



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

CO₂ MINIMIERTES BAUWERK

SYSTEMISCHE BETRACHTUNG VON KLIMAGERECHTEN BAUTEN

Jahresbericht 2008

Autor und Koautoren	Prof. Dr. Peter Schwehr; Yvonne Kaiser
beauftragte Institution	Hochschule Luzern Technik & Architektur Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur
Adresse	Technikumstrasse 21, 6048 Horw
Telefon, E-mail, Internetadresse	041 349 44 48; peter.schwehr@hslu.ch; www.cctp.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	102376
BFE-Projektleiter	Charles Filleux
Dauer des Projekts (von – bis)	01.09.2007 - 31.05.2009
Datum	14.11.2008

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Projektes ist das Erstellen eines ganzheitlichen und disziplinübergreifenden Grundlagenpapiers zur Thematik klimagerechter Bauwerke und das Formulieren einer Definition, die der Komplexität von klimagerechten, d.h. treibhausgasminimierten Bauwerken gerecht wird. Das Papier dient zur Vermittlung zwischen den einzelnen Hauptakteuren (Planende, Bestellende) und zur Identifizierung von Forschungsthemen um das Themenfeld klimagerechter Bauwerke. Es soll zur Vernetzung zwischen den einzelnen Institutionen und Forschungsstätten beitragen. Durch systemische Untersuchungen werden die Konsequenzen für eine klimagerechte Bauweise aufgezeigt und für die Vermittlung visualisiert.

Projektziele

Die Gründe, warum klimagerechtes Bauen umgesetzt oder eben nicht umgesetzt werden wird, scheinen bekannt zu sein. Was fehlt ist eine Gesamtsicht. Durch die Analyse des Systems "klimagerechtes Bauen" wird versucht, mittels analytischem - in Ergänzung zum intuitiven Vorgehen, Grundlagen für einen disziplinübergreifenden Diskurs über die Problematik der klimagerechten Bauweise zu initiieren. Aspekte der Klimaeffizienz sollen im erweiterten Kontext des Bauens benannt, Systemlücken und Wirkungszusammenhänge des ganzheitlichen Systems aufgezeigt werden.

Neben einer Dokumentation des aktuellen State-of-the-art dient das im Projekt entwickelte Grundlagenpapier dazu, eine Definition zu formulieren, welche der Komplexität des klimagerechten Bauwerks gerecht wird.

Mit Hilfe systemischer Untersuchungen werden die Konsequenzen für eine klimagerechte Bauweise aufgezeigt.

Das Grundlagenpapier soll schliesslich zur Identifizierung von Forschungsthemen im Bereich des klimagerechten Bauens und zur Vernetzung der in diesem Bereich tätigen Akteure beitragen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Methode

Um die oben genannten Ziele zu erreichen, wurde auf die Methodik der „Systemik“ [2,3,4] zurückgegriffen. Diese Methode ist in der Wirtschaft weit verbreitet und dient der Erfassung von komplexen Systemzusammenhängen, wie auch der Entwicklung von Lösungsstrategien. Als klar definierte Methodik bietet sie eine standardisierte Bewertung und Darstellung, zeigt Systemlücken auf und ist in ihrer Vorgehensweise nachvollziehbar und damit auch überprüfbar.

Die im vorliegenden Projekt angewandte Methode der Systemik geht von mehreren Arbeitsschritten (siehe Fig. 1) aus. Nachdem aus Arbeitsthesen (I) zuerst die relevanten Komponenten (II Teilgebiete) des Systems provisorisch definiert wurden, werden diese vorgegebenen Lebensbereichen (Aufgabenfunktionen) zugeordnet, um Lücken im System zu finden. Anschliessend werden die Komponenten im Wirkungsgefüge (III) auf ihre wechselseitigen Beziehungen (Intensität und Einflussrichtung) untersucht. Die resultierenden Werte werden in der Wirkungsmatrix (IV) zusammengefasst und geben im Wirkungsnetz (V, VI und VII) Auskunft über die Systemcharakteristik (Komplexitätsgrad, Wirkungszusammenhänge, Lernfähigkeit, Transformation des Systems etc.)

In interdisziplinären Workshops mit Forschenden und Planenden wurde der State-of-the-art zusammengetragen und visionäre Arbeitshypothesen aufgestellt. Beides diente als Grundlage zur Findung der provisorischen Systemkomponenten. Die Erarbeitung des Systems erfolgte im engeren Projektteam. Die Resultate werden mit der Begleitgruppe und ausgewählten Experten diskutiert, um entsprechende Vertiefungen und Forschungsschwerpunkte zu eruieren.

