ETH zürich

NSL Netzwerk Stadt und Landschaft
Network City and Landscape

MAS DAS CAS

Raumplanung in der Tiefe

Der Untergrund im Spannungsfeld der Innenentwicklung

MAS-Programm in Raumplanung 2017/19

Thesis

Samuel Kissling

Referent:

Dr. Joris E. Van Wezemael

Korreferenten:

Dr. Andreas Flury

Rainer Klostermann

22. August 2019

Das vorliegende Dokument ist eine Einzelarbeit im Rahmen der Weiterbildungsprogramme in Raumplanung der ETH Zürich. Erkenntnisse und Schlussfolgerungen müssen sich nicht zwingend mit der Haltung der verantwortlichen Referentinnen und Referenten sowie der ETH Zürich decken.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die Nennung der männlichen und weiblichen Form verzichtet. Es sind selbstverständlich immer beide Geschlechter gemeint.

Titelbild:
Baustelle beim Berner Inselspital. Beim Tiefbau stellt sich die Frage, ob eine mögliche RBS-Metrostation bereits in die Planung miteinbezogen wurde (Quelle: Felix Wyss, EspaceSuisse).

«Wir sind nicht einfach deswegen bereit, die Motion anzunehmen, damit Herr Gutzwiller [...] zufrieden ist, sondern weil wir zugeben, dass die Raumplanung bis jetzt halt im eigentlichen Sinne des Wortes oberflächlich geblieben ist. Der Bundesrat hat bis jetzt eine gewisse Zurückhaltung geübt, unter die Erde zu schauen und sich um das Chaos, das dort herrscht, zu kümmern. Sie müssen wissen, es geht eben nicht nur darum, dass unter der Erde ein Durcheinander von Abwasserleitungen, Kabeln, Glasfaserleitungen, Fernwärme, Strom, Erdgas, Geothermie ist, sondern es ist noch viel Ungeheuerlicheres anzutreffen. Ich habe im Hinblick auf diese Debatte nochmals Jules Vernes «Reise zum Mittelpunkt der Erde» gelesen. Da gibt es halt noch andere Dinge: Maulwürfe, Spione, Mumien, Engerlinge und zuunterst den grossen grünen Steinfresser. Deswegen hat der Bundesrat bis jetzt das nackte Grauen davor gehabt, unter die Erde zu gehen, aber wenn der Ständerat ihm diese Mission erteilt, dann wird er es tun.»

Der ehemalige Bundesrat Moritz Leuenberger im Ständerat während der Beratung der Motion Gutzwiller im März 2010 (09.4067: Im Untergrund herrscht Chaos. Ergänzung im Raumplanungsgesetz nötig).

Dank

Grosser Dank gebührt meinem Referenten, Joris Van Wezemael sowie meinen beiden Korreferenten, Andreas Flury und Rainer Klostermann für den konstruktiven und wertvollen Austausch während der Redaktion dieser Arbeit. Der Einblick in ihren Erfahrungsschatz und ihre Gedankenwelten war sehr inspirierend und bereichernd. Weiter möchte ich allen Personen danken, die mir in vielen Gesprächen wertvolle Hinweise geliefert haben – im Speziellen meinen «Studiengspändli», die mich dokumentiert und immer wieder aufs Neue motiviert haben. Besonderen Dank auch an das Team von EspaceSuisse für die Unterstützung während des gesamten Studiums sowie an Mike für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Und zu guter Letzt: Danke Tammy, dass du mich während dieser ganzen Zeit ausgehalten und unterstützt hast.

Kurzfassung

MAS-Programm in Raumplanung 2017/19
Thesis
Raumplanung in der Tiefe
Der Untergrund im Spannungsfeld der Innenentwicklung
Samuel Kissling
22. August 2019

Der Untergrund besteht nicht nur aus Steinen, Erden und Wasser. Im unterirdischen Raum finden sich unter anderem Werkleitungen, Strassentunnels, Lagerflächen und auch Zeitzeugen früherer Bauten. Dementsprechend gross ist die Zahl der Akteure, die ein Interesse an einer Nutzung des Untergrunds haben – und sie wächst stetig. Eine Analyse der unterirdischen Nutzungen zeigt, dass sie nicht ergänzend nebeneinander stehen, sondern sich gegenseitig beeinflussen, was das Konfliktpotential erhöht. Dies ist keine Eigenheit des Untergrundes. Solche Konflikte treten in gleichem Umfang auch an der Erdoberfläche auf. Hier greift jedoch im Regelfall die Koordinationsarbeit der Raumplanung. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass diese Koordination und Steuerung im unterirdischen Raum weitestgehend fehlt. Der Untergrund und seine Potenziale werden in der Planungspraxis – abgesehen von spezifischen Teilbereichen – vernachlässigt. Es gilt das «first-come first-served-Prinzip»: Wer als erster ein Vorhaben realisiert, kann so den unterirdischen Raum für sich beanspruchen.

Der Fokus der Untersuchungen in der Thesis liegt auf der Innenentwicklung und den sich daraus ergebenden Folgen für den Untergrund. Rasch wird deutlich, dass sich mit den Verdichtungsbestrebungen der Druck auf den Untergrund zusätzlich erhöht. Neue Werkleitungen und Infrastrukturen müssen in den Boden verlegt werden. Zudem drängen neue Nutzungen in den Untergrund, die an der Oberfläche keinen Platz mehr finden. Weil deshalb auch im unterirdischen Raum der Platz immer enger wird, spielen künftig Überlegungen zur bestmöglichen Nutzung und zur Qualität eine bedeutendere Rolle. Die Raumplanung ist gefordert, den Untergrund besser zu koordinieren und zu planen.

