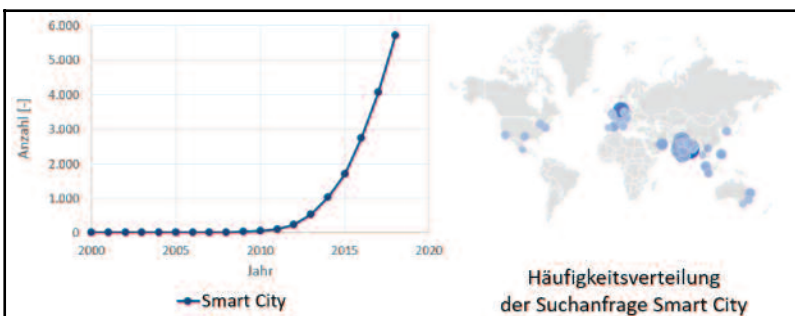


## 56. Wasserinfrastruktur für Smart Cities: Entwicklung von Instrumenten für eine ganzheitliche Planung für Deutschland und Indien

Timo C. Dilly, Theo G. Schmitt, Ulrich Dittmer, Kaiserslautern

### 1 Einleitung

Smart City ist zu einem wichtigen Schlagwort geworden, welches auch in einer breiten Öffentlichkeit in Bezug auf die zukünftige Stadtentwicklung diskutiert wird. Der Begriff Smart City verbreitete sich in den letzten 10 Jahren rasant und die Anzahl der Publikationen zum Thema ist stetig gestiegen. In Abbildung 1 (links) ist die Anzahl der auf Google Scholar auffindbaren Publikationen, bei denen das Schlagwort Smart City im Titel enthalten ist, dargestellt. Gesucht wurde nach dem Begriff Smart City laut Google Trends in den vergangenen fünf Jahren am häufigsten von europäischen, allen voran deutschen, sowie von indischen Städten aus.



**Abb. 1:** Links: Anzahl der auf Google Scholar auffindbaren Artikel mit Smart City im Titel (Google Scholar); Rechts: Stadtbezogene, qualitative Häufigkeitsverteilung des Suchbegriffs Smart City (Google Trends)

Im vorliegenden Beitrag werden Ideen und Vorstellungen von smarten Konzepten in der Siedlungswasserwirtschaft in den beiden Hotspot-Ländern Deutschland und Indien beleuchtet und daraus Schlüsse für eine ganzheitliche Planung abgeleitet. Der Beitrag gibt einen Überblick über Definitionen zum Begriff Smart City und beschreibt smarte Konzepte in der Siedlungswasserwirtschaft aus deutscher Sichtweise. Anschließend geht er auf die Eigenheiten der Wasserinfrastrukturen in Indien ein und fasst die aktuelle Diskussion zu indischen Smart City Strategien im Bereich Wasser zusammen. Abschließend wird auf die im Forschungsprojekt SMART&WISE entwickelte Vorgehensweise zur Entwicklung von Methoden und Tools für eine ganzheitliche Planung von siedlungswasserwirtschaftlicher Infrastruktur eingegangen.

## 2 Smart Cities

In den beiden Ländern Deutschland und Indien gibt es zahlreiche Definitionen für eine Smart City. So stellt beispielsweise der deutsche Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik Lösungsansätze in den Vordergrund, wenn er eine Smart City dadurch definiert, dass sie „modernste Lösungen, basierend auf und optimiert durch Informations- und Kommunikationstechnologien, für das Wohl der Bürger und Besucher, der Wirtschaft, der Verwaltung und der Umwelt einsetzt“ (VDE 2015). Dies ähnelt Definitionen aus anderen Bereichen, in denen „smart“ oft mit Digitalisierung oder mit Internet of Things assoziiert wird.