Aus allen Arbeitsschritten erfolgen Rückschlüsse und Korrekturen zur ursprünglichen Definition der Systemkomponenten (Neudefinition). Am Ende können mit dem dargestellten System vorhandene Probleme visualisiert sowie Zusammenhänge aufgezeigt und diskutiert werden.

In interdisziplinären Workshops mit Forschenden und Planenden wurde der State-of-the-art zusammengetragen und visionäre Arbeitshypothesen aufgestellt. Beides diente als Grundlage zur Findung der provisorischen Systemkomponenten. Die Erarbeitung des Systems erfolgte im engeren Projektteam. Die Resultate werden mit der Begleitgruppe und ausgewählten Experten diskutiert, um entsprechende Vertiefungen und Forschungsschwerpunkte zu eruieren.

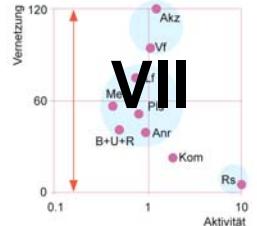
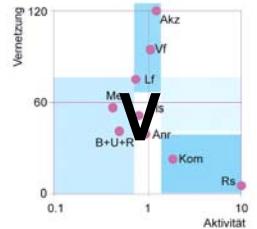
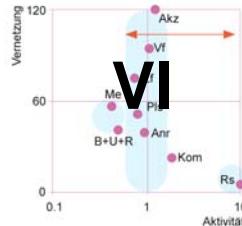
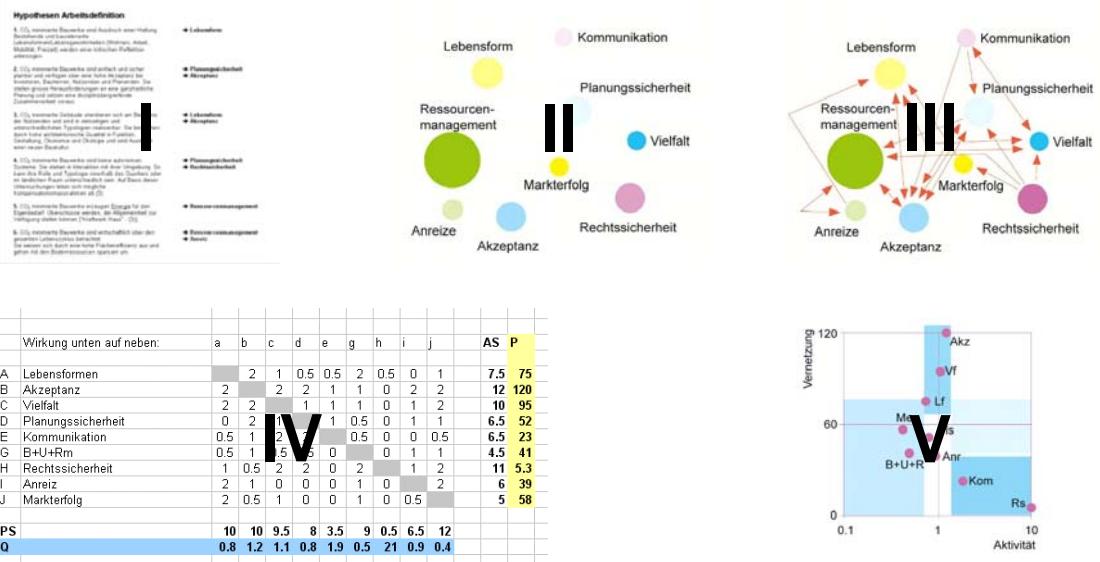


Fig. 1: Systemische Arbeitsphasen mit Ergebnissen

Resultate

Das System

Beim System des klimagerechten Bauens handelt es sich tatsächlich um ein komplexes System, bei dem die jeweiligen Komponenten untereinander netzartig, d.h. in gegenseitiger Abhängigkeit und Beeinflussung verbunden sind. Daraus folgt, dass es keine linear-kausalen Lösungen gibt, sondern dass es sich grundsätzlich um ein sich ständig veränderndes System handelt, welches an geeigneter Stelle über einen Prozess von Impulsetellungen beeinflusst werden kann. Für eine erfolgreiche Veränderung muss das Zusammenwirken aller Systemkomponenten, d.h. die grundsätzlichen Stärken und Schwächen des Systems berücksichtigt und die tatsächliche Wirkung überwacht werden.