Basierend auf der Analyse werden Schlüsse gezogen: Das Instrumentarium für eine Planung im Untergrund ist vorhanden; es muss jedoch punktuell weiterentwickelt werden. In vielen Fällen fehlt das Wissen über die geologischen Verhältnisse und bereits bestehenden Nutzungen im Untergrund. Erst wenn diese Grundlagen vorhanden sind, können die Steuerungsinstrumente der Raumplanung greifen. Daneben werden weitere Themenfelder wie beispielsweise die Eigentumsfrage angesprochen. Den Schluss der Thesis bilden Handlungsempfehlungen zur besseren Erfassung des Untergrunds in der Raumplanung, die sich an die Politik, die Forschung und die Praxis richten.

Zitiervorschlag:

Kissling Samuel (2019): Raumplanung in der Tiefe. Der Untergrund im Spannungsfeld der Innenentwicklung. Abschlussarbeit im MAS-Programm in Raumplanung. ETH Zürich.

Inhalt

Kurzfassung V

Inhalt VI

1 Einleitung 1

1.1 Relevanz des Themas 2

1.2 Forschungsfragen 4

1.3 Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen 5

2 Der Untergrund 6

2.1 Stand der Forschung 6

2.2 Begriffsklärung Untergrund 7

2.3 Nutzungen im Untergrund 9

2.3.1 Ressource Boden 9

2.3.2 Funktionale Gliederung der Nutzungen im Untergrund 9

2.4 Regulierungen im Untergrund 15

2.4.1 Eigentumsgarantie 15

2.4.2 Grundeigentum im Untergrund 15

2.4.3 Öffentliches Recht im Untergrund 17

3 Der Untergrund in der Raumplanung 18

3.1 Planungspflicht (im Untergrund) 18

3.1.1 Planungen des Bundes 20

3.1.2 Kantonale Planung 21

3.1.3 Kommunale Planung 23

3.2 Nutzungskonflikte im Untergrund 26

3.2.1 Untergrund als Baugrund 26

3.2.2 Entsorgung von Abfällen 31

3.2.3 Gewinnung von Rohstoffen 32

3.2.4 Lagerung und Nutzung von Grundwasser 33

3.2.5 Gewinnung von Geothermie 34

3.2.6 Archäologie 36
3.2.7 Städtebauliche Optimierungen 37

4 Datengrundlagen 40
4.1 Geologische Grundlagen 40
4.2 Kataster bestehender Nutzungen 41

5 Blick ins Ausland 43
5.1 Unterirdische Stadt in Montreal 44
5.2 Unterirdische Planung in Helsinki 45

6 Diskussion 47
6.1 Schlussfolgerungen 47
6.1.1 Zunehmende Nutzungskonflikte 47
6.1.2 Fehlende Rechtssicherheit 48
6.1.3 Einzelfallweise Planung 49
6.1.4 Fehlende Grundlagen 50
6.1.5 Tauglichkeit der raumplanerischen Instrumente 51
6.1.6 Innenentwicklung verstärkt den Druck 52
6.2 Empfehlungen 53
6.3 Weiterer Forschungsbedarf 55

Anhang 56
Literatur 56
Abbildungsverzeichnis 62
Tabellenverzeichnis 62
A. Der Untergrund in den kantonalen Gesetzen 63
B. Aktuelle parlamentarische Vorstösse zum Thema Untergrund 64
C. Beispiele aus anderen Städten 65
D. Planungsgrundsätze für den Masterplan Untergrund in Helsinki 67
E. Vorstoss Kanton Basel Stadt betreffend «die Raumplanung im Untergrund» 68

1 Einleitung

In Metropolis, einer Grossstadt der Zukunft, geniesst die wohlhabende Bevölkerung in den oberirdischen Hochhäusern ein behagliches Leben und frönt dem Luxus. Zwischen den Hochhäusern fahren auf hoch gelegten Fahrbahnen ihre Züge und Autos und sogar Flugzeuge drehen ihre Runden. Auf dem Erdboden arbeitet die mittellose Bevölkerung an stinkenden und dampfenden Maschinen. Nach Schichtende kehren die Arbeiter ihn ihr eigentliches Zuhause zurück – die proletarischen Wohnviertel, die sich abgeschnitten von Natur und Sonnenlicht im Untergrund befinden.

Von dieser Schreckensvision von 1927 aus dem bekannten Stummfilm von Fritz Lang sind wir heute sicherlich weit entfernt. Weder lebt die arbeitende Bevölkerung im Untergrund noch existiert eine in Hochhäusern wohnende Oberschicht.[1] Der Druck auf die freien Flächen im Baugebiet steigt jedoch kontinuierlich an. Gebaut wird deshalb auch in der Schweiz immer mehr in die Vertikale. Die Gründe hierfür sind vielfältig: So hat das Schweizer Stimmvolk am 3. März 2013 die Revision des Bundesgesetzes über die Raumplanung (Teilrevision RPG 1) mit einem Ja-Stimmen-Anteil von 62.9 Prozent klar angenommen. Diese Revision läutete einen Paradigmenwechsel ein. Der Boden soll fortan haushälterisch(er) genutzt und die Zersiedelung eingedämmt werden. Siedlungsentwicklung nach innen lautet das Gebot der Stunde. Neueinzonungen werden nur noch ausnahmsweise zulässig sein. Zu grosse Bauzonen müssen verkleinert werden. Das künftige Wachstum in der Schweiz wird im bereits bestehenden Baugebiet stattfinden. Gleichzeitig wachsen die flächenmässigen Ansprüche an Wohn-und Arbeitsräume, die durchschnittliche Haushaltsgrösse wird immer kleiner und das Bevölkerungswachstum schreitet voran. Auch die Verkehrsinfrastrukturen verbrauchen immer mehr Fläche. Der Druck auf die wenigen verbleibenden freien oder besser nutzbaren Flächen im Baugebiet wird somit in Zukunft noch zunehmen.

