagement mit dem Projektpartner Institut für Städtebau und Entwerfen, Abteilung für Projektentwicklung und dem Institut für Managementwissenschaften.

## 3. ROLLENSPIEL-EXPERIMENT

Das Planungs-Rollenspiel-Experiment wurde als Studentenwettbewerb mit 160 Studierenden der Studienrichtungen Architektur und Bauingenieurwesen im Rahmen der Lehrveranstaltungen Planungsprozess und Bauprozessmanagement sowie Bauprojektmanagement durchgeführt. Um die wissenschaftliche Methodik der sozial-empirischen Untersuchung zu gewährleisten, erfolgte eine enge Zusammenarbeit und Unterstützung durch das Institut für Managementwissenschaften, Fakultät für Maschinenbau der TU Wien.

Die Planungs-Teams, bestehend aus vier Planern/Teilnehmern, hatten die Aufgabe, eine (möglichst) Energie-autarke, aus erneuerbaren Materialien (Holz) errichtete temporäre Smoothie-Bar

zu planen und zu betreiben. Das Planungsteam setzte sich zusammen aus je einem Bauherrn, einem Architekten, einem Ingenieur für nachhaltige, technische Gebäudeausstattung und Tragwerk (Ingenieur für TGA/TWPL) und einem Betriebsspezialisten.

Beim Experiment nahmen Studierende der Studienrichtungen Bauingenieurwesen (4. Semester) und Architektur (eher höhere Semester) teil. Die Planung fand an einem Tag (28.3.2011) im genau festgelegten Zeitrahmen 9.30–17.00 Uhr und in Räumlichkeiten an der TU statt. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, sollten alle Teams die gleiche Ausgangsposition und denselben Informationsstand haben.

Dazu wurden folgende Regeln festgelegt: Das Verlassen der Arbeitsräume wurde nur durch vorherige Anmeldung beim Experimentator gestattet, durchgängige Anwesenheit war verpflichtend. Handy oder Internet durften nicht benutzt werden. Jede Rolle erhielt das für die Aufgabenstellung notwendige Informationsmaterial (Baumarktkataloge, Dimensionierungs-Tabellen, Geräteliste, PV- und Solarkollektoren-Katalog). Baumaterial und Ausstattung sollten