Komponenten

Aus einer Sammlung von Arbeitshypothesen wurden vierzehn Komponenten, d.h. provisorische Themenbereiche des Systems gebildet, welche während des Arbeitsprozesses eine Modifizierung wie auch Neudefinierung und -zuordnung erfuhren. Die so entstandenen neun Hauptkomponenten umfassen: Lebensformen, Akzeptanz und Vielfalt klimaeffizienter Massnahmen, Planungssicherheit, Rechtssicherheit, Kommunikation, Betrieb-Unterhalt-Ressourcenmanagement, Anreiz und Markterfolg. Jede Komponente wird neu über zusätzlich klärende Begriffe, aber auch über Fragestellungen des Wirkungsgefüges und zugeordneten Arbeitshypothesen definiert.

Systemlücken

Im Sinne einer ganzheitlichen Systemanalyse wird das Ist-System auf Vollständigkeit überprüft, d.h. alle relevant erscheinenden Aspekte werden berücksichtigt. Die Systemik offeriert hier einen Systemcheck der Komponenten auf so genannte Lebensbereiche. Diese umfassen:

Hauptaufgabe	Was wird warum getan?
Akteure	Wer tut es wie?
Raum/Zeit	Wo wird es wann getan?
Befindlichkeit	Wie und warum wird es so empfunden?
Haushalt und Struktur	Was wird wie verarbeitet? Wie wird das System zusammengehalten? (wurde im vorliegenden Projekt ersetzt durch Planung und Umsetzung)
Rahmenbedingungen	Welche externen Faktoren sind zu beachten?

Der Systemcheck, bei welchem alle Komponenten jeweils einem der Lebensbereiche zugeordnet werden, ergab eine Lücke in den Bereichen Raum / Zeit und Rahmenbedingungen.

Das Resultat überrascht nicht, denn obwohl Ziele zur Eindämmung der Klimaerwärmung in Abklärung sind, existiert kein konkreter verbindlicher Fahrplan, der die Konsequenzen für den Baubestand aufzeigt und den Takt für den Transformationsprozess des Gebäudeparks vorgibt. Es sei ein Vergleich mit der Fussball EM 2008 erlaubt: Hier ist klar, wann und wo die nächste Veranstaltung stattfindet und deshalb lassen sich auch Rahmenbedingungen (Auswahlspiele, Stadionbau, Werbeaufträge, Ticketverkauf etc.) definieren. Diese Klarheit herrscht beim klimagerechten Bauen nicht.

Systemcharakteristik - Das Wirkungsnetz

Die Beziehungswerte des Wirkungsgefüges werden in eine Wirkungsmatrix übertragen. Jede Komponente erhält so einen Wert für ihre Vernetzung P (Produkt von aktiven und passiven Beziehungen) und einen Aktivitätsgrad Q (Quotient aktiver zu passiver Beziehungen), welche sich im xy-Diagramm des Wirkungsnetzes darstellen lassen.

Anhand der Systemik können nun Grundaussagen über das System gemacht werden, einerseits anhand der Lage einzelner Komponenten, andererseits auch anhand der grundsätzlichen Verteilung aller Komponenten innerhalb des Koordinatensystems.

Bei der Lage der Komponenten innerhalb des Wirkungsnetzes werden von der Systemik fünf Grundfelder definiert mit entsprechenden Eigenschaften (siehe Fig. 2). So steht die rechte Hälfte für Komponenten, die sich als Impulsgeber / Motoren zur Veränderung des Systems eignen, wobei im oberen Quadranten schnelle und im unteren Quadranten langsame Wirkungen erzielt werden. Die linke Hälfte enthält die eher passiven Komponenten, welche zwar gut von aussen wahrgenommen werden, sich aber aufgrund ihrer Passivität nicht zum Verändern des Systems sondern als Monitorindikatoren für stattgefundene Veränderungen eignen.