Trotz diesen Herausforderungen widmete sich die Raumplanung bislang hauptsächlich der Fläche und betrachtete den Raum meist nur zweidimensional. Die dritte Dimension spielt nun zwar – vor allem bei der Innenentwicklung – eine grosse Rolle, dabei geht es aber fast ausnahmslos um die Höhe beziehungswiese um Nutzungen über der Erdoberfläche. Hochhäuser werden (bereits seit dem 19. Jahrhundert) gebaut; deren Einsatzmöglichkeiten und auch die Schranken sind bekannt (ARE 2011: 31). Die Städte und auch die Kantone beziehen Hochhäuser umfassend in ihre Planungen ein. Der Kanton Basel Stadt kennt beispielsweise sogar ein eigenes Richtplankapitel «Hochhäuser». Die dreidimensionale Planung hört jedoch meistens dort auf, wo der Untergrund beginnt. Betrifft ein grösseres Bauvorhaben den Untergrund, so wird dies meist einzelfallweise angegangen. Eine integrative Betrachtung fehlt häufig. Der Untergrund spielt deshalb auch in den Bau- und Planungsgesetzen aller Stufen noch keine Rolle.

Das bedeutet aber nicht, dass der unterirdische Raum nicht genutzt wird. Schon heute verschwinden in urbanen Gebieten beispielsweise Parkplätze meist vollständig in den Untergrund, ebenso auch Lagerflächen. Dazu kommen Versorgungs- und Erschliessungsanlagen oder auch neuere Nutzungen

[1] Es gibt jedoch durchaus ähnliche Beispiele in anderen Städten der Welt (siehe den Artikel «Im Pekinger Untergrund haust Chinas Rattenstamm», MÜLLER 2019).

wie Erdwärmesonden. Weiter werden im Untergrund Rohstoffe und Bodenschätze gesucht und gefördert sowie Abfälle entsorgt. Der Untergrund bietet nicht zuletzt auch eine Chance für die urbane Entwicklung. So könnten fensterlose Räume, die bisher an der Oberfläche ihren Platz hatten, in den Untergrund verlegt werden. Damit lässt sich – vor allem in den Städten – neuer Freiraum gewinnen. Diese freigespielten Flächen können sorgfältig entwickelt werden und damit die Wohn- und Aufenthaltsqualität langfristig verbessern. Dabei geht es nicht darum, eine Parallelwelt im Sinne der Zukunftsstadt Metropolis mit tristen Wohnsilos im Untergrund und einer schön gestalteten Oberfläche zu schaffen. Eine kontrollierte und koordinierte Nutzung des Untergrunds kann aber zu einer hochwertigen Innenentwicklung beitragen (ARE 2011: 31).

1.1 Relevanz des Themas

Der Untergrund wurde bisher noch wenig beziehungsweise sehr punktuell genutzt, «obwohl er die Fundamente der Stadt trägt. Tatsächlich wird der Untergrund oft als unbekanntes Milieu betrachtet, wo allerlei unangenehme Überraschungen auf den Eindringling warten – ein dunkler Raum, wo sich der Mensch notgedrungen schlecht fühlt» (ARE 2011: 31). Das dürfte sich in Zukunft ändern. Der Druck steigt in der Tiefe. In den letzten Jahren haben die Projekte im unterirdischen Raum stetig zugenommen. Aktuelles Beispiel ist das Projekt Cargo sous terrain, welches in noch nie dagewesener Weise den Untergrund beansprucht (Kap. 3.2.1).

Auf eidgenössischer Ebene übt vor allem die erwähnte Teilrevision RPG 1 mit ihren Vorgaben zur Innenentwicklung Druck auf die knappe Ressource Boden – und damit auf den Untergrund – aus. Daneben bestehen aber noch weitere Faktoren, wie beispielsweise die Energiestrategie 2050 des Bundes. Das revidierte Energiegesetz, welches am 1. Januar 2018 in Kraft gesetzt wurde, enthält unter anderem Massnahmen, um den Energieverbrauch zu reduzieren, die Energieeffizienz zu erhöhen und erneuerbare Energien zu fördern. In diesem Rahmen soll vor allem die Geothermie gefördert werden. Auch dies führt zu einer intensiveren Nutzung des Untergrundes. So hat in den letzten Jahren die Anzahl privater Erdwärmesonden enorm zugenommen (Kap. 3.2.5). Dazu kommen viele weitere Nutzungen, die den Untergrund räumlich und als Ressource beanspruchen. Wie an der Erdoberfläche gilt auch hier: Mit der zunehmenden Anzahl Nutzungen erhöht sich das Konfliktpotential.

Bereits 2008 wollte der Bundesrat deshalb im Entwurf zu einem neuen Raumentwicklungsgesetz (REG) verdeutlichen, «dass der Boden in seinen drei Dimensionen, einschliesslich der vertikalen Dimension – in der Höhe wie in der Tiefe –, einzubeziehen ist.» (BUNDESRAT 2008: 25). Er hielt in seinen Erläuterungen fest, dass der Untergrund in der Planung zu wenig berücksichtigt wird – nur punktuell und sektoriell bei konkreten Bauvorhaben. Mit der ausdrücklichen Erwähnung der vertikalen Dimension des Bodens wolle er «eine neue Raumplanungspraxis anstossen». In der Vernehmlassung wurde das REG jedoch aus anderen Gründen mehrheitlich abgelehnt, worauf auch diese Bestimmung zum Untergrund keinen Eingang ins Gesetz fand.[2] In der laufenden Revision des Raumplanungsgesetzes (2. Etappe; RPG 2) wird nun erneut eine Ergänzung vorgeschlagen (vgl. Kap. 3.1). Der neue Planungs-

[2] Die Arbeiten am Raumentwicklungsgesetz REG wurden eingestellt. Es folgte die Teilrevision RPG 1.

grundsatz in Artikel 3 Absatz 5 RPG soll die Themenbereiche und Aspekte der raumplanerischen Aufgaben im Untergrund aufzeigen. In erster Linie sollen damit die Planungsbehörden sensibilisiert werden, bei ihren Planungen dem Aspekt des Untergrundes gebührend Rechnung zu tragen.