Dem gegenüber stellt das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR 2017) Ziele in den Vordergrund und es schreibt, dass eine Smart City einer nachhaltigen und integrierten Stadtentwicklung verpflichtet ist, wobei die Digitalisierung Chancen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung bietet. Das BBSR hat Leitlinien für Smart Cities und eine nachhaltige digitale Transformation von Kommunen festgelegt. Die Digitalisierung von Kommunen ist demnach kein Selbstzweck, sondern benötigt Ziele, Strategien und Strukturen. Es wurden insgesamt acht Werte und Ziele für eine Smart City ausformuliert, von denen im Folgenden zwei hervorgehoben werden. Die Smart City stellt „die Bedarfe der Menschen in den Mittelpunkt des Handels und unterstützt im Sinne des Allgemeinwohles lokale Initiativen, Eigenart, Kreativität und Selbstorganisation“. Außerdem soll sie klimaneutral und ressourceneffizient sein. Das heißt, sie fördert „umweltfreundliche Mobilitäts-, Energie-, Wärme-, Wasser-, Abwasser- und Abfallkonzepte und trägt zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen, grünen und gesunden Kommune bei“ (BBSR 2017). Somit ist die Siedlungswasserwirtschaft zusammen mit der Abfallentsorgung als einer der Hauptsektoren von Smart Cities anzusehen. Weiter Hauptsektoren sind beispielsweise das Gesundheits- und Sicherheitswesen, der Mobilitäts- und Transportsektor, die Energieversorgung oder die Entwicklung von intelligenten Gebäuden.

Die Definitionen sind in Indien ähnlich vielfältig wie in Deutschland. Die Regierung von Indien fördert mit der „Smart City Mission“ die Ausstattung von Städten mit notwendigen Infrastrukturen, die für ihre Bürger eine gute Lebensqualität bieten, eine saubere und nachhaltige Umwelt anstreben und dabei intelligente Lösungsansätze verwenden (MHUA 2017). Ebenso wie in Deutschland wird auch in der indischen Literatur hervorgehoben, dass die Informations- und Kommunikationstechnik dabei als Schnittstelle zwischen verschiedenen Infrastrukturen dient, aber eine Smart City zunächst eine nachhaltige Stadt und nicht nur eine vernetzte Stadt bzw. digitale Stadt ist (egis 2014).

## 3 Smarte Konzepte in der Siedlungswasserwirtschaft

Im folgenden Abschnitt stehen die technischen Lösungsansätze im Mittelpunkt, die mittlerweile in der Siedlungswasserwirtschaft entwickelt, erprobt oder auch bereits eingesetzt werden und sich unter dem Sammelbegriff smarte Wasserinfrastruktursysteme (oder Smart Water) (Lloyd Owen 2018) zusammenfassen lassen.

Diese Lösungsansätze vereint, dass sie „smarte Systeme“ einsetzen. Diese smarte Systeme nutzen eine Vielzahl von Mess- und Sensordaten, externe Informationen sowie Vorhersagen, um in Entscheidungsfindungsprozessen ein optimiertes Vorgehen zu bestimmen, welches in einem definierten Gesamtsystem ein Ziel erreicht oder eine Strategie verfolgt (Abbildung 2).



**Abb. 2: Schaubild Smarte Systeme (Dilly et al. 2019b)**

Die somit entstandenen „smarten Konzepte“ in der Siedlungswasserwirtschaft haben das Ziel bestehende Systeme zu optimieren und dafür zu sorgen, dass zukünftigen Herausforderungen, wie die heterogene Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung, sich verändernde Klimabedingungen oder die wachsende Ressourcenknappheit, besser begegnet werden kann.

In einem ersten Schritt steht dabei die Beschaffung und Verarbeitung von Informationen im Fokus. Darauf aufbauend werden Betriebsführung, Wartung und Instandhaltung optimiert und für das Betriebspersonal erleichtert. Durch Fernüberwachung und Steuerung werden schließlich auch Konzepte für eine Automatisierung entwickelt.

Smarte Konzepte funktionieren innerhalb von einzelnen Bereichen der Siedlungswasserwirtschaft (z. B. Leckageortung bei der Wasserversorgung), aber ermöglichen auch eine Verknüpfung von einzelnen Bereichen (z. B. bei der Schließung des Wasserkreislaufs) oder unterschiedlicher Sektoren (z. B. Energie- u. Wassersektor). Sie lassen sich daher nur teilweise den klassischen Kernbereichen Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung zuzuordnen.

