# Time Scales for Sustainable Urban System Design

## - Stretching the Boundaries of Standard Practice

Towards the acquisition of the
academic degree

**Doctor - Engineering**

Approved by the Faculty of Architecture
of the University of Karlsruhe (TH)

**Dissertation**

of:
Sebastian Moffatt
Master of Science,
Faculty of Interdisciplinary Studies
University of British Columbia, Canada

Date of oral defence 23.07.07

Advisor: Professor Dr. Sc. Techn. Niklaus Kohler
External Advisor: Professor Dr. Annette Rudolph-Cleff

# CONTENTS

**Summary in German** xii

1 Introduction ..... 1

1.1 Context ..... 1

1.2 Questions ..... 3

1.3 Terms ..... 4

1.4 Methods ..... 7

1.5 Structure ..... 9

2 What is the Time Concept? ..... 11

2.1 What is Human Time? ..... 11

2.1.1 Biological time ..... 12

2.1.2 Cultural Time ..... 15

2.2 What is Scientific Time? ..... 28

2.2.1 Entropy and Syntropy ..... 29

2.2.2 Economy and Ecology ..... 34

2.3 How are Time Concepts Changing? ..... 39

2.3.1 Time Extensions ..... 40

2.3.2 Time Rings ..... 46

2.3.3 Time Cycles ..... 46

2.4 The Essentials ..... 50

3 How do Time Concepts relate to the Constructed Environment? ..... 51

3.1 How do the Clock and the Mirror relate to change? ..... 52

3.1.1 The complex relationship between time and environment ..... 52

3.1.2 The Application of Time Rings to Urban Systems ..... 57

3.1.3 Time structures for urban design ..... 63

3.2 What is the relationship between Spatial Scale and Time Scale? ..... 67

3.2.1 The Region in Time ..... 67

3.3 The Essentials ..... 81

4 What Tools and Methods Apply Time Concepts to Urban System Design? ..... 83

4.1 What tools might be adapted to Time Extensions? ..... 83

4.1.1 Narratives ..... 86
4.1.2 Foresight and Expert Judgement ..... 88
4.1.3 Design Charrettes ..... 89
4.1.4 Technology Scans and 'S' Curves ..... 91
4.1.5 Decision-Analysis ..... 94
4.1.6 Simulation Models ..... 96
4.1.7 Scenario Planning ..... 98
4.1.8 Scenario Backcasting ..... 101
4.2 What Methods can be used to assess long-term performance of systems? ..... 105
4.2.1 Lifecycle Analysis and Time Extensions ..... 105
4.2.2 Materials Flow Analysis and Time Cycles ..... 113
4.3 The Essentials ..... 120
**5 How Might Time Concepts Affect System Efficiency? ..... 123**
5.1 Where are the Synergies in Urban Systems? ..... 123
5.2 Can Ecological Design Principles Guide System Design for Urban Regions? ..... 125
5.2.1 From Industrial Engineering to Ecological Design ..... 125
5.2.2 From Ecological to Evolutionary Design ..... 133
5.2.3 Evolutionary Design and Time Cycles ..... 136
5.3 The Essentials ..... 142
**6 How Might New Time Concepts affect System Security? ..... 143**
6.1 How do Extended Time Scales influence Security in Urban Design? ..... 144
6.1.1 The emerging concept of urban security ..... 144
6.1.2 Global Inter-dependencies ..... 147
6.1.3 Risk Management ..... 150
6.1.4 Long-term Threats and Vulnerabilities ..... 153
6.2 A Long-term Approach to Security by Design ..... 164
6.2.1 A Culture of Preparedness ..... 165
6.2.2 Resilient Design ..... 169
6.2.3 Risk Mapping ..... 181
6.2.4 Local Intelligence ..... 183
6.3 The Essentials ..... 200