Dass der Untergrund künftig vermehrt in den Fokus der Planung rücken muss, sind sich auch einzelne Mitglieder des Parlaments bewusst. Dies zeigen diverse parlamentarische Vorstösse. Bereits vor zehn Jahren hielt Nationalrätin Kathy Riklin fest: «An der Oberfläche wird es eng. Für die Gewährleistung der Bedürfnisse von Gesellschaft und Wirtschaft wird immer mehr Raum im Untergrund genutzt (Tunnelbauten, Elektrizitätskabel, Gaspipelines, geologische Tiefenlager für radioaktive Abfälle oder CO2 usw.). Solche Nutzungen sind in den meisten Fällen kantonsübergreifend. Der tiefe Untergrund birgt zudem natürliche Ressourcen wie Erdöl/Erdgas, mineralische Rohstoffe und geothermische Energie. Insbesondere die Nutzung der geothermischen Energie greift immer häufiger und durch leistungsfähigere Technik auch tiefer in den Untergrund ein. Die Verfügungsgewalt über den Untergrund ist jedoch, wenn überhaupt, nur marginal und für einzelne Ansprüche geregelt. Es gilt bis heute: Wer zuerst nutzt, verhindert spätere, vielleicht wichtigere Nutzungen. Dies schränkt die Möglichkeiten der nachfolgenden Generationen in ungebührender Weise ein.» (Interpellation 09.3806 Riklin)

Der Bundesrat hielt in seiner Antwort fest, dass es «unbestritten ist, dass die Situation verbessert werden muss. Dem Untergrund wird heute nur punktuell und sektoriell bei konkreten Vorhaben Rechnung getragen. Bei Studien und Entwürfen zu Richt- und Nutzungsplänen geschieht dies jedoch nur selten. Diese noch ungenügende Berücksichtigung, verbunden mit noch lückenhaften Kenntnissen des Untergrundes, bleibt nicht ohne Folgen: schlechte Ressourcenverwendung, Nutzungskonflikte, übermässige Kosten bis hin zu erhöhten Störfallrisiken. Die Bedenken der Interpellantin sind daher berechtigt.» (Interpellation 09.3806 Riklin). Aufgrund der Antwort des Bundesrates verlangte die Interpellantin daraufhin vom Bundesrat einen Bericht, in dem dieser darlegen sollte, wie die Nutzung des Untergrundes auf nationaler und kantonaler Ebene derzeit rechtlich geregelt ist und welche Möglichkeiten und Konzepte bestehen, die nachhaltige Nutzung des Untergrundes in der Schweiz besser zu regeln (Postulat 11.3229).

Im Jahr 2016 stellte Nationalrat Karl Vogler (in seinem Postulat 16.4108) erneut fest: «Die Nutzung des Untergrunds und deren Bedeutung nehmen zu und werden weiter zunehmen. Bis heute fehlt es aber meistenorts an einer sinnvollen Regulierung und Koordination dieser Tätigkeiten.» Er verlangte deshalb die Erhebung nötiger raumbezogener Daten zum Untergrund. Nur so könne Raumplanung im Untergrund stattfinden. «Ohne diese Daten bleibt die dringlich notwendige Raumplanung unter der Erdoberfläche schwierig und mangelhaft.»

Bei allen Vorstössen erkannte der Bundesrat Handlungsbedarf. Zu den erwähnten Postulaten von 2011 und 2016 erstellte der Bundesrat zudem je einen Bericht, der sich mit der Raumplanung im Untergrund befasste und Massnahmen sowie Verbesserungsvorschläge enthielt (BUNDESRAT 2014 und BUNDESRAT 2018b). Dies waren jedoch nicht die einzigen Anstrengungen im Parlament, die Nutzung des Untergrundes zu regeln. Es gab weitere Vorstösse im eidgenössischen Parlament, wie beispielsweise die Motion Gutzwiller aus dem Jahr 2009 (siehe Auswahl im Anhang). Der Bundesrat nahm zudem das Postulat Vogler zum Anlass, eine Anpassung des Bundesgesetzes über Geoinformation zu lancieren. Das revidierte Gesetz soll festlegen, wie geologische Datengrundlagen für die Raumplanung gewonnen und zusammengeführt werden. Der Bundesrat hat erkannt, dass ein entsprechendes Wissens unabdingbar ist, um die verschiedenen Nutzungen im Untergrund zu koordinieren – sowohl über die geologischen Verhältnisse, als auch über bereits bestehende Nutzungen (vgl. Kap. 4).

Auch in vielen Kantonen steht das Thema auf der politischen Agenda, wie diverse Vorstösse und Gesetzesanpassungen zeigen. So wurden beispielsweise im Kanton Basel Stadt im Rahmen des kantonalen Projektes «Nutzung des städtischen Untergrundes» verschiedene Massnahmen identifiziert und bereits in die Wege geleitet (siehe Anhang E).

Dazu kommen die Diskussionen in der Öffentlichkeit, welche in verschiedenen Fach- und Zeitungsartikeln sowie TV-Beiträgen zu verfolgen sind (vgl. Kap. 2.1).

1.2 Forschungsfragen

Die vorangegangene Übersicht zeigt, dass der bislang stiefmütterlich behandelte Untergrund künftig vermehrt in den Fokus der Planung rücken muss. Der Druck auf das bestehende Baugebiet, der technologische Fortschritt und der gesellschaftliche Wandel steigern das Interesse am unterirdischen Raum. Damit steigt auch die Zahl der involvierten Akteure. Dies erhöht den Druck auf den Untergrund noch mehr und sorgt für neue Konflikte. Eine Koordination beziehungsweise eine strategische Planung wird unabdingbar. Diese Aufgabe ist nicht einfach. Planung, Interessenabwägung und Koordination erweisen sich im Untergrund als besonders komplex. Die Planungsbehörden haben noch wenig Erfahrung damit. Dazu kommt das für viele Raumplaner unbekannte und wenig beachtete geologische Terrain. Der Arbeit liegen deshalb folgende Fragestellungen zugrunde:

Wie wird der Untergrund raumplanerisch erfasst?