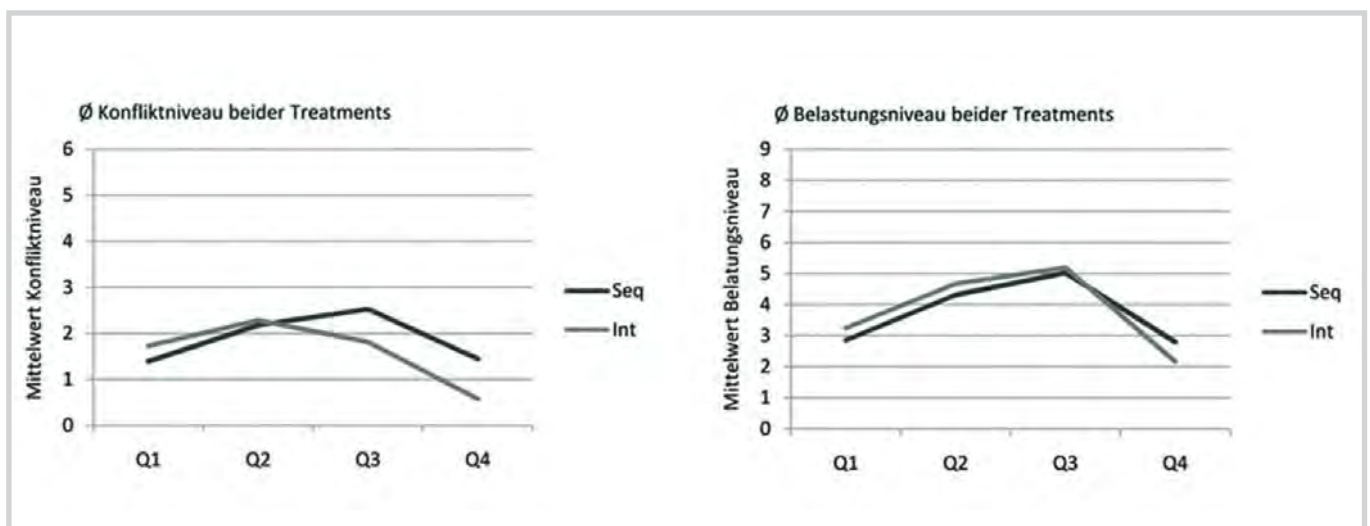


Abb. 3: Konflikt und Belastungsniveaus

# process

ausschließlich aus den beigelegten Baumarkt- und Ikea-Katalogen gewählt werden. Die Abgabe erfolgte ausschließlich auf den vorgelegten A3-Formblättern. Die Studierenden erfuhren von ihren Rollen sowie jeweiligen Aufgaben erst am Tag des Experiments beim rollenspezifischen Briefing-Vortrag, unmittelbar vor Arbeitsbeginn.

## Ablauf des Experiments:

Die Studierenden wurden in zwei Gruppen für unterschiedliche Treatments geteilt – die integralen Planer (IP) und die sequenziellen Planer (SP). Die integralen Planer wurden in eigene Räume als Teams eingeteilt. Die sequenziellen Planer wurden rollenbezogen in getrennten Räumen zusammengefasst – z.B. wurden alle Architekten in einem Raum zusammengesetzt.

Der Bauherr „beauftragt“ andere Planer, indem er ihnen seine Wünsche (lt. Aufgabenstellung) genau mitteilt und vom Team die Planungsleistungen einholt bzw. sich beraten lässt. Der Bauherr ist der einzige, der die Bauaufgabe kennt und Vorstellungen über den Betrieb, Entwurf und die Konstruktion der Bar hat. Die integralen Planungsteams sitzen von Anfang an an einem Tisch zu-

sammen und lösen die Aufgabe gemeinsam. Bei der sequenziellen Planung ist der genaue zeitliche Ablauf vorgegeben:

Zu allererst beauftragt der Bauherr den Architekten mit dem Vorentwurf für die Smoothie-Bar. Erst nachdem er mit dem Vorentwurf einverstanden ist, darf der Ingenieur für TGA/TWPL beauftragt werden. Nachdem der Ingenieur das TGA- und Tragwerkskonzept und die Berechnungen erstellt hat, müssen beide – der Bauherr und Architekt – die Freigabe erteilen. Erst nachdem Vorentwurf, Tragwerk und TGA-Konzepte freigegeben wurden, wird der Betriebsspezialisten kontaktiert, um das Betriebskonzept zu überprüfen.

Ab diesem Punkt bleibt die Kommunikation den Planern überlassen, jedoch gilt die Regel, dass sich maximal zwei Planer zusammen in einem Raum aufhalten dürfen.

## Bauherren-Aufgaben:

- > „Beauftragung“/Briefing der Teammitglieder
- > die Ausstattung auswählen (Geräte, Möbel, Beleuchtung), die **Baukosten** (lt. A3-Formblatt) errechnen (in Zu-

- sammenarbeit mit dem Architekten)
- > eine **Werbestrategie** ausarbeiten und diese vom Betriebsspezialisten prüfen lassen

## Der Architekt erstellt:

- > das Raumkonzept und den Entwurf für die temporäre Smoothie-Bar
- > das Konzept für Aufbau und Transport der Bar
- > Massenermittlung für Baukostenberechnung

## Der Ingenieur für TGA/TWPL erstellt:

- > ein Tragwerkskonzept mit der Primärkonstruktion in Holz und der Sekundärkonstruktion in beliebigem Material (überwiegend Holz)
- > den Nachweis für Stütze und Träger
- > ein nachhaltiges technisches Gebäude-Ausstattungs-Konzept, welches ein möglichst hohes Maß an Einsatz erneuerbarer Energien für die Energie- und Warmwasserversorgung ergibt
- > die Berechnung der Solaren Erträge