**7 How might New Time Concepts affect the Process of Design? ..... 202**

7.1 Can Design Frameworks Help to Extend Time Horizons? ..... 202

7.1.1 Urban Design Frameworks ..... 202

7.2 What futuristic processes apply to urban design? ..... 207

7.2.1 The Integrated Design Process (IDP) ..... 208

7.2.2 Collaborative Decision-Making ..... 209

**8 What methods were used to explore the Practice of Long-term Urban System Design? 217**

8.1 A Generic Design Framework ..... 217

8.2 The *CitiesPLUS* Case Study ..... 221

8.2.1 Scoping Methods ..... 227

8.2.2 Envisioning Methods ..... 230

8.2.3 Exploring Methods ..... 231

8.2.4 Implementing Level ..... 234

8.2.5 Monitoring Level ..... 235

8.2.6 Documentation and Comparative Evaluations ..... 235

**9 How do New Time Concepts Impact Conceptual Frameworks for Design? ..... 240**

9.1 How did 100–year Horizons Influence the Design Teams and the SEEIM Framework? ..... 240

9.1.1 Bi-directional Time Scales ..... 240

9.1.2 Advanced Scenario Planning ..... 245

**10 How did Time Concepts affect Team Structure, Composition and Approach? .... 250**

10.1 Categorizing the Urban Systems ..... 250

10.1.1 The Kaleidoscopic Approach ..... 250

10.2 How does the Design Team Work Together? ..... 255

10.2.1 Integrated Design and Collaborative Decision-making (IDCD) ..... 256

10.3 The 'One-System' Approach ..... 263

10.3.1 Synchronisation ..... 264

10.3.2 Localisation ..... 265

10.3.3 Synergisation ..... 266

10.4 The Systems Design Charrette ..... 272

**11 What Methods and Tools emerge to cope with new Time Concepts? ..... 276**
11.1 Why is Complexity a Challenge? ..... 276
11.1.1 Funnels in the Framework ..... 278
11.2 Methods for Long-term Envisioning ..... 281
11.2.1 End-State Goal Setting ..... 281
11.2.2 Solution Space Planning ..... 289
11.3 Methods for Exploring Long-term System Dynamics ..... 293
11.3.1 PLUS Sankey Diagrams ..... 293
11.4 Methods for Exploring Resiliency ..... 306
11.4.1 Influence Intervention Diagrams ..... 307
11.4.2 Big Urban Shock Testing ..... 310
11.5 Methods for Implementation ..... 314
11.5.1 Catalyst Intervention ..... 314
11.5.2 Sustainable Urban Metabolism Modeling ..... 320
11.6 Methods for Long-term Monitoring ..... 323
11.6.1 Urban Adaptive Management ..... 324
**12 Reflections ..... 334**
12.1 An Overview of Key Findings ..... 334
12.2 Outstanding Questions ..... 335
**13 References ..... 338**

Summary in German

# Zeitskalen für die nachhaltige Entwicklung urbaner Systeme

## - Über die Grenzen von Standardverfahren hinaus -

## Zusammenfassung


**Einleitung und Kontext**

Die vorliegende Doktorarbeit geht davon aus, dass Zeit ein kulturelles Artefakt ist und dass die deutliche Zunahme des Interesses von Experten an Nachhaltigkeit und nachhaltiger Entwicklung die Notwendigkeit widerspiegelt, kulturelle Normen zur Bewertung und Kommunikation von temporalen Eigenschaften sozialer Realität neu zu ordnen. Obwohl der Mensch die immanente Fähigkeit besitzt, Zukunft zu planen und sich vorzustellen, muss sich die Menschheit erst seit kurzem mit einer langfristigen, komplexen und äußerst unsicheren Zukunft als Teil einer fortgesetzten Gegenwart auseinandersetzen.

Entscheidungen können heutzutage erhebliche – manchmal irreversible – globale Auswirkungen über Zeithorizonte hinaus haben, die traditionell nur im Kontext ewiger Zyklen und göttlicher Daseinsformen betrachtet wurden.

Trotz des verlängernden Arms menschlicher Intervention ist offensichtlich, dass viele zeitgenössische Einflüsse die Horizonte von Entscheidungsprozessen sogar verkürzen. Man bedenke nur den Zerfall von Familien- und Gemeinschaftswerten in einer Welt, die immer urbaner und globaler wird; oder die Ablösung von Werten wie Genügsamkeit und Opferbereitschaft für himmlischen Lohn durch wirtschaftlichen Materialismus und nachfrageorientierte Ökonomie; oder die Ersetzung des Sozialvertrags und klassenbasierter Machtstrukturen vorindustrieller Zeiten durch eine Politik der Versprechen, in der Stimmen von Wechselwählern mit besonderen Interessen alle 3 bis 4 Jahre gewissermaßen ‚gekauft' werden. Es ist ein schmerzliches Paradox moderner Kultur, dass genau in der Zeit, in der die Menschheit die Zukunft am meisten beachten und wertschätzen sollte, so viele Kräfte in die entgegen gesetzte Richtung zu streben scheinen.

Besonders bedeutsam ist die Beziehung zwischen Zeitkonzepten und der gebauten Umgebung. Nachhaltige Entwicklung im 21. Jahrhundert ist in hohem Maße eine Frage dessen, wie Gesellschaften ihre gebaute Umgebung entwerfen und erhalten und wie sie die ökologische Basis erneuern, von der sie abhängig sind. Die kommenden Jahrzehnte werden Zeuge einer beispiellosen Investition in die gebaute Umgebung und besonders in die städtischen Infrastruktursysteme werden. Schätzungen zufolge sollen jährlich Billionen von Dollar investiert werden, nur um die wichtigsten Versorgungsdienste in Städten weltweit aufrecht zu erhalten. Wenn solche Investitionen ohne angemessene Beachtung der damit verbundenen Auswirkungen und unter Missachtung der langfristigen Kosten für Instandhaltung und Erneuerung getätigt werden, ist ein echter Erfolg in nachhaltiger Entwicklung nur schwer vorstellbar. Tatsächlich ist nachhaltige Entwicklung angesichts des Werts bereits existierender gebauter Ressourcen und des wachsenden Umfangs der damit verbundenen Bewegungen und Einwirkungen zum Großteil eine Übung darin, die konservative Veränderung von Gebäuden und städtischen Systemen zu lenken.