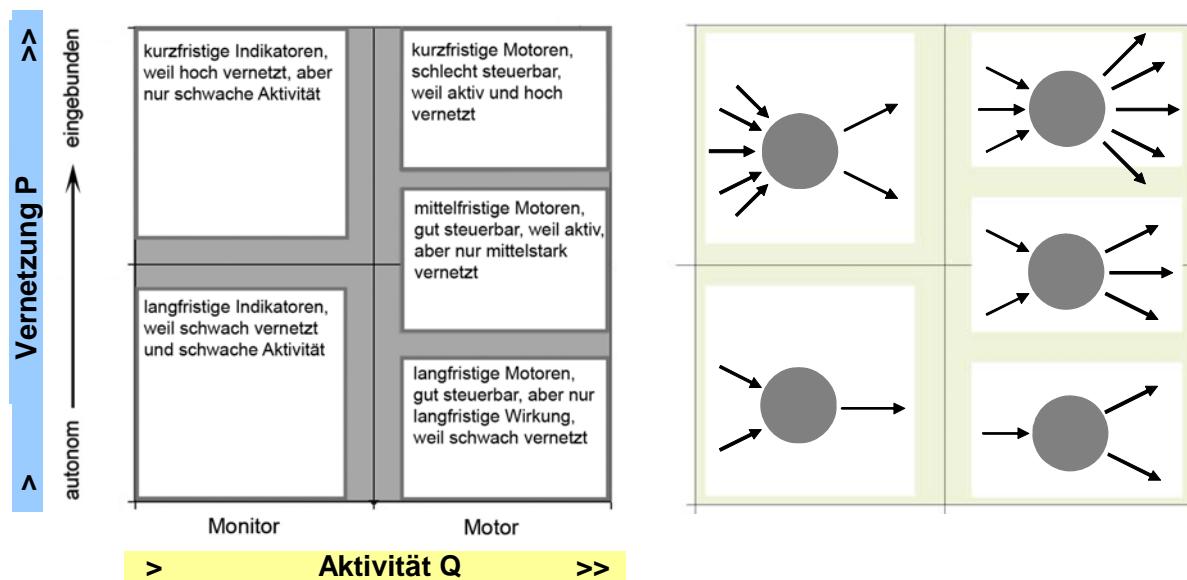


Fig. 2: Wirkungsnetz mit Definition der Lagefelder

Systemcharakteristik - Lage der Komponenten im Wirkungsnetz

Das System des klimagerechten Bauens (siehe Fig. 3) zeigt, dass keine hoch vernetzten kritischen Größen vorliegen, da sich alle Komponenten mit hoher Vernetzung fast auf der Neutrallinie (auf der x-Achse mit 1 bezeichnet) befinden. Das Setzen von Impulsen bei diesen Komponenten (Akzeptanz und Vielfalt klimaeffizienter Massnahmen) wird deshalb zwar keine enorm beschleunigende Wirkung zeigen (zu wenig Aktivität), trotzdem handelt es sich um ernst zu nehmende Katalysatoren, welche vor allem beim Initiieren neuer Strategien dafür sorgen können, dass das jeweilige Projekt den nötigen Schwung erhält.

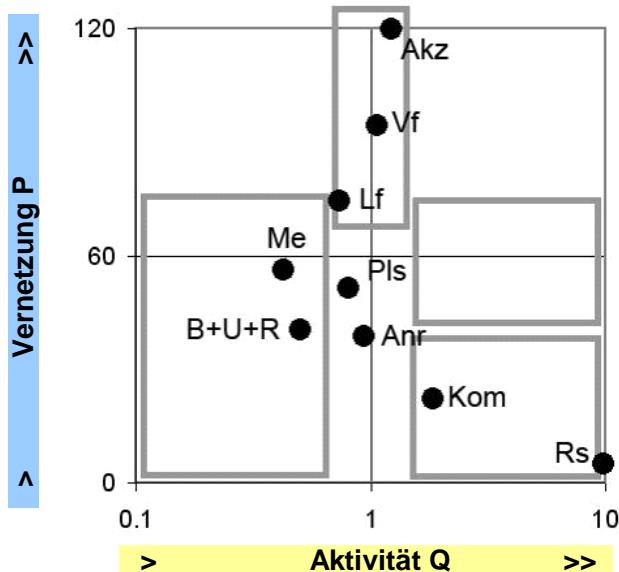


Fig. 3: Lage der Komponenten im Wirkungsnetz (Anreiz; Akzeptanz; Betrieb + Unterhalt, Ressourcenmanagement; Kommunikation; Lebensform; Markterfolg; Planungssicherheit; Rechtssicherheit; Vielfalt)

Im rechten mittleren Feld befinden sich keine Komponenten. Die hier Platzierten sind aktive, mittelstark vernetzte Komponenten. Das Fehlen von Systemkomponenten in diesem Bereich bedeutet, dass es nach der ersten erwähnten Impulsetzung keine mittelfristigen effektiven Aktivitätsfelder gibt.