Abbildung 3 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Bereichen der Siedlungswasserwirtschaft und anderen Sektoren. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in Dilly et al. (2019b).

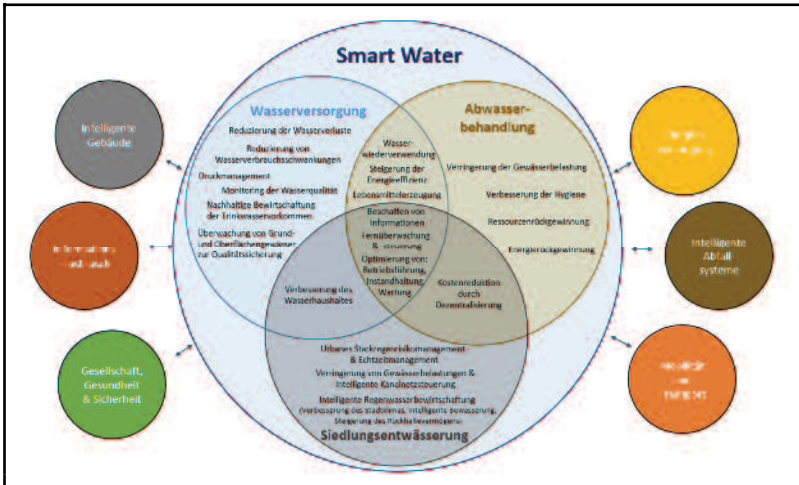


Abb. 3: Smart City Ziele in der Siedlungswasserwirtschaft (Dilly et al. 2019b)

#### 4 Wasserinfrastrukturen in indischen Smart Cities

Im Rahmen des Projektes SMART&WISE wurden bei einem Workshop Ziele, Strategien und Maßnahmen für einen smarten Wassersektor mit den indischen Projektpartnern diskutiert (Dilly et al. 2019a). Dabei wurde deutlich, dass augenscheinlich ähnliche Ideen und Konzepte in Indien und Deutschland sich bei näherer Betrachtung fundamental unterscheiden. Dies ist vor allem auf den unterschiedlichen Status Quo der Infrastruktursysteme zurückzuführen. Ein mehrmonatiger Forschungsaufenthalt am Indian Institute of Technology Madras in Chennai ermöglichte es, diese Unterschiede näher zu untersuchen.

Die Wasserversorgung in indischen Städten unterscheidet sich von der in Deutschland dadurch, dass in der Regel die Haushalte nicht rund um die Uhr durch ein Drucksystem mit Wasser versorgt werden. Vielmehr findet die Wasserversorgung zeitlich begrenzt und periodisch statt (z. B. 4 Stunden am Tag oder alle drei Tage). Unterschiedliche Stadtteile werden dabei nacheinander bedient. Die Haushalte müssen daher das zur Überbrückung benötigte Wasser in hauseigenen Speichern zwischenspeichern, bis der nächste Wasserbezug möglich ist. Des Weiteren gibt es auch in Städten Haushalte ohne funktionierenden Wasseranschluss. Die Versorgung dieser Haushalte wird per Tanklaster durchgeführt.

Bei der Stadtentwässerung ist festzustellen, dass in Indien fast ausschließlich Trennsysteme existieren. D. h. Schmutzwasser wird in der Regel in unterirdischen Schmutzwasserkanälen und Regenwasser in offenen oder durch Betonplatten ver-

deckten Gerinnen abgeleitet. Die offenen Gerinne sind oftmals versandet oder verstopft.

Des Weiteren ist die Einleitung von ungereinigtem Abwasser in Oberflächengewässer als Problem anzusehen. Im Gegensatz zu Deutschland mit einem Anschlussgrad von ca. 97 % (Destatis 2018) ist der Anschlussgrad in Indien mit ca. 40 % (GTAI 09.11.2017) sehr gering. In Städten sind oftmals Klär- und Sickergruben vorzufinden, deren Überläufe nicht an die Kanalisation angeschlossen sind.