Wenn langfristiges Denken die Herausforderung und Urbanisierung die Bedrohung ist, wird letztlich jeder, der mit der Entwicklung der gebauten Umgebung zu tun hat, vom einzelnen Gebäude bis hin zu ganzen Stadtsystemen, den Begriff von Zeit überdenken müssen.

Diese Arbeit untersucht hauptsächlich drei Fragen: Erstens, inwiefern beeinflussen Zeitkonzepte die Art und Weise, in der eine Gesellschaft städtische Systeme baut? Diese Frage wird in drei Teilen untersucht: Was meinen wir, wenn wir von Zeit sprechen, und wie verändert sich dieser Zeitbegriff? Welche Beziehung besteht zwischen Zeitkonzepten und der Natur gebauter Umgebungen? Und welche analytischen Methoden können helfen, neue, nachhaltigere Konzepte von Zeit in die Entwicklung des öffentlichen Raumes zu integrieren?

Zweitens, welchen Einfluss haben erweiterte Zeithorizonte und neue Zeitkonzepte auf unser Verständnis nachhaltiger urbaner Systeme? Auch diese Frage hat drei Teile: Beeinflussen neue Zeitkonzepte unsere Fähigkeit, städtische Regionen im Sinne einer effizienten Nutzung von Ressourcen zu planen? Beeinflussen neue Zeitkonzepte unsere Fähigkeit, Risiken abzuwägen und städtische Regionen so zu sichern, dass sie zukünftige Erschütterungen und Überraschungen unbeschadet überstehen können? Wie beeinflussen neue Zeitkonzepte die Struktur von Entwicklungsteams, ihren Handlungsspielraum und den Entwicklungs- und Entscheidungsprozess?

Drittens, was geschieht in jedem einzelnen Stadium des Entwicklungsprozesses, wenn neue Zeitkonzepte eingeführt werden? Diese

Frage wird anhand angewandter Forschung von drei Seiten beleuchtet: Wie beeinflussen Zeitskalen den übergreifenden konzeptionellen Rahmen, den Entwicklungsteams für die Organisation ihrer Arbeit nutzen? Welche Veränderungen treten als Ergebnis erweiterter Zeithorizonte bei der Zusammenstellung der Akteure und bei Entwicklungs- und Entscheidungsprozessen auf? Und schließlich: Welche neuen 'Timing Tools' können Stadtentwicklern helfen, die Komplexität erweiterter Zeithorizonte und die fehlende Vertrautheit im Umgang mit neuen Zeitkonzepten zu meistern?

**Methoden**

Neben einer Literaturauswertung wurden auch Workshops, Entwurfsübungen, Modellerstellungen, vergleichende Analysen und Visualisierungen durchgeführt. Die angewandte Forschung begann mit der Definition eines allgemeinen Bezugsrahmens – dem SEEIM Framework – der für den Entwurf urbaner Systeme gedacht ist. SEEIM steht für Scoping (Grenzen abstecken), Envisioning (gedankliche Konzeptionierung), Exploring (Erforschung), Implementing (Umsetzung) und Monitoring (Überwachung). Dieses System bildete die Basis zur Strukturierung der Forschung wie auch der Dokumentation.

In einem intensiven dreitägigen interdisziplinären Workshop wurden hypothetische Entwürfe für urbane Regionen erstellt und die wichtigsten Konzepte und Prinzipien eines langfristigen integrierten Systemdesigns. Die Arbeit an einem hypothetischen Entwurf resultierte in einer empirischen Fallstudie, im Rahmen derer der Autor Expertengruppen leitete, Reports erstellte und eine Reihe von öffentlichen Veranstaltungen durchführte. Ergebnis all dieser Aktivitäten war der Entwurf für ein langfristig angelegtes urbanes System für eine bereits existente Stadtregion: der Großraum Vancouver. Die Fallstudie wurde Teil eines öffentlichen regionalen Planungsprojekts für den Großraum Vancouver, der *Sustainable Region Initiative*. Darüber hinaus floss sie in den langfristig angelegten Entwurf CitiesPLUS für Vancouver ein, der letztlich als Wettbewerbsbeitrag an der Ausschreibung *Sustainable Urban System Design* der International Gas Union teilnahm.

Die Fallstudie zum Großraum Vancouver dauerte zwei Jahre und bot die Gelegenheit, den Prozess eines langfristig angelegten Entwurfs genau zu beobachten und aus erster Hand zu dokumentieren, wie Änderungen an Zeitskalen und anderen Systemgrenzen in Kombination mit einem stärker interdisziplinär orientierten und integrierten Entwicklungsprozess die Ergebnisse in jeder Schicht des SEEIM Framework beeinflussen.

Der Umfang der Feldarbeit bot außerdem die Gelegenheit, eine Reihe neuer Konzepte und Timing Tools in der Realität zu testen. Diese Tests

wurden als Einzelexperimente in die größere Fallstudie eingebettet und boten die Möglichkeit, Methodologien zu erforschen und zu vergleichen. Die Methodik der Fallstudie selbst ist eines der Ergebnisse der Forschungen – eine einzigartige, felderprobte Vorlage zur Operationalisierung langfristiger urbaner Systementwicklung auf regionaler Ebene.