Als längerfristige Aktivitätsfelder muss der rechte untere Bereich, beim vorliegenden System die Komponenten Rechtssicherheit (Gesetze, Normen, Richtlinien, Empfehlungen) und Kommunikation berücksichtigt werden. Lassen sich hier konstruktive Lösungen verankern, werden sie sich zwar hervorragend im System niederschlagen, doch wird sich dieser Prozess nur sehr langsam vollziehen.

Alle Komponenten mit einer Aktivität zwischen 0 und 1 eignen sich als Erfolgsindikatoren, nicht aber als Motoren für die Veränderung des Systems, da sie zu wenig Einfluss auf das System ausüben. Der Markterfolg klimagerechten Bauens (Neubau und Sanierung) gibt mittelfristig über die erreichten Veränderungen Auskunft, während Betrieb, Unterhalt und Ressourcenmanagement demgegenüber längerfristige Indikatoren darstellen.

Systemcharakteristik - Verteilung der Komponenten im Wirkungsnetz

An der Verteilung aller Komponenten im Wirkungsnetz lassen sich ebenfalls Aussagen zum Grundverhalten des Gesamtsystems machen.

Ein grosser Unterschied in der Vernetzungsintensität (siehe Fig. 4 vertikale Ausdehnung) aller Komponenten ist beispielsweise ein Grundindiz für ein sehr dynamisches System. Komponenten mit hoher Vernetzung treten dabei im positiven Sinne als dominante Pulsgeber, im negativen Sinne als unberechenbare Diktatoren auf, während schwach vernetzte Komponenten entweder stabilisierend wirken können oder aber in der Bedeutungslosigkeit versinken.

Das System des klimagerechten Bauens weist eine dynamische Vernetzung mit teilweise kritischem Verhalten auf, das zu beachten gilt. Dies überrascht nicht, denn gerade die öffentliche Akzeptanz unterliegt einer hohen Eigendynamik, welche nicht nur vom offenen Angebot an Möglichkeiten, positiven

Erfahrungen im Betrieb und Unterhalt oder der Rechtssicherheit geprägt wird, sondern auch von schwer kalkulierbaren Ausseneinflüssen wie dem Ölpreis oder Klimakatastrophen etc.

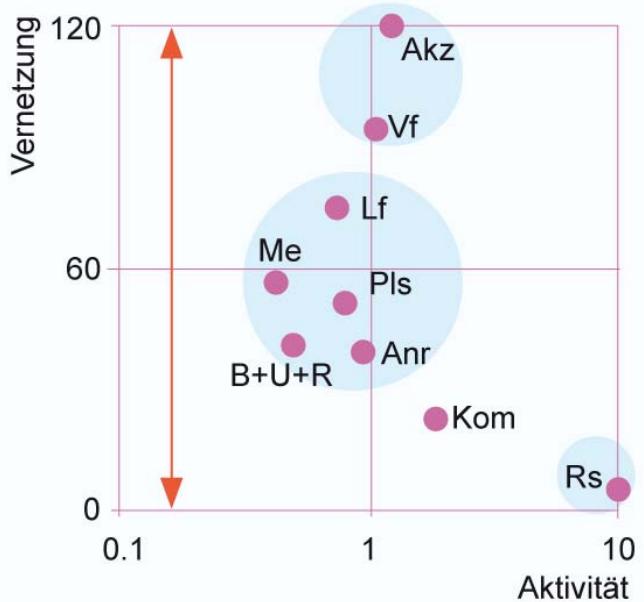


Fig. 4: Vernetzungsintensität

Die horizontale Verteilung (siehe Fig. 5) der Komponenten gibt Auskunft über den Transformationsgrad des Systems. Weist das System Komponenten mit grossen Unterschieden im Aktivitätsgrad auf, lässt es sich gut über Impulssetzungen bei den aktiven Komponenten beeinflussen (hohe Leistung). Das Lern-, resp. Eigenentwicklungspotential ist dann aber gering. Liegen die Komponenten demgegenüber nahe der Neutrallinie 1, besitzt das System kaum Motoren oder Indikatoren. Solche Systeme sind im positiven Sinne stabil, im negativen jedoch veränderungsträge bis hin zu veränderungsresistent (nicht lernfähig).