Durch wiederkehrende Trockenperioden sowie das schnelle Wachstum der Städte und den damit einhergehenden Bevölkerungszuwachs sind viele Städte von Wasserknappheit betroffen oder bedroht. Laut Zensus lebten im Jahr 2011 rund 377 Millionen Menschen in Indien in Städten. Es wird erwartet, dass es im Jahr 2030 bereits über 600 Millionen Menschen und im Jahr 2050 über 870 Millionen Menschen sein werden (UN 2018). Mit der Zusammenlegung des Ministeriums für Wasserressourcen und Flussentwicklung mit dem Ministerium für Trinkwasser und Abwasserentsorgung im Jahr 2019 zum Ministerium Jal Jshkti (= Wasser & Kraft) wird der Wille der Regierung unterstrichen, zukünftig die Wasserressourcen des Landes ganzheitlich und nachhaltig zu bewirtschaften und die Verbesserung der Wasserinfrastruktursysteme im Land voranzutreiben (Shri U.P. Singh 2019).

Nachdem in der Vergangenheit die Verfügbarkeit von sanitären Einrichtungen erhöht wurde, um der „Open Defecation“ (Benutzung von Feldern, Büschen, Wälder und Gewässern anstelle von Toiletten) entgegenzuwirken (Ministry of Jal Shakti 2019), werden in aktuellen Förderprogrammen Trinkwasseranschlüsse in den Haushalten gefördert. Eine staatliche Kampagne soll die Bevölkerung von der Schutzwürdigkeit der Ressource Wasser überzeugen und eine gemeindebasierte Bewegung zum Erhalt und zur Erneuerung von Wasserkörpern in Gang setzen (Rajiv Ranjan Mishra 2019). Zukünftig sollen anstatt der großen Gewässer die stark verschmutzten kleineren Gewässer und Gerinne in Städten und Gemeinden in den Fokus rücken. Diese Gewässer sollen saniert und deren Wasserqualität durch unterschiedliche Maßnahmen (z. B. Bau von dezentralen Abwasserreinigungsanlagen) deutlich verbessert werden. Anschließend soll ein Monitoring der Gewässer stattfinden um sicherzustellen, dass die gewünschte Verbesserung zukünftig auch erhalten bleibt. Von diesem Bottom-Up Ansatz verspricht man sich langfristig eine Verbesserung der Gewässerqualität im gesamten Einzugsgebiet (cGanga 2019).

Des Weiteren will die indische Regierung in neuen Projekten auf einen sparsamen Umgang mit Wasser hinwirken und dabei Maßnahmen wie Grauwasserrecycling, Regenwassernutzung und Grundwasseranreicherung fördern. Des Weiteren sollen Themen wie der Klimawandel und der Umgang mit Starkregenereignissen in Städten in den Fokus rücken (Rajiv Ranjan Mishra 2019).

Im Dezember 2019 wurden auf dem „Indian Water Summit“ aktuelle Smart City Projekte im Bereich Wasser vorgestellt und mit einem Fachpublikum, bestehend aus Vertretern von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, diskutiert. Die vorgestellten Projekte haben überwiegend das Ziel bestehende Oberflächenwasserkörper zu

sanieren und diese der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Dadurch sollen die Wohngebiete in unmittelbarer Nähe der Gewässer aufgewertet werden. Nachdem in den einzelnen Sessions aktuelle Smart City Projekte präsentiert wurden, wurde vom Fachpublikum anhand von Leitfragen diskutiert, welche Strategien und Konzepte zukünftig in Smart Cities im indischen Kontext umgesetzt werden sollen.

Die Teilnehmer waren sich einig darüber, dass in Smart Cities zukünftig alle Gewässer (Gerinne, Teiche, Seen, Flüsse und Grundwasserkörper) beim Aufstellen einer ganzheitlichen Wassermanagementstrategie beachtet werden sollen. Vor allem die Speicherfunktion von Oberflächengewässern soll mehr Berücksichtigung finden, um einen nachhaltigen Umgang mit Wasser auf Stadtebene zu gewährleisten.