## Der Betriebsspezialist erstellt:

- > Berechnung des Energieverbrauchs
- > Überprüfung des Betriebskonzepts

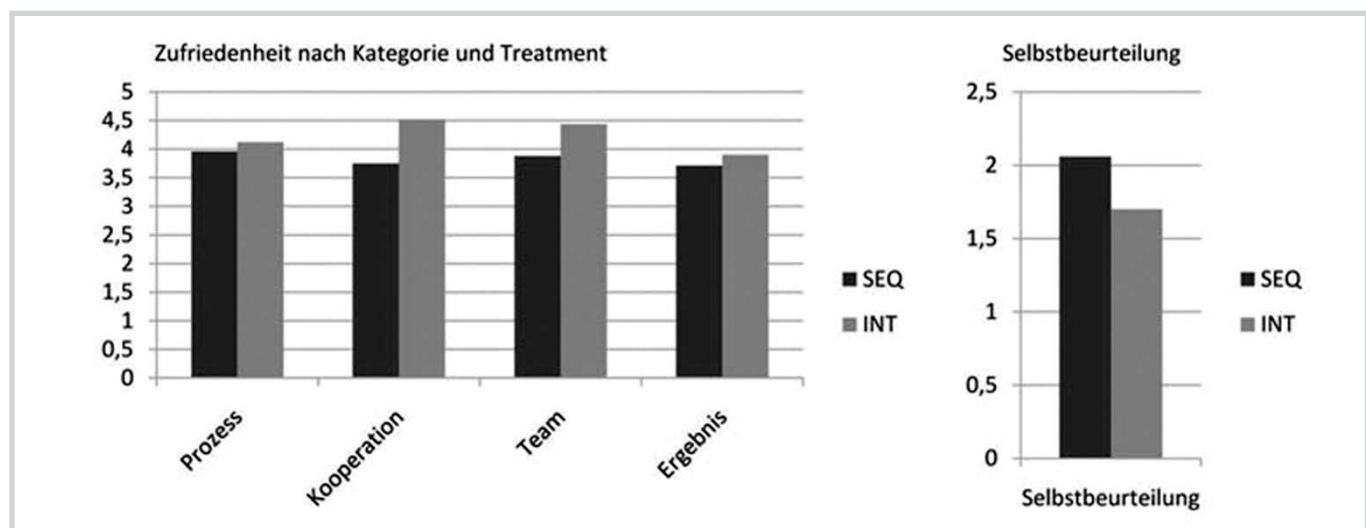


Abb. 4: Zufriedenheit und Selbstbeurteilung



# design

und Beratung bei der Betriebs-Optimierung

- > Erstellung einer Betriebssimulation

Die Bewertung der Jury erfolgte nach festgelegten Kriterien: Entwurf und Corporate Identity, Einsatz der erneuerbaren Energien, Konstruktion und Realisierbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Gesamteindruck. Der Gesamteindruck war unabhängig von den einzelnen Kriterien zu bewerten, also nicht Mittelwert oder Summe der einzelnen Kriterien. Dadurch wurde ermöglicht, die Jury-Gewichtung der einzelnen Kriterien zu evaluieren.

> Abb. 1 & 2

## 4. EVALUIERUNG UND ERGEBNISSE

In der Auswertung der Wettbewerbsergebnisse wurde festgestellt, dass ein Einfluss des Treatments auf den Wettbewerbserfolg statistisch nicht nachweisbar ist.

Bei dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit liegt die Signifikanz knapp an der Grenze zu Gunsten der SP, jedoch im minimalen Bereich.

Die Datenerhebung umfasste:

- > Demographische Daten, welche durch die Prequestionnaires erhoben wurden
- > Produktivität (nach Rolle und Gesamtproduktivität), wurde durch die Stundenlisten dokumentiert
- > Belastung und Konfliktniveaus, wurden durch Selbstaufzeichnungen dokumentiert
- > Prozess-, Kooperations-, Ergebnis-, Team-Zufriedenheit, wurden durch Postquestionnaires erfasst

Die Auswertung erfolgte im Rahmen der Diplomarbeit von C. Brauner und B. Kallinger: „Vergleich von integralen und sequenziellen Planungsmethoden“, (2011). Rollenbezogene Auswertung der Produktiv-Arbeitszeiten (Arbeitszeit für die Abgaben-relevanten Tätigkeiten) zeigte folgende Ergebnisse auf:

- > Architekten: IP hatten mehr Arbeitszeit für Darstellung/Entwurf gegenüber SP (+0:52)
- > Ingenieure: Der Arbeitszeit-Unterschied zwischen IP und SP fällt in diesem Fall weniger signifikant aus, jedoch fällt die Erstellung des Energiekonzepts eindeutig zu Gunsten der IP (+0:30h)
- > Bauherr: IP-Bauherren nutzen die für Besprechungen eingesparte Zeit für