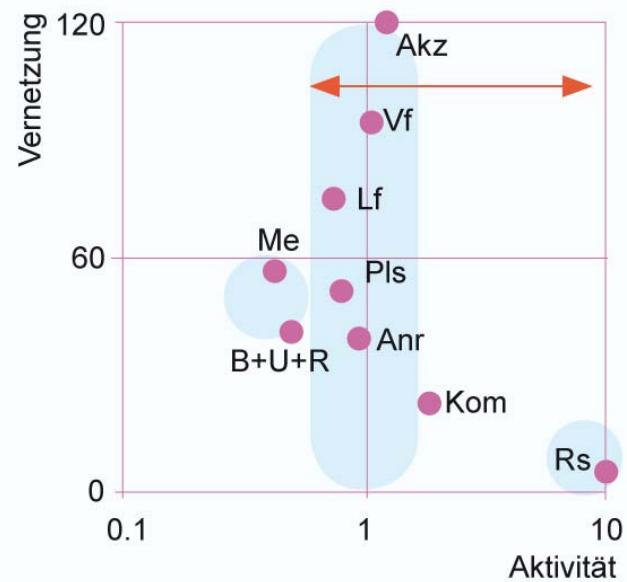


Fig. 5: Transformationsgrad

Das System des klimagerechten Bauens weist grundsätzlich eine eher geringe Aktivität auf. Mehr als die Hälfte der Komponenten liegt in der neutralen Aktivitätszone und stabilisiert das System. Als prägnante Ausnahme ist die Rechtssicherheit auf der aktiven rechten Seite angesiedelt. In Kombination mit ihrem tiefen Vernetzungscharakter stellt sie einen guten Ansatzpunkt für eine längerfristige Einflussnahme dar, welche dem System Eigenlernprozesse ermöglicht. Wichtig ist es jedoch, die Auswirkungen der Massnahmen aber im Auge zu behalten, denn ein hoher Aktivitätsgrad mit geringer Vernetzung führt oft auch zu einem sehr mechanischen Verhalten des Systems ohne Lernverhalten, das am eigentlichen Ziel vorbeischiesst. Als Beispiel seien hier die Gesetze und Normen zur Reduktion

des Energieverbrauchs bei Gebäuden angeführt. Dadurch wird in der Realität zwar die gewünschte Wirkung pro Quadratmeter Nutzfläche erzielt, aber nicht wie erwartet auch der landesweite Gesamtenergieverbrauch im Gebäudesektor gesenkt, da z.B. der gleichzeitig wachsende Flächenverbrauch pro Bewohner die Einsparungen ‚auffressen‘.

Nationale Zusammenarbeit

Das Projekt wird im Nationalen Kompetenznetzwerk für Gebäudetechnik und Erneuerbare Energien brenet unter der Leitung der HLSU T+A / CCTP abgewickelt. Daraus resultiert ein intensiver Austausch mit anderen Forschungsinstitutionen. Zusätzlich werden in zeitlichen Abständen die Ergebnisse mit Experten an Workshops diskutiert.

Internationale Zusammenarbeit

Das Projekt wird national erarbeitet.

Bewertung 2008 und Ausblick 2010

Bewertung 2008

Arbeiten mit dem System

Problemstellungen der Arbeitshypothesen untersuchen

Das System bietet die Möglichkeit, anhand der konkreten Problemstellungen aus den ursprünglichen Arbeitshypothesen die Systemzusammenhänge aufzuzeigen. Fasst man beispielsweise alle Systemkomponenten mit Nutzerorientierung zusammen und stellt ihnen die relevanten Investor-Komponenten gegenüber (siehe Fig. 6), ergibt sich als einzige gemeinsame Deckungsmenge die Komponente Betrieb-Unterhalt-Ressourcenmanagement. Diese Komponente ist aber nur ein Indikator für eine erfolgreiche Umsetzung. Daraus folgt, dass Investoren nur dann ihre Liegenschaften erfolgreich vermarkten, wenn sie sie mit den Komponenten Akzeptanz, Vielfalt und Lebensformen koppeln und hier vorhandene Nutzerwünsche ansprechen, respektive erfüllen.

