

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 132 (2006)
Heft: 45: Bauingenieur-Ausbildung

Artikel: Deep City
Autor: Parriaux, Aurèle / Tacher, Laurent / Blunier, Pascal
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108006>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

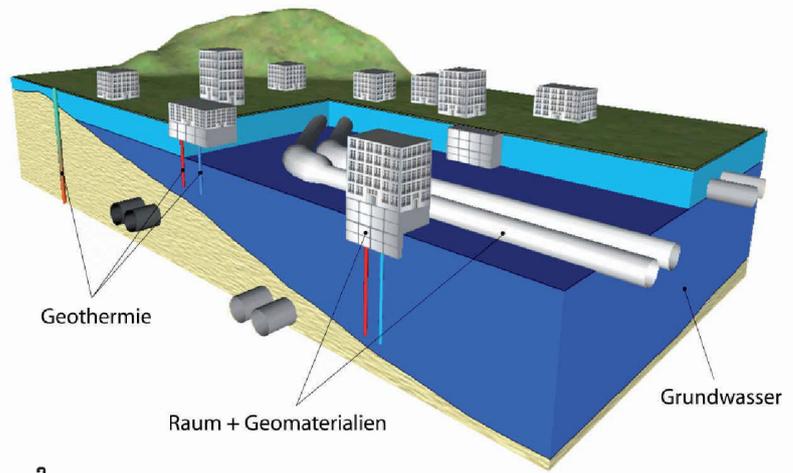
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>





3

Aurèle Parriaux, Laurent Tacher, Pascal Blunier, Pierrick Maire

Deep City

Die Stadtentwicklung der vergangenen Jahrzehnte ist mit den Grundsätzen einer nachhaltigen Entwicklung unvereinbar. Staus, Luftverschmutzung, Mangel an Grünanlagen und Grundwasser belasten den städtischen Lebensraum. Eine bessere Nutzung der unterirdischen Ressourcen könnte zu einer nachhaltigeren Stadtentwicklung beitragen. An der ETH Lausanne wird im Labor für Ingenieur- und Umwelttechnologie bis voraussichtlich Herbst 2007 eine Planungsmethodik entwickelt.

Im urbanen Untergrund liegt ein grosses Potenzial für eine nachhaltige Stadtentwicklung (Bild 3). Die vier unterirdischen Kernressourcen Raum, Wasser, geothermische Energie und Geomaterialien könnten besser verwendet werden, um soziale, wirtschaftliche und ökologisch günstige Lösungen zu finden. Der unterirdische Raum kann zum Beispiel genutzt werden, um den Stadtverkehr und Infrastrukturen wie Parkplätze, Tunneln oder Einkaufszentren zu konzentrieren. Die geothermische Energie und die Wärmespeicherkapa-

azität des Erdreichs ermöglichen die Beheizung und Klimatisierung von Gebäuden und somit eine Verminderung der CO₂-Emissionen. Das Grundwasser kann für den Trinkwassergebrauch genutzt werden. Einige Aushubmaterialien sind schon heute, dank Verbesserungen durch neue Techniken, als Baumaterialien verwendbar, was den Aufwand für Transport und Lagerung minimiert.

Im Allgemeinen werden diese unterirdischen Ressourcen getrennt genutzt, das Gesamtpotenzial wird nicht berücksichtigt. Die Verwendung einer dieser Ressourcen kann jedoch Auswirkungen auf andere haben. Dieses Vorgehen wird als sektorielles Vorgehen bezeichnet, da es nur einen spezifischen Bedarf zu einem gegebenen Zeitpunkt berücksichtigt (Bild 4). Da die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen räumlich und zeitlich begrenzt betrachtet werden, bleiben Nutzungskonflikte unerkannt, und die getroffenen Massnahmen können zukünftige Bedürfnisse gefährden. Dieses Phänomen ist umso bedeutender, als gewisse unterirdische Ressourcen – insbesondere der unterirdische Raum und die Geomaterialien – nicht erneuerbar sind: Wenn die Struktur des Erdreichs einmal verändert worden ist, kann sie nie wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückgeführt werden. Eine unregelmässige Verwertung dieser Ressourcen führt deshalb leicht zu Verschwendung.