Baukostenermittlung (+1:38h) und Marketingstrategie (+0:42h)

- > Betriebsexperte weist die größte Treatment-Signifikanz auf – in der IP sind die Betriebsexperten Mitplaner, in der SP sind sie Umplaner – von sieben Arbeitsstunden wurden nur zwei für die Kerntätigkeiten verwendet

> Abb. 3

Die Konflikt- und Belastungsniveaus fallen bei IP wesentlich niedriger aus, das Konflikt-Niveau ist bei IP wesentlich ausgeglichener.

Beide Treatments zeigen sehr hohe Fehlerquoten auf, sogar 100% bei den Baukosten und 50% beim Energieverbrauch, der Mittelwert jedoch ist beim IP durchschnittlich höher, was das Group-Think-Phänomen als Ursache haben könnte.

> Abb. 4

Zusammenfassend ermöglicht die IP mehr Zeit für die Kerntätigkeiten wie Entwerfen, Zeichnen, Konzipieren, trotzdem aber wurden die gleichen Ergebnisse beim Wettbewerb erzielt, was darauf hinweist, dass Prozess- und Teamgestaltung des integralen Teams mehr Aufmerksamkeit abverlangen. IP waren eine knappe halbe Stunde früher fertig, die Planer hatten eine signifikant niedriger empfundene Belastung und ein geringeres Konfliktniveau (insbesondere in der letzten Phasen) und wiesen eine höhere Zufriedenheit auf.

IP performt besser in den Kategorien Zeit und Zufriedenheit – im nächsten Schritt sollen die Schlüssel-Kriterien für Planungsqualitätssteigerung identifiziert werden.

## 5. SCHLUSSFOLGERUNG

Die Tendenz zur steigenden Komplexität des Planungsprozesses verlangt nach einer Transition vom fragmentierten

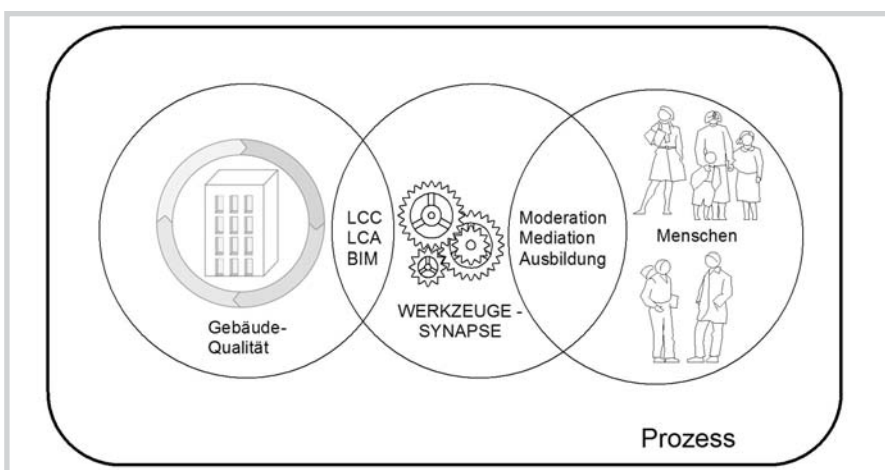


Abb. 5: Menschen-Werkzeuge-Gebäude Modell

# process

zum integralen Zugang in der Planungspraxis, insbesondere bei der Planung für Energie- und Ressourcen-effizienten Gebäude.

Diese Transformation verlangt einerseits die Änderung in der Wahrnehmung von Gebäuden selbst, weg von statischen Objekten hin zu sich lebenszyklisch verändernden Systemen (Brand, 1994). Auf der anderen Seite brauchen die Planungsprozessbeteiligten, welche nicht nur die Planenden und Konsulenten sind, sondern auch Bauherren, Nutzer und Betreiber, neue Techniken und Technologien für erfolgreiche Kommunikation, Moderation, und Organisation des Planungsprozesses sowie für die Unterstützung der gemeinsamen Entscheidungsbringung. Dabei bildet der ganzheitliche systemische Ansatz die Grundlage für eine lebenszyklisch orientierte Planung, wo das Gebäude mehr als die Summe der Einzelteile verstanden wird.