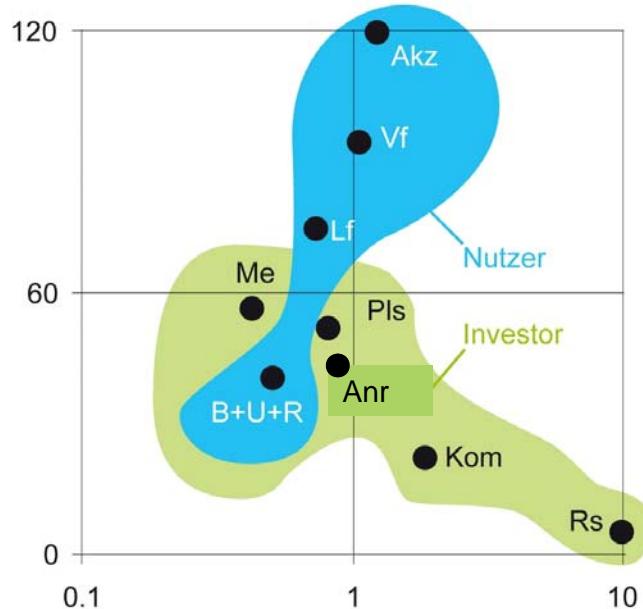


Fig. 6: Nutzer- und Investor-orientierte Komponentengruppen

Auch die Forderung von Prof. P. Steiger [4], dass die Betreiber einer Liegenschaft teilweise an den Betriebs- und Unterhaltskosten beteiligt werden müssten, um einen Anreiz für eine Effizienzsteigerung seitens der Bauverantwortlichen zu schaffen, lässt sich in diesem Kontext nachvollziehen.

Konzepte des klimagerechten Bauens vergleichen

Auch bestehende klimaeffiziente Konzepte lassen sich nun vergleichen. So zielen beispielsweise das Konzept von MINERGIE auf eine Verbesserung im Bereich Betrieb-Unterhalt-Ressourcenmanagement. Durch den definierten und geschützten Standard bedient es sich der Impulssetzung über die Rechtssicherheit, beeinflusst aber gleichzeitig z.B. auch die Akzeptanz über den positiven Anreiz von vergünstigten Baukrediten. Selbst die Tatsache, dass die Komponenten Vielfalt und Lebensformen kaum tangiert werden, kann als Einfluss bewertet werden. Die hier vorhandenen Ängste können entkräftet werden, solange der Standard für jede Bauaufgabe und Architektur möglich ist.

Das 2000-Watt-Konzept nimmt demgegenüber klar Bezug auf die Lebensform und setzt verschiedenes Verhalten in Relation zur klassischen Betrachtung des Betriebsenergieeinsatzes bei Gebäuden (Betrieb-Unterhalt-Ressourcenmanagement). Durch die Rückwirkung auf die Akzeptanz, kann diese zwar kurzfristig erhöht werden, aber aufgrund der mangelnden Verankerung in Normen und Standards eignet sich dieses Konzept allein kaum zu einer Veränderung des Systems.

Schlüsse aus dem Systemverhalten

Setzt man bei den aktiven Komponenten Impulse, verändert sich das System oder es kann zu einer Verschiebung der Komponenten innerhalb des Systems kommen. Damit stellt sich die Frage nach einer ‚gewünschten‘ Lage.

Beispielsweise stellt die tiefe Vernetzung der Komponente Rechtssicherheit ein ernstes Problem dar, weil Impulse hier nur langfristig wirken. Damit laufen sie Gefahr, in der Bedeutungslosigkeit zu versinken, weil sie gar nicht oder nicht rechzeitig wirken. So erzielen reine Empfehlungen, wie z.B. die Reduktion der Materialvielfalt beim Bauen für ein verbessertes Ressourcenmanagement, zum Teil nur geringfügige Auswirkungen auf die allgemeine Baupraxis. Diese Problematik ist aus der Systemdarstellung erkennbar (Lage der Komponente Rechtssicherheit).

Man kann diesem Grundverhalten auf verschiedene Weise entgegentreten. Einerseits, indem man z.B. die Akzeptanz erhöht, resp. Hemmnisse solcher Massnahmen abbaut (Kopplung mit relevanten Komponenten). Eine andere Methode ist, die Empfehlungen zeitlich und rechtlich zu verankern, d.h. die zeitliche Wirkung der Rechtssicherheit von langfristig auf mittelfristig zu erhöhen.

Während bei Neubauten der ‚Zwang zum Bauen‘ als Katalysator für das System wirkt, bei dem die Auswahl an Möglichkeiten und die genormte Verankerung der Baustandards über die Akzeptanz und damit die Lösung entscheiden, existiert beim Baubestand kein Anreiz (Rechtssicherheit) heute und nicht erst in zehn oder zwanzig Jahren eine umfassende Sanierung vorzunehmen. Wie würde sich also beispielsweise der Ressourcenverbrauch ändern, wenn man nur für die nächsten fünf Jahre eine erhöhte Ausnutzungsziffer für bestehende Bauten zulässt, sofern sie auf den MINERGIE-Standard saniert werden?