Der Umfang der Feldforschung erforderte die Mitarbeit von interdisziplinären Teams aus Forschern und Beratern, die an der angewandten Forschung für die Entwicklung urbaner Systeme teilnahmen, einschließlich Workshops und Charrettes. Insgesamt nahmen ungefähr 500 Experten, Akademiker und Regierungsbeamte an den Workshops, Symposien, Forschungsprojekten und Charrettes teil. Darüber hinaus bot die Fallstudie die Gelegenheit, mit einer Vielzahl von internationalen Teams, die an ähnlichen Projekten arbeiten, zu interagieren und ihre Ergebnisse zu Stadtregionen auf verschiedenen Kontinenten zu vergleichen. Follow-Up-Workshops und Charrettes wurden mit ähnlichen Teams von Stadtentwicklern in Indien, China, Europa und Japan durchgeführt.

**Theorie**

Gebaute Umgebung diente schon immer dazu, kulturelle Zeitkonzepte zu festigen und dadurch Richtung und Ablauf von Veränderungen zu lenken. Sie kann auch dazu dienen, Individuen im endlosen Zeitfluss Orientierung zu bieten, und der Gesellschaft gleichermaßen Uhr und Spiegel zu sein. Einige Aspekte zeitgenössischer Planung und Entwicklung neigen dazu, Bilder der Vergangenheit und der Zukunft zu verschmelzen und durcheinander zu werfen. Die Architekturstile moderner Städte stammen beispielsweise oft aus unterschiedlichen Epochen und Regionen. Planungshorizonte und Erneuerungsraten weisen so gut wie keine Ähnlichkeiten mit der tatsächlichen Lebenszeit von Stadtsystemen auf.

Langlebige Elemente sind nicht im Hinblick auf zukünftige ungewisse Bedingungen ausgelegt, unter denen sie funktionieren müssen. Design-Berufe scheinen wenig darauf vorbereitet zu sein, sich den unausweichlichen Veränderungsprozessen wie Witterung, Angleichung und Erneuerung zu widmen.

Teil einer Lösung könnte ein Ansatz sein, der die Mitwirkung und Zielsetzung durch die Gemeinschaften mit einer langfristig angelegten, integrierten räumlichen und physikalischen Modellerstellung kombiniert. Die regionale Ebene scheint sich hierfür besonders gut zu eignen, wobei viel Flexibilität für die Festlegung angemessener Grenzen für eine Region erforderlich sein dürfte. Im Idealfall erlaubt ein regionaler Ansatz die Einbeziehung der längeren Zyklen der natürlichen Umgebung, von der kleine und große Städte abhängig sind. Die regionale Ebene bietet

außerdem die Möglichkeit, die Komplexität zu reduzieren, indem Entwickler die Perspektive nur eines Systems annehmen und sich langsam bewegende Elemente wie das lokale Infrastrukturnetz und die natürlichen Systeme mit einbeziehen, von denen städtische Zentren abhängen.

Decision Support Systems scheinen ein besonders wichtiges Mittel zu sein, um die zusätzliche Reichweite und Komplexität nachhaltiger Entwicklung urbaner Systeme auf regionaler Ebene zu bewältigen. Historische Fehlschläge mit computerbasierten Modellen und die derzeitig geringen Benutzerraten legen nahe, dass Design Tools eine besondere Herausforderung darstellen. Zurzeit scheint kein solches Werkzeug gut mit Systeminteraktion im Zeitablauf oder mit veränderten Zeitpräferenzen umgehen zu können.

Die Grundsätze ökologischer Planung liefern eine breite Palette an Leitlinien und Arbeitsbeispielen, die zeigen, wie Systeme langfristig effizient funktionieren können. Aus dieser Perspektive gesehen scheint eine Entwicklung urbaner Regionen zu urbanen Ökologien erforderlich – zu zellularen, vielschichtigen Strukturen, in denen die gesamte Infrastruktur zu einem einzigen undifferenzierten System verschmilzt, das weit verzweigt, aber in sich verknüpft, integriert und anpassungsfähig ist, geringe Auswirkungen hat, dienstleistungsorientiert, selbstorganisierend und vielseitig ist. Ein ökologischer Entwurf kann auch als Leitfaden für die Entwicklung urbaner Systeme im Zeitablauf – nämlich durch Sukzession und Adaption – dienen, um sie effizienter und resistenter zu machen.

Eine langfristige Betrachtungsweise, die auch Zyklen und Muster berücksichtigt, kann ebenfalls dabei helfen zu definieren, wie sich urbane Systeme verändern werden. Historisch gesehen sind Energiequellen und Technologien möglicherweise die bedeutendsten Faktoren, die Form, Größe, Dichte, Lage und Wohlstand von Städten beeinflussen. So gesehen scheint es wahrscheinlich, dass aktuelle Trends in der Energietechnologie über die kommenden Jahrzehnte zu einem radikalen Wandel in der Entwicklung von Stadtregionen führen werden. Große monozentrische Stadtregionen können in weit verstreute autarke Cluster-Siedlungen zerfallen, die über offene Netzwerke verbunden sind, die auf lokaler Ebene engmaschiger und komplexer sind. Diese Trends einschließlich der ‚S'-Kurven bei innovativen Technologien zu verstehen, kann für eine langfristige Funktionalität in der urbanen Systementwicklung von entscheidender Bedeutung sein.