Smart Cities sollen außerdem zukünftig eine kontinuierliche und zuverlässige Wasserversorgung im Drucksystem bereitstellen, die allen Haushalten den Zugang zu sauberem Trinkwasser ermöglicht. Auf dem Weg dorthin müssen jedoch zunächst Wasserverluste minimiert werden. Daher wird von den Teilnehmern auch ein Bedarf an Sensoren zur Leckageortung gesehen.

Es wurde außerdem die Frage diskutiert, ob Grau- und Schmutzwasser wiederverwendet werden sollen, um den steigenden Wasserbedarf zu decken. Die Umsetzung dieser Maßnahmen soll nach Ansicht der Teilnehmer in zukünftigen Projekten unter Berücksichtigung der regionalen Bedingungen überprüft werden. Die Fragen, wieviel Trinkwasser durch eine Wiederverwendung von Abwasser in Indien eingespart werden kann oder welche Kosten für solche Systeme anfallen würden, sind keineswegs geklärt. Die Teilnehmer stellten fest, dass mit der Erneuerung des Systems auch die Bepreisung von Trinkwasser neu zu organisieren wäre.

## **5 Entwicklung von Instrumenten für eine ganzheitliche Planung**

Nachhaltigkeit und die Kopplung von Bereichen und Sektoren sind wesentliche Elemente von Smart Cities. Deshalb ist zukünftig eine ganzheitliche Planung bereits vor dem Bau von Wasserinfrastrukturen durchzuführen. Dadurch wird eine stärkere Zusammenarbeit unterschiedlicher Interessensvertreter bereits zum Beginn von Planungsprozessen notwendig.

Im Projekt SMART&WISE wird ein ganzheitlicher Planungsansatz entwickelt. Anhand von Flussdiagrammen werden Planern und Entscheidungsträger schnell und leichtverständlich die wichtigen Arbeitsschritte bei der Planung der Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung aufzeigen. Dabei enthalten die Flussdiagramme Hinweise zur Grundlagenermittlung, zur Entscheidungsfindung sowie der Vor- und Entwurfsplanung.

Da die Flussdiagramme eine integrierte Planung ermöglichen sollen, sind sie logisch über die eigenen Bereichsgrenzen hinweg miteinander verknüpft. Sie geben Hinweise, wann andere Sektoren in die Entscheidungsfindung mit einbezogen werden müssen. Da das urbane Wassermanagement im Mittelpunkt der Betrachtung steht, berücksichtigen die Diagramme nicht nur konventionelle, sondern auch fortschritt-

liche ("ressourcenorientierte") und intelligente Wasserinfrastruktursysteme. So enthalten sie als Lösungsvarianten nachhaltige Technologien zur Regenwassernutzung, Grundwasseranreicherung, Wasseraufbereitung und Wasserwiederverwendung sowie zur Verbesserung des Stadtklimas und der Wasserbilanz.

Außerdem verweisen die Flussdiagramme auf neu entwickelte und existierende Planungs- und Entwurfstools. Dabei wird auch die Planungsumgebung ++SYSTEMS der Firma Tandler verwendet. Damit soll erreicht werden, dass Planer die neuen Ansätze mit möglichst wenig Aufwand verwenden können und die Anwendung der nachhaltigen Technologien verbreitet wird.

Die Flussdiagramme werden zurzeit in Workshops von Planern und Entscheidungsträgern evaluiert und anschließend für Pilotgebiete in Deutschland und auf die Stadt Coimbatore in Indien angewandt.

Auf der Webseite <http://www.smart-water.solutions/> wird über den aktuellen Projektstand informiert.

## **6 Fazit**

Folgende Punkte sind festzuhalten:

- Eine Smart City muss nicht zwangsläufig eine digitale Stadt sein, sondern sollte als Strategie in erster Linie einer nachhaltigen, integrierten Stadtentwicklung zum Wohle der Bürger verpflichtet sein.
- Smarte Konzepte in der Siedlungswasserwirtschaft greifen jedoch auf technische und digitale Lösungen zurück, durch diese die Verknüpfung von Sektoren vereinfacht wird.
- Die Vorstellungen von einer smarten Wasserinfrastruktur in Deutschland und Indien unterscheiden sich fundamental, da der Schwerpunkt in Indien in erster Linie auf dem Bau, der Erneuerung und dem Austausch von Wasserinfrastrukturen liegt.
- In Indien gewinnen im Zuge von Bevölkerungswachstum und Ressourcenknappheit Konzepte zur Wasserwiederverwendung an Bedeutung.
- Smart Cities benötigen eine ganzheitliche Planung.
- Planungsschnittstellen der Bereiche Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung und zu anderen Sektoren müssen berücksichtigt werden, um ein nachhaltiges urbanen Wassermanagement zu gewährleisten.