Längerfristig ist wohl die Eigenlernfähigkeit (siehe Fig. 7) des Systems der beste Garant gegen eine Übersteuerung. Das MINERGIE-Konzept ist ein klassisches Beispiel für die Lernfähigkeit des klimagerechten Bausystems. Mit den Erweiterungen des Standards auf MINERGIE-P und -Eco wurde auf Erfahrungen und Kritiken bei den realisierten Lösungen reagiert. Gleichzeitig wird eine grösere Vielfalt klimaeffizienter Massnahmen angeboten und damit bei der Auswahlmöglichkeit ein zusätzlicher Impuls gesetzt.

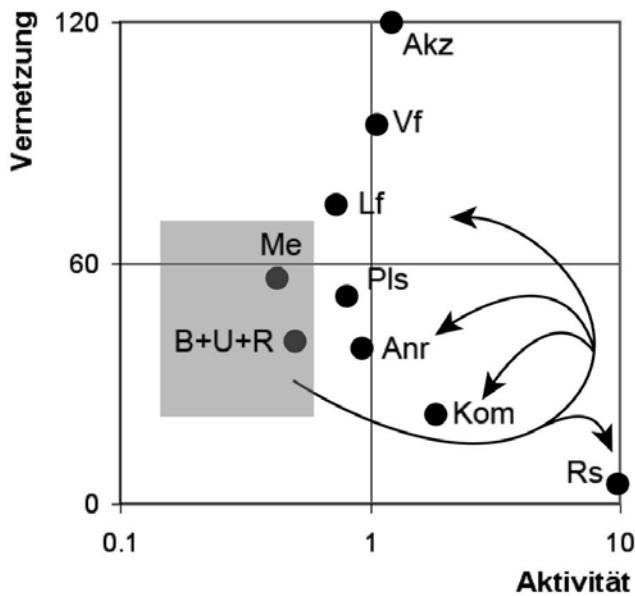


Fig. 7: Prozess der Lernfähigkeit innerhalb des Systems

Systemmotoren

Gomez und Probst [5] erweitern das klassische Systemik-Modell durch ein Modell der Akteure und Motoren. Kernpunkt der Aussage ist, dass jeder Akteur grundsätzlich durch bestimmte Motivationen angetrieben wird. Die geforderten Impulse müssen sich dieser bereits vorhandenen Motoren bedienen können, wollen sie das System erfolgreich verändern. Die Summe der an einer System-Komponente beteiligten Akteure und ihrer Motoren stellt somit eine weitere Grundlage für deren Charakteristik dar. Daraus ergibt sich die Forderung, dass für eine Senkung des CO₂-Verbrauchs im Gebäudebereich vermehrt win-win Situationen für die beteiligten Akteure geschaffen werden müssen. Aus dem System ergibt sich deshalb, dass die Hauptmotoren Bau-/ Umbaukosten und Bauqualität intensiver genutzt werden müssen.

Ausblick 2009

Bis zum Ende des Projektes sollen noch die drei folgenden Schwerpunktfelder untersucht werden:

Die verschiedenen vorhandenen Konzepte des klimagerechten Bauens sollen anhand des Systems detailliert untersucht und bewertet werden.

Die Komponente Betrieb-Unterhalt-Ressourcenmanagement wird ebenfalls mit der Systemik-Methode vertieft untersucht, so dass sich auch verschiedene Gebäude, resp. Massnahmen vergleichen lassen (Typologie).

Der bereits erarbeitete Katalog von Akteuren und ihren Motoren wird im erweiterten Team diskutiert, ergänzt und bewertet.

Der vollständige Forschungsbericht wird nach Projektende auf der Website www.hslu.ch/cctp und dem BFE publiziert.

Referenzen

- [1] Plattform Zukunft Bau, 2007
- [2] Vester, F.: Die Kunst vernetzt zu denken – Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität, DVA Stuttgart, 2000, ISBN 3-421-05308-1
- [3] Ninck A., Bürki, L. et al: Systemik – Vernetztes Denken in komplexen Situationen, Orell Füssli Verlag, Zürich, 1997
- [4] Prof. Steiger P.: Die 2000-Watt-Gesellschaft und die Sanierung des Gebäudebestandes, Artikel erschienen in Schweizer Energie Fachbuch 2008, Künzler-Bachmann Medien AG

- [5] Gomez P. und Probst G.: Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösens – Vernetzt denken und Unternehmerisch handeln, Persönlich überzeugen, Haupt, Bern-Stuttgart-Wien, 1999, ISBN 3-258-05575-0