Eine ökologische Stadtentwicklung scheint eine positive, langfristige Perspektive zur Beseitigung von Umweltschutzauflagen durch effizientere und anpassungsfähigere Entwürfe auf Systemebene zu bieten. Sie kann außerdem als wissenschaftliche Basis für eine nahtlosere Integration von Zeitfaktoren in die Architektur und Stadtplanung dienen. Besonders bei

einer langfristigen Betrachtungsweise ist es schwer, die wachsende Vielfalt und Häufigkeit von Erschütterungen zu ignorieren, die Stadtsysteme sowie die dynamische Beziehung zwischen Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit beeinflussen.

Die Planung urbaner Widerstandsfähigkeit hat ihren Ursprung vermutlich in den Verteidigungssystemen antiker Stadtstaaten. In jüngerer Zeit scheinen sicherheitspolitische Grundsätze einen ganzen Zyklus von nationaler Sicherheit, der Sicherheit des Einzelnen, über die häusliche Sicherheit  und wieder zurück zur Sicherheit von Städten durchlaufen zu haben. Im Allgemeinen scheint die Annahme begründet, dass die Anfälligkeit für alle möglichen Risiken parallel zur Urbanisierung zunimmt und die Zukunft von einer Vielzahl städtischer Desaster sowie von gesellschaftlichem Zerfall geprägt sein wird. Dies könnte ein bezeichnendes Merkmal des kommenden Jahrhunderts sein.

Durch die Globalisierung wuchs die Verflechtung städtischer Regionen stark an und die Notwendigkeit von Voraussicht und Notfallplanung erhöhte sich. Die Sicherheit einer Stadtregion ist heute wohl untrennbar mit der Nachhaltigkeit ihrer wichtigsten Handelspartner verbunden. Um überleben zu können, müssen städtische Regionen eine Vielzahl von globalen Partnerschaften knüpfen und den Rahmen ihre Notfallplanung und Finanzreserven vergrößern. Selbst ohne die handelsbedingten Abhängigkeiten stellt die Möglichkeit des Kollabierens von Megastädten in den Entwicklungsländern eine große Bedrohung für städtische Regionen in anderen Teilen der Welt dar.

Entscheidend wichtige Infrastruktursysteme werden bisher nicht gut verstanden, wobei die Reichweite dessen, was als entscheidend angesehen wird, immer größer wird. Auch die Komplexität nimmt zu und wird zu einer immer größeren Herausforderung werden, wenn städtische Regionen einem zunehmend ökologischen Entwicklungsansatz folgen.

Seit einiger Zeit wird einer Notfallplanung, die sich auf die langfristige Widerstandsfähigkeit von wichtigen Infrastrukturen konzentriert, mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Dennoch ist der Schwerpunkt in Forschung und Diskussion noch auf Reaktion und Wiederherstellung begrenzt, trotz solcher Begriffe wie ‚katastrophenresistente Gemeinschaften'.

Erweiterte Zeitskalen ermöglichen eine größere Anzahl von Entwurfslösungen, die nur selten oder nie von konventionellen Notfallplanern in Betracht gezogen werden. Genauer gesagt wird es möglich, Risiken in der Landschaft einer Region abzubilden und Wege zu erforschen, die die Anfälligkeit von langlebigen Elementen des städtischen Systems reduzieren: Gebäude, öffentliche Wege und institutionelle Strukturen. Möglicherweise wird auch eine Kultur des ‚vorbereitet Seins' entstehen, die sich von Individuen, Familien und privaten Unternehmen

bis zu öffentlichen Institutionen und der Gemeinschaft als Ganzem erstreckt. Städtische Regionen werden ‚lernfähige Systeme' wie beispielsweise anpassungsfähiges Management benötigen, Systeme also, die auf Überraschungen und Fehlschläge eingerichtet sind. Solche Systeme sind flexibel, haben keine Strukturen, kein festes Zentrum, und enthalten übergreifende Netzwerke und Feedbackschleifen für aktives Lernen und Flexibilität. Zukünftig kann die Fähigkeit zu lernen und flexibel zu planen eine ‚Quelle der Erneuerung' sein, die eine erfolgreiche Anpassung von Systemen an Erschütterungen und Überraschungen ermöglicht.

Den Faktor der Unsicherheit in Szenarien von Lebenszyklen einzubinden, kann eine bedeutende Herausforderung darstellen, insbesondere im Zusammenhang mit der großen Unsicherheit längerfristiger Zeithorizonte. Möglicherweise kann die Langlebigkeit von Systementwürfen mit einfachen, vernünftigen Entwurfsprinzipien in Beziehung gesetzt werden. So können beispielsweise weniger Abhängigkeiten innerhalb eines Systems seine Anfälligkeit verringern. Generische Entwürfe mit flexiblen Merkmalen können die Anpassungsfähigkeit steigern. Und typische Überlebensmerkmale aus der Geschichte können das Überleben von Systemen auch in der Zukunft sichern helfen. Die ökologische Theorie besagt, dass Überlebensfähigkeit auch mit Entwicklungskonzepten wie Modularität, Redundanz und Selbstorganisation in Verbindung stehen könnte.