## **7 Danksagung**

Die Autoren bedanken sich beim Indo-German Science & Technology Centre (IGSTC) für die Förderung des Forschungsprojektes SMART&WISE und beim Indo-German Center for Sustainability (IGCS) für die Förderung des Forschungsaufenthaltes am Indian Institute of Technology Madras in Chennai.

## Literatur

- BBSR (Hg.) (2017): Smart City Charta - Making digital transformation at the local level sustainable. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Bonn.
- cGanga (Hg.) (2019): River Restoration and Conservation - Concise Manual and Guide. Unter Mitarbeit von V. Tare, S. Ahuja, G. Roy, S. Gurjar, S. Sharma, A. Malviya et al. Centre for Ganga River Basin Management and Studies (cGanga), IIT Kanpur. New Dehli.
- Destatis (2018): Fachserie 19 Reihe 2.1.3 Umwelt: Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung. Strukturdaten zur Wasserwirtschaft 2016. Statistisches Bundesamt, 20. Dezember 2018
- Dilly, T. C.; Scheer, M.; Schmitt, T. G.; Dittmer, U. (2019a): Deutsch-indische Forschungskooperation: Wasser- und Abwasserinfrastruktursysteme für smarte Zukunftsstädte. In: Wasser und Abfall (07-08), S. 12–16.
- Dilly, T. C.; Schmitt, T. G.; Dittmer, U. (2019b): Smart Water: Konzepte für einen intelligenten Umgang in der Stadt der Zukunft. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 66 (10). Online verfügbar unter DOI: 10.3242/kae2019.10.001.
- egis (2014): Shaping Sustainable Smart Cities in India. egis in India - Consulting Engineers. Online verfügbar unter [www.egis-india.com](http://www.egis-india.com), zuletzt geprüft am 17.06.2019.
- Lloyd Owen, D. A. (2018): Smart Water Technologies and Techniques. Data Capture and Analysis for Sustainable Water Management. Newark: John Wiley & Sons Incorporated (Challenges in Water Management).
- MHUA (2017): What is a Smart City? Ministry of Housing and Urban Affairs, Government of India, zuletzt geprüft am 12.12.2018.
- Ministry of Jal Shakti (2019): Swachh Bharat Mission - Gramin. Online verfügbar unter <https://swachhbharatmission.gov.in/>, zuletzt geprüft am 07.01.2020.
- Rajiv Ranjan Mishra (2019): Jal Jeevan Mission. Indian Water Impact Summit 2019. Ministry of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation & National Mission for Clean Ganga (NMCG). New Dehli, 05.12.2019.
- Shri U.P. Singh (2019): Vision of cGanga and NMCG on River Restoration and Conservation, and Delivering on Objectives of Jal Jeevan Mission. Indian Water Impact Summit 2019. Department of Water Resource, River Development & Ganga Rejuvenation. New Dehli, 05.12.2019.
- UN (2018): World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. File 19. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. Online verfügbar unter <https://population.un.org/wup/>, zuletzt geprüft am 15.01.2020
- VDE (2015): Smart City. Herausforderungen und Potenziale einer lebenswerten Stadt von morgen. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE).

### Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Timo C. Dilly  
Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt  
Prof. Dr.-Ing. Ullrich Dittmer  
Wasser - Infrastruktur - Ressourcen  
Technische Universität Kaiserslautern  
Paul-Ehrlich-Straße  
67663 Kaiserslautern  
E-Mail: [timo.dilly@bauing.uni-kl.de](mailto:timo.dilly@bauing.uni-kl.de)