Der Untergrund wird zu unterschiedlichen Zwecken genutzt: Strassentunnels, Grundwassernutzung, Kanalisationen, Leitungstunnels, Erdwärmesonden, Lagerung (Keller, Tiefgaragen) oder zur Entsorgung von Abfällen. Diese Vorhaben unterstehen unterschiedlichen Regulierungen. Welche Rolle spielt bei diesen Projekten die Raumplanung? Wird der Untergrund überhaupt raumplanerisch erfasst?

Können die bestehenden planerischen Instrumente den Untergrund ausreichend erfassen?

Planungs- und Projektierungsprozesse im unterirdischen Raum sind anspruchsvoll. Je umfassender der Untergrund einbezogen wird und je strategischer die Planungen werden, desto grösser werden die Herausforderungen. Reicht dazu das bestehende raumplanerische Instrumentarium oder braucht es neue Instrumente?

Welche Folgen zeitigt die Innenentwicklung für den Untergrund?

Mit dem Paradigmenwechsel durch RPG 1 ist die Innenentwicklung bei den Städten und Gemeinden angekommen. Was bedeutet das für den Untergrund? Bereits heute werden immer mehr Bauten und Anlagen in den Untergrund «versorgt». Wie geht diese Entwicklung weiter? Die Forschungsfrage kann jedoch auch umgedreht werden: Wie kann der Untergrund die Innenentwicklung beeinflussen?

1.3 Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen

In der vorliegenden Arbeit wird aufgezeigt, wie der Untergrund von der Raumplanung erfasst wird und welche Konflikte dabei auftreten. Zum besseren Verständnis wird zu Beginn nach einer begrifflichen Definition des Untergrunds gesucht. Danach steht der Untergrund als Ressource im Vordergrund. Um mehr über die Konflikte im Untergrund zu erfahren, bedarf es zunächst einer Übersicht über die verschiedenen Nutzungen im Untergrund. Das zweite Kapitel dreht sich um die Regulierungen im Untergrund, die geprägt sind vom Eigentumsrecht einerseits und dem öffentlichen Recht andererseits. Da die planerische Erfassung des Untergrunds im Zentrum dieser Arbeit steht, wird im darauf folgenden Kapitel auf die dazu nötigen raumplanerischen Instrumente eingegangen. Dies unter anderem im Hinblick auf die Frage, ob die bestehenden planerischen Instrumente den Untergrund ausreichend erfassen können oder ob es allenfalls neuer Planungsinstrumente bedarf. Die kategorisierten Nutzungen werden in einem weiteren Kapitel näher erläutert, mit kurzen Fallbeispielen ergänzt und auf ihr Konfliktpotential untersucht. Der Fokus liegt dabei vor allem auf den denjenigen Nutzungen, die im beziehungsweise unterhalb des Siedlungsgebiets vorkommen. Für eine vorausschauende Planung sind Datengrundlagen enorm wichtig. Dies gilt vor allem im Untergrund, wo der Ist-Zustand nicht einfach so sichtbar ist. Deshalb wird diesem Thema ein eigenes Kapitel gewidmet. Weiter lohnt sich in einem weiteren Kapitel ein Blick über die Landesgrenze – sind doch gewisse ausländische Städte bereits deutlich weiter, was die Planung im Untergrund anbelangt. Zum Schluss wird aus der Analyse ein Fazit gezogen und es werden – ausgehend von diesen Schlussfolgerungen – Empfehlungen formuliert.

Methodisch liegt der Arbeit ein erklärungsorientierter Forschungsansatz zugrunde. Über diesen Ansatz soll im Allgemeinen geklärt werden, warum gewisse Phänomene in der Wirklichkeit auftreten. Im Zentrum der Arbeit steht deshalb eine Situationsanalyse der planerischen Erfassung des Untergrunds in der Schweiz. Mittels kategorisierten Beispielen verschiedener Nutzungen sollen die beschriebenen Phänomene näher untersucht werden. Die Erkenntnisse aus der Situationsanalyse und den Beispielen führen schliesslich zu Empfehlungen, wie der Untergrund künftig besser (oder überhaupt) in die Planung einbezogen werden kann. Zum Erkenntnisgewinn tragen auch Gespräche bei, die mit einzelnen Akteuren geführt wurden. Diese Gespräche wurden nicht im Sinne strukturierter Interviews durchgeführt.

2 Der Untergrund

2.1 Stand der Forschung

Der Untergrund war in den letzten Jahren immer wieder Thema öffentlicher Diskussionen - vermehrt auch im Zusammenhang mit der Raumplanung. So wird in Medien und technischen Fachzeitschriften von «Chaos im Untergrund» (Krummenacher 2013) und «Erdwärmesonden im Dichtestress» (Knüsel 2015) berichtet. Das SRF-Wissensmagazin Einstein zeigte unter dem Titel «Platzmangel: Die Zukunft liegt im Untergrund» die verschiedenen Facetten des Themas (SRF 2017). Das Forschungsmagazin Horizonte spricht in seiner Ausgabe vom September 2018 von einem «Wilden Westen im Untergrund». Der «Dichtestress unter Tage» führe zu einem «Ansturm auf die neuen Ressourcen» (Ruiz 2018: 12). Die Zeitschrift Hochparterre hat sich ebenfalls mit einem ganzen Themenheft «Im Untergrund» umgeschaut (u.a. MARTI 2019).