Zu den treibenden Kräften, die Stadtregionen im Lauf des nächsten Jahrhunderts vermutlich verändern werden, zählen Naturkatastrophen, der Klimawandel, demographische Aspekte, verschiedene Weltbilder, die Globalisierung, technologische Veränderungen und die Verfügbarkeit von Ressourcen. Eine oberflächliche Betrachtung dieser Kräfte im Hinblick auf städtische Regionen legt nahe, dass die Geschwindigkeit, mit der Veränderungen auftreten, zunehmen wird, wodurch die Vielfältigkeit und Häufigkeit von Bedrohungen, Erschütterungen und Katastrophen zunehmen wird. Die meisten dieser entscheidenden Triebkräfte liegen zum Großteil außerhalb des Einflussbereiches lokaler Entscheidungsträger. Dennoch sollte es mit ausreichendem Weitblick möglich sein, urbane Systeme zu planen, die weniger anfällig sind.

Um widerstandsfähige Planungslösungen für städtische Regionen entwickeln zu können, bedarf es eines permanenten lokalen Informationsaustauschs, der Szenarienentwicklung und neuer Methoden und Werkzeuge für eine pro-aktive Sicherheitsplanung. Die Prüfung der Timing Tools, die Gemeinden und Planungsexperten zur Verfügung stehen, ergab eine reiche Auswahl an Werkzeugen, von denen viele eine potentielle Anwendung in der Stadtentwicklung finden könnten. Einige leistungsstarke analytische Methoden wie die Lebenszyklusanalyse (LZA)

und die Materialflussanalyse (MFA) können ebenfalls zur Entwicklung effizienter und widerstandsfähiger regionaler Systeme beitragen.

Drei Zeitkonzepte scheinen besonders relevant für zukünftige Planungsmethoden zu sein: 1) **Zeitverlängerungen** können die kausalen Zusammenhänge zwischen aktuellen Bedingungen und vergangenen Handlungen offen legen und es Entwicklern ermöglichen, Trends vorauszusehen und Modelle für eine zukünftige Interaktion zu erstellen; 2) **Zeitringe** können dabei helfen, die unterschiedliche Lebensdauer von Elementen in einem System zu veranschaulichen und die Ausbalancierung und Koordinierung von Zeitskalen beim Planen und Gestalten zu ermöglichen; 3) **Zeitzyklen** können die Unausweichlichkeit sich verändernder Umstände verdeutlichen, so dass es Planern möglich wird, aus historischen Veränderungsmustern zu lernen. Diese neuen Perspektiven sind einfach und doch grundlegend in ihren potenziellen Auswirkungen auf die Methoden und Rahmenbedingungen der Entwicklung. Indem sie positive Synergieeffekte nutzen und einen systemischen Ansatz ermöglichen, erlauben sie die Operationalisierung eines stärker ökologisch und evolutionär ausgerichteten Ansatzes in der Entwicklung.

Darüber hinaus unterstreichen neue Zeitkonzepte, wie wichtig es ist, viele Akteure in einen gemeinschaftlichen, rationalen Planungsprozess einzubinden. Die Entwicklung urbaner Systeme auf kommunaler oder regionaler Ebene geschieht oft kurzfristig und wird von der Produktverfügbarkeit bestimmt. In Zukunft wird eine umfassendere Nutzung von rationalen, hierarchischen Rahmenbedingungen eines der ‚Timing Tools' darstellen, das für eine erfolgreiche langfristige Planung erforderlich ist, insbesondere angesichts der Komplexität urbaner Systeme und der Anzahl von Entscheidungsträgern. Trotz einer Vielzahl von Innovationen seit den 1950er Jahren scheint es zeitgenössischen Rahmenwerken für Stadtplanung an Transparenz und Stärke zu mangeln. Zwei der viel versprechendsten Prozesse sind hierbei  die integrierte Entwicklung und die gemeinschaftliche Entscheidungsfindung. Auf Kooperation beruhende Prozesse scheinen besonders dort für die Stadtplanung geeignet zu sein, wo technische und politische Prozesse miteinander koordiniert werden müssen und wo Komplexität and Risiken eher traditionelle Entscheidungsträger abschrecken.

**Wesentliche Ergebnisse**

Wie anhand eines einzigen detaillierten Beispiels deutlich wird, scheinen Zeitkonzepte einen erheblichen Einfluss auf den Entwicklungsprozess, die Zusammensetzung von Planungsteams und den Umfang des Entwurfsprogramms zu haben. Vergleiche mit internationalen Fallstudien

haben einige der positiven Einflüsse bestätigt – insbesondere die Synergie zwischen neuen Zeitkonzepten und ökologischen Modellen.