Vom Ausland lernen

Heute ist die langfristige und grossflächige Bepflanzung des Untergrundes nur wenig entwickelt. Finnland ist eines der wenigen Länder mit einer Gesetzgebung, die die Berücksichtigung des unterirdischen Raumes för-

dert. Dazu gehören Umweltverträglichkeitsstudien und die Bereitstellung von unterirdischem Raum für zukünftige Projekte. Diese Gesetzgebung beeinflusst die Entwicklung des unterirdischen Raumes positiv und führt zu einer besseren Kenntnis des Untergrundes. Konkret wurden schon Projekte für öffentliche Einrichtungen, Verkehrswege, den technischen Unterhalt und Industrieanlagen umgesetzt.

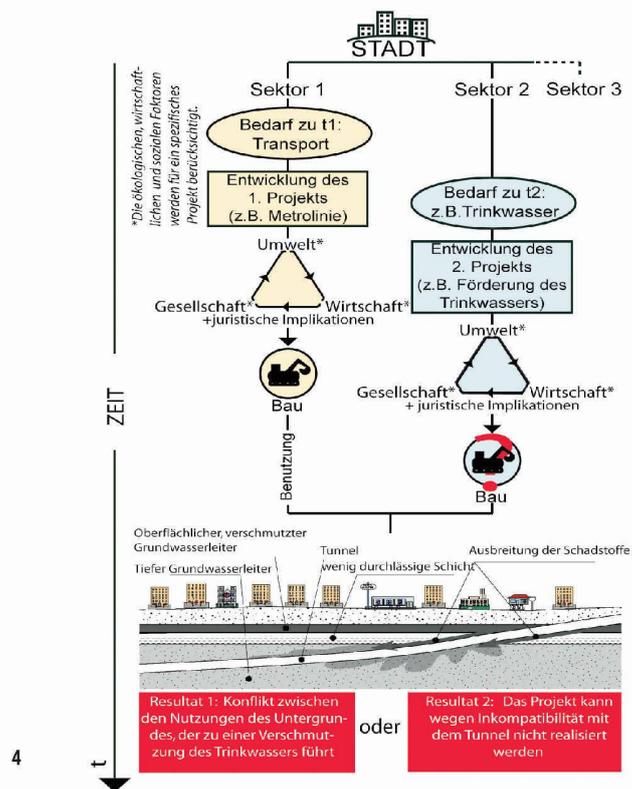
Mangelnde Planung und Berücksichtigung unterirdischer Ressourcen kann sich als Nachteil erweisen, wie etwa im Fall von Mexiko City. Das Grundwasser ist die Haupttrinkwasserressource dieser Stadt mit 15.6 Mio. Einwohnern. Die Wasserentnahme durch Pumpen im Grundwasserleiter, die die natürliche Grundwassererneuerung übersteigt, hat eine Senkung des Geländes von bis zu 10m im Stadtzentrum verursacht (Bilder 1, 2). Das hat zu Gebäudeschäden geführt und macht das Pumpen von erheblichen Wassermengen erforderlich, um die Infrastrukturen über dem Wasser zu halten, was wiederum zu einem beträchtlichen Energieverbrauch führt. Die Bodensetzungen können ausserdem die Abwasserleitungen beschädigen und eine Verschmutzung des Grundwasserleiters verursachen.

Planungen in der Schweiz

Der unterirdische Raum der Schweizer Städte ist im Vergleich zu zahlreichen grossen Metropolen unterentwickelt, verändert sich jedoch seit kurzem besonders in der Verkehrsinfrastruktur. So setzen Zürich mit der S-Bahn, Lausanne mit der Metro-Linie M2 und Genf mit der CEVA (Bahn Cornavin-Annemasse) auf Bauwerke im Untergrund, um den Verkehr an der Oberfläche zu entlasten.

Die zahlreichen Grundwasserleiter, die die geologische Geschichte des Schweizer Mittellandes in glazialen und alluvialen Gebieten geschaffen hat, sind wertvolle Reserven für die nachhaltige Stadtentwicklung. In den letzten Jahren hat die Schweiz durch die Installation von Wärmepumpen eine beachtliche Entwicklung im Bereich geothermischer Energie, insbesondere der untiefen Geothermie, durchgemacht. Heute ist sie – nach Island und Neuseeland – weltweit das Land mit der drittgrössten Produktion von geothermischer Energie.