Die Raumplanung auf kantonaler Ebene beschäftigt sich vereinzelt mit der Problematik, wie eine Bestandsaufnahme im Auftrag des ARE aus dem Jahr 2011 aufzeigt. In dieser «Etude sur la règlementation des usages du sous-sol au niveau fédéral et cantonal» wurde die den Untergrund betreffende Gesetzeslage auf Kantons- und Bundesebene untersucht (KNOEPFEL ET AL. 2011).

In diesem Kontext entstand auch 2011 die Masterarbeit von Vincent LAURENT: «Perspectives et défis de la gestion durable du sous-sol en Suisse.» Diese Untersuchung stellt den Untergrund als natürliche Ressource in den Kontext des Ansatzes des institutionellen Ressourcenregimes (LAURENT 2011). 2018 hat Nicolas HOFER in seiner Masterarbeit am Geographischen Institut der Universität Bern ebenfalls den raumplanerischen Umgang mit Konflikten im Untergrund analysiert. Auch er bedient sich des Analysemodells des institutionellen Ressourcenregimes, mit welchem er das Gefüge aus Akteuren und Institutionen erfasst, welche in Zusammenhang mit der Nutzung von Gütern und Dienstleistungen der Ressource stehen. Anhand der Durchmesserlinie Zürich untersucht er im Einzelnen, welche dieser Konflikte in welcher Ausprägung lokal im Rahmen eines grossen Verkehrsprojekts auftauchen (HOFER 2018). Auf das Konfliktpotential und mögliche Synergien der verschiedenen Nutzungen im Untergrund weist Pascal BLUNIER bereits 2009 in seiner Dissertation «Méthodologie de gestion durable des ressources du sous-sol urbain» hin. Er zeigt, dass eine flächendeckende Koordination der Nutzung des Untergrundes nicht nur sinnvoll Konflikten vorbeugt, sondern auch zur synergetischen Nutzung der Ressource beitragen kann (BLUNIER 2009).

Mit dem Recht im Untergrund – schwergewichtig mit der Eigentumsfrage – haben sich in der letzten Zeit verschiedene Autorinnen und Autoren beschäftigt. So erarbeiteten Leonie DÖRIG und Andreas ABEGG 2018 im Auftrag der Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) und der Energiedirektorenkonferenz (EnDK) ein Rechtsgutachten zum «Untergrund im Recht», worin es vor allem um das Grundeigentum und allfällige Entschädigungsforderungen bei Eigentumseingriffen im Untergrund ging (ABEGG/DÖRIG 2018). Die Autorin und der Autor haben in weiteren Artikeln das Thema vertieft. 2017 verfasste Michael FUCHS seine Abschlussarbeit am CUREM (MAS in Real Estate) zur «vertikalen Ausdehnung des Grundeigentums - unter besonderer Berücksichtigung der Nutzung des (tiefen) Untergrundes» (FUCHS 2017).

Der «Fachkreis Nutzung des Untergrundes FNU» beschäftigt sich seit längerem vertieft mit dem Untergrund in der Raumplanung. Im FNU haben sich natürliche Personen zusammengeschlossen, die an Fragen interessiert sind, die sich im Zusammenhang mit der Nutzung des Untergrunds in der Schweiz stellen. Zurzeit sind 19 Mitglieder zu verzeichnen, welche aus verschiedenen beruflichen Fachrichtungen (Raumplanung, Geologie, Jura, Ingenieurwesen, Architektur usw.) stammen und sich ein bis zwei Mal pro Jahr zu einem ganztägigen Workshop treffen. Der FNU arbeitet auf eigene Initiative hin an einem Handbuch zum Untergrund. Darin möchte er anhand von Fallstudien und Testplanungen Erfahrungen mit der unterirdischen Raumplanung sammeln und konkrete Lösungsansätze ausprobieren. Es brauche, so der Fachkreis, eine Aufklärungskampagne bei den kantonalen Behörden, um die Koordination raumwirksamer Tätigkeiten auch im Untergrund einzufordern. Nötig seien zudem Raumplaner, die im unterirdischen Raum Planende und Bauende auf dem gesamten Verfahrensweg begleiten können (MARTI 2019: 15).

Jenseits der Landesgrenzen hat das Deutsche Umweltbundesamt 2015 eine umfangreiche zweiteilige Studie zum Thema veröffentlicht (Umweltbundesamt 2015a+b). Dabei standen im ersten Teil die geologischen Grundlagen zur Nutzung des Untergrundes im Zentrum. Im zweiten Teil befassten sich die Autoren mit den planerischen Grundlagen, dem Umgang mit diesen Nutzungskonflikten und den rechtlichen Rahmenbedingungen einer unterirdischen Raumplanung. Im Mittelpunkt stand die Frage, ob mit dem bestehenden Instrumentarium der oberirdischen Raumplanung auch das Konzept einer untertägigen Raumplanung verfolgt werden kann. Die Autoren kamen unter anderem zum Schluss, dass das aktuell bestehende gesetzliche Instrumentarium ein grundsätzlich geeignetes Gerüst für den Umgang mit potenziellen Nutzungskonflikten im unterirdischen Raum darstellt. Ausgehend von diesen Studien wurde 2018 ein ausführlicher Abschlussbericht mit Modellstudien und Best-Practice-Beispielen verfasst. Darin wurde festgehalten, dass die unterirdische Raumplanung künftig als integraler Teil der räumlichen Planung verstanden werden sollte, «denn die grosse Vielfalt unter- und oberirdischer Raumansprüche bestätigt die Sinnhaftigkeit raumordnerischer Betrachtungen und Abwägungen. Aufgrund der anwachsenden Ansprüche an den unterirdischen Raum ist bezüglich seiner Nutzung zukünftig ein erhöhter Abstimmungsbedarf zu erwarten, als dies in den vorigen Jahrzehnten der Fall war. Die mit Raumordnung befassten Behörden sind prädestiniert dafür, derartige Abstimmungen durchzuführen» (UMWELTBUNDESAMT 2018: 25).