Das fünfschichtige ‚SEEIM'-Framework erwies sich als geeignet für die Zusammenstellung und Leitung kooperativer Planungsteams und die Entwicklung integrierter langfristiger Planungslösungen. Dennoch wurden auf jeder Stufe des Rahmenwerks neue Werkzeuge benötigt. Sie dienten sowohl der Verbesserung der Kommunikation als auch zur Bewältigung der Komplexität – beides Faktoren, die immer schon zur Frustration von Planungsteams beigetragen haben, die aber besonders problematisch erscheinen, wenn neue Zeitkonzepte eingeführt werden. Das erweiterte Rahmenwerk und die zugehörigen Werkzeuge scheinen übertragbar und somit offen für Weiterentwicklungen zu sein, um so auch in anderen städtischen Regionen einsetzbar zu sein.

Eine bidirektionale Zeitskala ist beispielsweise ein einfaches Werkzeug, um politische und technische Rationalität zu verbinden: langfristige Zukunftsvisionen können eindeutig mit historischen Stärken, Werten und Überzeugungen verbunden werden. Erweiterte Zeithorizonte ermöglichen die Inszenierung des Umgestaltungsprozesses oder -pfades und dienen dazu, utopisches Planen auf die moderneren Methoden der Stadtentwicklung abzustimmen. Eine 'Szenarien-Landkarte' oder ein ‚Scenario Wheel' wurden dazu benutzt, die Szenarienplanung in die Zeitringe zu integrieren und deutlich zwischen kurzfristigen und langfristigen Szenarien sowie zwischen Methoden des Change Management und der Vorhersage zu unterscheiden. Ein ‚kaleidoskopischer Ansatz' wurde entwickelt, um die komplexe Kategorisierung städtischer Systeme zu meistern und trotz Einbeziehung mehrere Disziplinen und Vorgehensweisen den Zusammenhang zu wahren. Dieser Ansatz unterstreicht, wie wichtig es ist, Systeme über die verschiedenen Ringe der Zeit und der Nachhaltigkeit hinweg auszubalancieren und die Verfahrensweisen mit denselben fünf Schichten des SEEIM-Frameworks zu verbinden.

Aus integrierten Planungsprozessen in Kombination mit gemeinschaftlicher Entscheidungsfindung wurde ein ‚PLUS'-Modell erstellt, das auf jede Region anwendbar ist. Das PLUS-Modell besteht aus vier Bereichen – einem akademischen, einem staatlichen, einem privaten, und einem bürgerlichen Sektor – über eine Reihe von konzentrischen Kreisen der Verantwortlichkeiten, von politischer bis zu technischer Verantwortung. Bei der Entwicklung des Pfades wurde ein ‚Ein-System'-Ansatz angewandt, der verschachtelte Skalen für Zeit und Raum hintereinander mit drei operativen Grundsätzen kombiniert: (1) Synchronisation, oder die Bewegung von langsamen zu schnellen Ringen; (2) Lokalisation, oder die Entfernung von der lokalsten Skala

ausschließlich zum Zweck der Effizienzsteigerung; und (3) Synergisierung, oder die Bewegung von der Makro- oder regionalen Skala zur lokalen Skala mit Hilfe von Zielvorgaben und Ermächtigungsstrategien.

Wiederholt wurde eine ‚Systems Design'-Charrette eingesetzt, um den Herausforderungen der Entwurfsintegration zu begegnen. Die SD-Charrette richtet anders als andere Workshops zur Stadtplanung einen besonderen Schwerpunkt auf die Inszenierung langfristiger Pfade, auf die Dynamik urbaner Systeme und auf die Erhaltung ökologischer Funktionen. SD-Charrettes erfordern im Voraus durchgeführte Studien und eine breiter gefächerte Orientierung der Teilnehmer und können von anderen Werkzeugen zur Bewältigung der Komplexität in jeder Schicht des SEEIM-Frameworks profitieren.

Eine Reihe bestimmter Planungswerkzeuge erweisen sich im Umgang mit Komplexität als besonders effektiv. Ziele für einen ‚Endzustand' wurden definiert, die langfristige Zielvorgaben darstellen, indem sie den gewünschten Endzustand oder die letztlich angestrebte Richtung beschreiben. ‚Benchmarking Scales' erwiesen sich als nützliches Werkzeug, um Indikatoren und Zielsetzungen in einem nicht-technischen Format einzuführen. Eine Reihe von ‚Kernindikatoren' wurden zur Systematisierung und Standardisierung von Materialflussanalysen erstellt. Die Planung von ‚Solution Space' war ein nützliches Werkzeug, um die Bedeutung der Veränderungsgeschwindigkeit zu verstehen. Ein Solution Space definiert einen Akzeptanzspielraum in Relation zu quantifizierbaren Leistungsmaßstäben. Er wird durch einen kritischen Pfad sowie durch einen bevorzugten Pfad begrenzt, die beide so angelegt sind, dass sie den angestrebten Endzustand erreichen.