> Abb. 5

Um die Methodik für integrale Planung und Abwicklung entwickeln zu können, wird ein Drei-Säulen-Modell vorgeschlagen. Die zwei Komponenten Menschen und Gebäudequalität werden mit der Schnittstelle Werkzeuge für integrale Planung verbunden, welche die Synapse zwischen den beiden Komponenten bildet.

Unter Menschen werden alle am Planungsprozess Beteiligten verstanden, also Planer, Bauherren, Betreiber, Nutzer, Nachbarn, Behörden, unter Gebäude wird die modernistische Definition der Form-Funktion-Konstruktion verstanden, und Qualität wird mit den Zielen der Nachhaltigkeit definiert: ökonomische (lebenszyklischer Kosten-Nutzen), ökologische (Ressourcen- und Energieeffizienz) und sozio-kulturelle Ziele. Als Werkzeuge können die quantitativen Methoden und Werkzeuge für Unterstützung der integralen Planung genannt werden, hier vor allem BIM als gemeinsame Da-

tenbasis (Succar, 2009); LCA und LCC Methoden (König et al, 2009); ICT – gestützte Plattformen für Kommunikation und Datenaustausch; als qualitative Werkzeuge dienen die Methoden zur Gestaltung der Kommunikation und Moderation, Workshops und Charettes. Diese Werkzeuge dienen als entscheidungsunterstützende Instrumente, tragen zur Integration des Prozesses bei und bilden ein „neurales Netz“, welche das Expertenwissen der einzelnen Beteiligten zu einer ganzheitlichen Wissensbasis verbinden.

Die Experiment-Auswertung hat die Zeiteffizienz der integralen Planungsmethodik bestätigt und aufgezeigt, dass die Teilnehmer des integralen Treatments insgesamt höhere Zufriedenheit mit dem Prozess, der Team-Funktionsfähigkeit und Kooperation aufwiesen.

Die weitere Untersuchung gilt der Steigerung der Planungsqualität – der Identifizierung der Schlüsselkriterien, welche zur Optimierung der Gebäude-Qualität beitragen. Wir glauben, dass diese stark mit der Team-Performance zusammenhängen, welche wiederum mit Persönlichkeitsmerkmalen der Teammitglieder zusammenhängen, wie beispielsweise der Offenheit dem kollaborativen Prozess gegenüber, beziehungsweise dem introvertierten oder extrovertierten Persönlichkeitstyp.

Deshalb gilt es je nach Bauaufgabe, Planungsziele und Planungsteam-Beschaffenheit die maßgeschneiderten Planungsprozesse zu gestalten, welche die unterschiedlichen Grade der Integration und somit auch die Räume für Rückzug und ungestörte Erledigung der Aufgaben erlauben.

## QUELLEN / LITERATUR:

- AIA (2007) Integrated Project Delivery: A Guide, American Institute of Architects California Council
- Brand, S. (1994), How Buildings Learn, USA: Penguin Books, USA
- Brauner C. und Kallinger B. (2011) „Vergleich von integralen und sequenziellen Planungsmethoden“, Masterthesis, TU Wien
- Gauzin-Müller D. (2002), Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau, Birkhäuser, Basel-Berlin Boston, pp. 99
- IWHBD (2008). Integrated Whole Building Design Guidelines. New Zealand Government, Ministry for the Environment, [www.mfe.govt.nz](http://www.mfe.govt.nz)
- Kviniemi, A. et al. (2008), “Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM”, Erabuild, [http://www.eracobuild.eu/fileadmin/documents/Erabuild\\_BIM\\_Report\\_January\\_2008\\_-\\_Executive\\_Summary.pdf](http://www.eracobuild.eu/fileadmin/documents/Erabuild_BIM_Report_January_2008_-_Executive_Summary.pdf), last accessed May 2012
- König H., Kohler N., Kreißig J., Lützkendorf T., (2009), Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, Detail Green Books, München
- Prowler, D. (2008), “Whole Building Design”, National Institute of Building Sciences, Washington
- Sohlenius G. (1992) Concurrent Engineering. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 41 (2), 645–655
- Succar, B. (2009): Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, Automation in Construction, Vol. 18 pp. 357–375