2.2 Begriffsklärung Untergrund

Wie erwähnt haben sich in den vergangenen Jahren viele Akteure auf verschiedenen Ebenen mit dem Untergrund beschäftigt, parlamentarische Vorstösse wurden eingereicht und Debatten geführt. Dabei hat sich gezeigt, dass nicht alle das Gleiche meinen, wenn sie vom «Untergrund» reden. Dies hängt auch damit zusammen, dass der «Untergrund» kein klar definierter Begriff ist (RUCH 2016: 672). Auf eidgenössischer Ebene unterscheidet zwar das Schweizerische Zivilgesetzbuch ZGB zwischen dem «Grund und Boden», dem «Luftraum» und dem «Erdreich» (Art. 667 Abs. 1 ZGB). Wo genau dieses Erdreich beginnt, ist jedoch nicht ersichtlich. Die Verordnung über die Landesgeologie LGeolV definiert den sogenannten «geologischen Untergrund» als «Teil der Erde und ihrer Inhaltsstoffe (insbesondere Steine und Erden, Erze, Mineralien, Erdöl, Erdgas, Grundwasser, Erdwärme), der sich durch die Erdoberfläche von der Atmosphäre und den Oberflächengewässern abgrenzt» (Art. 2 Abs. 1 Bst. b LGeolV). In der Raumplanungsgesetzgebung wird der Begriff auf Bundesebene nicht verwendet.

Auch die Kantone verwenden den Begriff unterschiedlich. ABEGG/DÖRIG zeigen in ihrem Bericht, wie der Begriff in kantonalen Erlassen verwendet wird (ABEGG/DÖRIG 2018: 3): Während einige den gesamten Bereich unterhalb der Erdoberfläche als «Untergrund» bezeichnen, verwenden andere Kantone diesen Begriff nur für jenen Bereich, der sich unterhalb des privatrechtlichen Grundeigentums befindet. In diesem Sinne werden im Kanton Aargau unter «Nutzung des tiefen Untergrunds» Nutzungen «in der Erdtiefe ausserhalb des gemäss Privatrecht geschützten Eigentums verstanden» (§ 2 Abs. 2 Gesetz über die Nutzung des tiefen Untergrunds und die Gewinnung von Bodenschätzen des Kantons Aargau). Der Kanton Basel Landschaft unterscheidet bei der Energiegewinnung aus dem Untergrund noch «zwischen oberflächennahem Untergrund (< 600 m) und tiefem Untergrund (> 600 m)» (§ 22 Abs. 3 Energiegesetz des Kantons Basel Landschaft). In Solothurn wollte der Gesetzgeber den Untergrund folgendermassen differenzieren: «Als tiefer Untergrund gilt das Erdinnere ausserhalb des durch das Privatrecht geschützten Eigentums, in jedem Fall aber der Bereich ab einer Tiefe von 400 Metern.» Die Arbeiten für ein neues Solothurner «Gesetz über den tiefen Untergrund und Bodenschätze» wurde jedoch inzwischen eingestellt. Der Kanton Zürich definiert als Untergrund denjenigen «Teil der Erde, der sich durch die Erdoberfläche von der Atmosphäre und den oberirdischen Gewässern abgrenzt. Zum Untergrund gehören auch die Bodenschätze und die herrenlosen Naturkörper nach Art. 724 ZGB.» (§ 2 Entwurf Gesetz über die Nutzung des Untergrundes des Kantons Zürich).

Die unterschiedliche Verwendung des Begriffs ist an sich nicht problematisch und wiederspiegelt den Föderalismus in der Schweizer Raumplanung. Es kann jedoch im Einzelfall zu Missverständnissen führen. Dies zum Beispiel, wenn Projekte über die Kantonsgrenzen hinaus realisiert werden (wie z.B. das Projekt Cargo sous terrain, Kap. 3.2.1). Für die vorliegende Arbeit wird der Begriff «Untergrund» wie bei ABEGG/DÖRIG für den «gesamten Bereich unterhalb der Erdoberfläche - mitsamt all seinen Ressourcen» verwendet (ABEGG/DÖRIG 2019: 5).[3]

Der Untergrund kann ausgehend vom Eigentum noch weiter in einen privaten und einen öffentlichen Untergrund unterschieden werden (vgl. Tabelle A im Anhang). Als «privater Untergrund» wird der unterirdische Raum bezeichnet, der noch zum Grundeigentum und folglich zum Grundstück gehört. «Öffentlicher Untergrund» ist jener Bereich des Untergrunds, der sich unterhalb des privaten Untergrunds befindet (ABEGG/DÖRIG 2018: 2). Das Nutzungsrecht am öffentlichen Untergrund können die Kantone über das öffentliche Recht regeln (zur Eigentumsfrage vgl. Kap. 2.4.2). Verzichtet wird in der vorliegenden Arbeit auf eine systematische Unterteilung in einen «tiefen» und einen «weniger tiefen oder untiefen» Untergrund. Der Untergrund soll gesamtheitlich betrachtet werden. Deshalb soll neben einer eigentumsrechtlichen Unterscheidung keine weitere Differenzierung des Untergrunds erfolgen.

[3] Vorliegend wird der Begriff des «unterirdischen Raums» synonym zum definierten «Untergrund» verwendet.

2.3 Nutzungen im Untergrund

2.3.1 Ressource Boden

Die Bodenkundliche Gesellschaft Schweiz BGS definiert Boden als «äusserste Schicht der Erdkruste, die durch Lebewesen geprägt wird» (BGS 1998: 1). Die BGS hält ausdrücklich fest, dass eine statische Definition von Boden heute nicht mehr genügen könne, sondern dass natürlicher Boden als System zu verstehen sei. Dabei werde bewusst auf eine Tiefenangabe verzichtet. Bodenmikroorganismen seien beispielsweise im «Grundwasser wie auch im kaum angewitterten Gestein nachweisbar; somit kann die Bodenbildung in grosse Tiefen hinabreichen» (BGS 1998: 4). Es rechtfertigt sich demnach, den Untergrund als Teil der Ressource Boden zu verstehen. Dies umso mehr als vorliegend die Raumplanung im Fokus der Untersuchungen steht und diese den Untergrund nicht erwähnt (Kap. 2.4.3).