Es können verschiedene Gründe vorgebracht werden, um den Mangel an Gesamtplanung im Untergrund zu erklären. Zunächst ist dieser wenig bekannt, die öffentliche Wahrnehmung seiner Infrastrukturen ist beschränkt. Der Untergrund wird als dunkler, feuchter, kalter und unsicherer Raum angesehen. Der Untergrund ist ein unsichtbarer und komplexer Raum, der allzu oft nur von Spezialisten der Geowissenschaften verstanden und dargestellt werden kann. Aber auch für diese Berufsfachleute ist es schwierig, einen Gesamtüberblick zu erlangen. Die meisten Untersuchungen werden im Zusammenhang mit einzelnen Bauvorhaben durchgeführt. Zwischen den Stufen «Bauwerk» und «Stadt» fehlt aber bislang der Informationstransfer, was zu Ressourcenverschwendung und Nutzungskonflikten führt. Ausserdem werden Möglichkeiten für die nachhaltige Entwicklung (wie z.B. die Nutzung der Geothermie durch unterirdische Bauten) verwirkt. Die Baukosten sind im Untergrund höher als an



der Erdoberfläche, sodass unterirdische Projekte weniger wettbewerbsfähig sind.

Möglichkeiten der Erschliessung

Um die städtischen Ressourcen im Untergrund nachhaltig zu verwalten, muss das Wissen in den Gebieten Geologie und Umwelt vergrössert werden. Das sektoruelle Vorgehen für die unterirdische Entwicklung sollte durch einen neuen Lösungsansatz ersetzt werden, der das unterirdische Potenzial als Gesamtheit berücksichtigt. Ein solcher Ansatz würde erlauben, die Nutzungskonflikte (Bild 5) zu minimieren und Synergien auszuschöpfen (Bild 6). Ein besseres Management der räumlichen Informationen des Untergrundes wird die Darstellung des unterirdischen Raumes auf der Stufe Stadt begünstigen. Es geht darum, Konzepte für die Integration von verschiedenen Datentypen (Geologie, bebauter Raum, Umweltauswirkungen) vorzuschlagen, insbesondere mit Hilfe von geologischen 3-D-Modellierungswerkzeugen und geografischen Informationssystemen, die heute leider noch wenig kompatibel sind.

Die Wechselwirkungen zwischen den Nutzungen müssen durch Fallstudien in Städten untersucht werden, die bereits Erfahrungen in der Entwicklung des unterirdischen Raumes haben. Das Labor für Ingenieur- und Umweltgeologie der ETH Lausanne entwickelt derzeit im Projekt Deep City Modelle, um die Parameter für die Wechselwirkungen zu beschreiben. Letztere werden auf verschiedenen räumlichen Stufen vom Bauwerk bis zur Stadt und in unterschiedlichen Phasen des Infrastruktur-Lebenszyklus vom Bau über Benutzung und die Ausserbetriebsetzung bis zur Sanierung betrachtet.

1, 2

Auswirkungen von Grundwasserabsenkung, schlechtem Baugrund und Erdbeben im historischen Zentrum von Mexico City. Hier müssen Hauszugänge immer wieder neu angepasst werden, weil sich der Baugrund unterschiedlich setzt (Bilder: Andreas Hofer)

3

Unterirdische Stadtentwicklung: Verkehrswege, unterirdische Parkgaragen, Geschäfte, Aufbewahrungsräume und Wärmepumpen (Bilder: Geolep, ETH Lausanne)

4

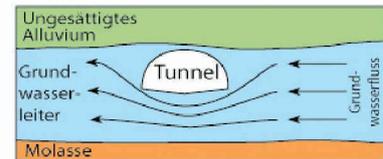
Vereinfachte Darstellung des herkömmlichen sektoriellen Vorgehens für die unterirdische Entwicklung. Die zwei Projekte zu den Zeiten t1 und t2 sind unvereinbar, eine nachhaltige Entwicklung und eine optimale Nutzung der Ressourcen werden nicht erreicht