Ein Software Tool für die schnelle Erstellung von Sankey-Diagrammen (gerichtete Flussdiagramme) wurde entwickelt. Dieses Tool enthält eine Methode zur Standardisierung von graphischen Begriffen und Formaten, so dass Sankey-Diagramme in allen Maßstäben benutzt werden konnten, vom Gebäude bis hin zur Region. Dies ermöglichte den Einsatz von Sankey-Diagrammen zur Darstellung und zum Vergleich vielfältiger Dynamiken innerhalb urbaner Systeme. Auch dienten sie zur Zusammenfassung verschiedener Leistungsindikatoren in einzelnen, einfach zu lesenden Graphiken. Sankey-Diagramme wurden zum wichtigsten Werkzeug für den Vergleich verschiedener Standorte und die Entwicklung neuer Szenarien.

Zur Unterstützung von Analysen und zur Entwicklung von Szenarien in interdisziplinären Workshops wurden auch traditionelle Einflussdiagramme eingesetzt. Außerdem wurden ‚Einfluss-Interventionsdiagramme' entwickelt und auf alle Arten von urbanen Bedrohungen und Systemen angewandt. Ein weiteres Werkzeug wurde

entwickelt, um archetypische Darstellungen von Katastrophen – Naturkatastrophen, sozioökonomische Desaster, Versorgungsengpässe, Übergänge in der Marktnachfrage – zu erstellen und diese als Szenarien für die Entwicklung von Systemen zu verwenden, die Erschütterungen testen sollen.

Die Erstellung von ‚Katalysator-Interventionen', einer separaten Gruppe von Strategien, Grundsätzen und Projekten, die Aktionen über multiple Systeme hinweg ausrichten, erwies sich als nützlich für die Integration langfristiger Pfade in die Fallstudie. Ein neues System zur Entscheidungsunterstützung, das ‚Sustainable Urban Metabolism Model' (SUMM), wurde zur Erstellung und Auswertung von Szenarien entwickelt. Das skalierbare Modell SUMM, auf das über das Internet zugegriffen werden kann, kombiniert die zuvor erwähnten Werkzeuge zur Visualisierung und Indikatorentwicklung mit zusätzlichen Werkzeugen zur Sammlungen, Aggregation und Analyse von Daten, alles integriert in einer GIS-basierten Plattform zur Entwicklung von Szenarien (Community Viz). Die größten Hindernisse für die erfolgreiche Anwendung von SUMM waren die begrenzte Datenverfügbarkeit und fehlendes Benutzertraining.

Alle Werkzeuge für die Entwicklung urbaner Systeme wurden letztlich in einem ‚adaptiven Managementsystem' zusammengefasst und in ein integriertes ‚Syntropic Design Framework' für die Entwicklung urbaner Systeme. Dieses syntropische Rahmenwerk bietet Planungsteams einen pluralistischen Ansatz, der jede einzelne Gruppe von Werten oder politischen Prioritäten integrieren kann, ohne dabei die Vorteile der rationalen Planung und der integrierten Systementwicklung zu verlieren. Mit dem Rahmenwerk wird versucht, die traditionellen Grenzen zwischen Raumplanung und Materialflussanalyse zu überwinden und einen gemeinsamen Prozess über erweiterte Zeitskalen einzubeziehen.

**Abschlussbetrachtungen**

Während der Untersuchung ergaben sich neue Fragen, die unter Umständen in interessante Richtungen für neue Studien weisen. Ist es wünschenswert, eine systemischere, visuellere und allgemeingültigere Gruppe von Begriffen und Bildern zu entwickeln, um die langfristige Leistung einzelner Elemente einer Region darzustellen? Brauchen Planer eine ‚Mustersprache' für Zeitlichkeit? Ist es möglich, nachhaltige Planungsergebnisse einfach dadurch zu erzielen, dass Planer und Entscheidungsträger sich am Kontext dessen orientieren, was bereits stattgefunden hat und wahrscheinlich langfristig stattfinden wird? Ist es möglich, für Regionen langfristig die finanziellen und personellen Ressourcen zu erhalten, die benötigt werden, um einen gemeinsamen Entwicklungsprozess aufrechtzuerhalten, angesichts der Tatsache, dass

solche gemeinschaftlichen Prozesse außerhalb der Mandate und Budgets der einzelnen Akteure liegen?

Liegt die eigentliche Herausforderung angesichts der Geschwindigkeit von Veränderungen und der wachsenden Komplexität wichtiger Infrastruktursysteme in der Institutionalisierung eines fortgesetzten Lernprozesses? Wird eine integrierte Planung angesichts der sehr unterschiedlichen Verfahren und Denkweisen von Raumplanern und Systementwicklern jemals möglich sein? Muss der aktuelle Schwerpunkt von Gemeinden auf der Erhaltung des Erbes der Vergangenheit in einer Art und Weise neu definiert werden, dass ein ‚Futur Perfekt', eine Zukunft der Vergangenheit, eine Bewahrung der Zukunft mit eingeschlossen ist? Ist postmoderne Architektur einfach die Wiederentdeckung der Schönheit und Notwendigkeit einer Entwicklung ‚im Rahmen des Machbaren'? Und sind Zeitkonzepte einfach ein Bestandteil einer erneuerten Ästhetik, die auf Ethik und begrenzten Ressourcen beruht?