5

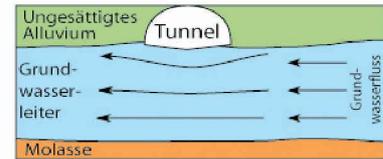
Konflikt zwischen der Nutzung des Raumes und des Grundwassers. Falls der Tunnel im Grundwasserleiter gebaut wird (a), ist die Nutzung von Letzterem für das Trinkwasser gefährdet

6

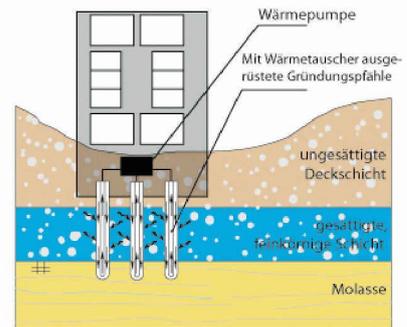
Synergie zwischen Bauwerk und Nutzung der Erdwärme. Der Bedarf an Pfahlgründungen durch eine wassergesättigte, feinkörnige Schicht schafft eine günstige Gelegenheit für die Förderung von Erdwärme durch energetische Geostrukturen



a) Der Tunnel ist im Grundwasserleiter



b) Der Tunnel ist über dem Grundwasserleiter



6

Planungsmethodik

Es wäre illusorisch, eine Planungsmethodik entwickeln zu wollen, die eine bessere Nutzung der unterirdischen Ressourcen begünstigt, falls eine intensivere Nutzung dieses Raumes menschlich oder wirtschaftlich nicht akzeptabel ist. Folglich gilt es, die Akzeptanz zu testen und alle Möglichkeiten und Grenzen wirtschaftlicher, sozialer, juristischer, politischer und städtebaulicher Einschränkungen zu identifizieren. Dadurch wird klar werden, welche Mittel anwendbar und welche Vorschläge auszuarbeiten sind, um eine grössere Entwicklung des unterirdischen Raumes zu begünstigen.

Weitere Projektpartner

- Landscape and Environmental Planning (ETHZ)
Prof. W. Schmid, Dr. M. Keiner
- Laboratorium für urbane Soziologie (ETH Lausanne)
Prof. V. Kaufmann
- Forschungslaboratorium für Umweltökonomie und Umweltmanagement (ETH Lausanne)
Prof. P. Thalman
- Laboratorium für geografische Informationssysteme (ETH Lausanne)
Prof. F. Golay
- Laboratorium für Solarenergie und Gebäudephysik (ETH Lausanne)
Prof. J. L. Scartezzini
- Laboratorium für Felsmechanik (ETH Lausanne)
Dr. V. Labiouse
- Emch + Berger AG Bern
Dr. P. Hufschmied

Das Labor für Ingenieur- und Umwelttechnologie wird sich mit seiner Analyse zuerst auf eine Studie über die Erfahrung bestimmter Städte im unterirdischen Bereich stützen, um die Lehren aus der Vergangenheit zu ziehen. Danach werden Faktoren wie Rückgang des Bodenpreisdrukks, Unterhaltskosten, Nutzungskosten, Abschätzung der Kosten für Umwelt und Landschaft behandelt, um die Kosten für Bauten auf und unter der Erdoberfläche besser zu verstehen. Von einem sozialen Gesichtspunkt aus gesehen, gilt es zu bestimmen, ob der Mensch bereit ist, mehr Zeit unter der Erdoberfläche zu verbringen, und welche Arten von Aktivitäten er dort auszuführen bereit ist. Darüber hinaus geht es darum, Vor- und Nachteile für die Benutzer zu finden, aber auch zu bestimmen, welche architektonischen Bedingungen eine bessere öffentliche Wahrnehmung der unterirdischen Welt begünstigen könnten. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit sollen nach einem interdisziplinären Vorgehen in eine Planungsmethodik für den unterirdischen Raum integriert werden. Diese Methodik wird auf die Schweiz bezogen bis etwa Herbst 2007 entwickelt und anhand einer Fallstudie über die Stadt Genf getestet werden.

Aurèle Parriaux, Laurent Tacher, Pascal Blunier,
Pierrick Maire
Laboratorium für Ingenieur- und Umweltgeologie der
EPFL, aurele.parriaux@epfl.ch
geolepwww.epfl.ch