Die Ressource Boden erbringt verschiedene Leistungen für Mensch und Umwelt. Im Einklang mit den international gebräuchlichen Definitionen unterscheidet das Bundesamt für Umwelt BAFU folgende Bodenfunktionen (BAFU 2019a):

- Fähigkeit des Bodens, Organismen als Lebensgrundlage zu dienen und zur Erhaltung der Vielfalt von Ökosystemen, Arten und deren genetischer Vielfalt beizutragen.
- Regulierungsfunktion: Fähigkeit des Bodens, Stoff- und Energiekreisläufe zu regulieren, Filter-, Puffer- oder Speicherfunktionen wahrzunehmen sowie Stoffe umzuwandeln.
- Produktionsfunktion: Fähigkeit des Bodens, Biomasse zu produzieren, d. h. Nahrungs- und Futtermittel sowie Holz und Fasern.
- Trägerfunktion: Fähigkeit des Bodens, als Baugrund zu dienen.
- Rohstofffunktion: Fähigkeit des Bodens, Rohstoffe, Wasser und geothermische Energie zu speichern.
- Archivfunktion: Fähigkeit des Bodens, Informationen der Natur- und Kulturgeschichte zu bewahren.

Die drei erstgenannten Bodenfunktionen stellen primär ökologische Funktionen dar. Diese kann der Boden nur erfüllen, wenn die Störfaktoren gering sind. Die letzten drei Funktionen beziehen sich dagegen eher auf menschliche Aktivitäten. Sie stehen in einer direkten Beziehung zum Menschen. Oft reichen diese Aktivitäten weit zurück – die Menschheit nutzt und bewirtschaftet den Boden seit Tausenden von Jahren und hat die Erdoberfläche mitgeprägt. Gleichzeitig bedroht die übermässige Nutzung des Bodens durch den Menschen die Ressource. Gemäss aktuellen Zahlen greift der Mensch auf mehr als 70 Prozent der eisfreien Erdoberfläche direkt ein, dies vor allem für die Produktion von Nahrungsmitteln (IPCC 2019: 2). Diese Eingriffe, zusammen mit der Versiegelung und weiteren Belastungen wie Bodenverdichtung, Schadstoffeinträge und Erosion gefährden die Bodenfunktionen zunehmend (GRÊT-REGAMEY ET AL. 2018: 11).

2.3.2 Funktionale Gliederung der Nutzungen im Untergrund

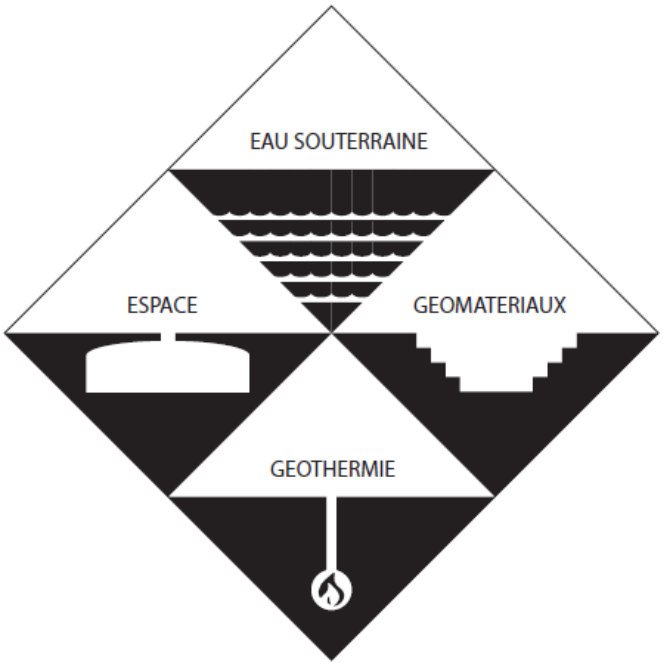
Was für den Boden gesamthaft gilt, gilt gleichfalls für den Untergrund. Auch der Untergrund hat verschiedene Funktionen und wird für unterschiedlichste Nutzungen beansprucht. Diese sind den Nutzungen an der Oberfläche durchaus ähnlich, kommen jedoch in anderer Ausprägung vor.

Auch der unterirdische Raum wurde bereits in den frühen Jahren der Menschheit genutzt, beispielsweise in Form von Höhlen als Wohn- oder Lagerraum und als Ort des Schutzes vor Wetter und anderen Gefahren. Im Mittelalter waren unterirdische Fluchtwege und Geheimgänge ein wichtiger Bestandteil der Stadtplanung. Im 20. Jahrhundert intensivierte sich die Nutzung durch den technologischen Fortschritt und die Folgen der Industrialisierung. Neue bauliche Möglichkeiten durch Fortschritte im Tunnelbau sowie moderne Baumaterialien wie Stahlbeton ermöglichten unterirdische Infrastruktur – weitestgehend unabhängig von geologischen Gegebenheiten. Weiter wurden vermehrt auch Rohstoffe im Untergrund abgebaut (HOFER 2018: 10).

Dieser Trend ist ungebrochen. Die Kombination aus neuen Möglichkeiten, einfacherem Zugang und steigendem Flächenbedarf steigert den Druck auf die Ressource Untergrund (HAAG 2011: 3). Die tatsächliche Nutzung des jeweiligen Raums ist schliesslich von verschiedenen Faktoren abhängig. Neben den geologischen Voraussetzungen und der Nutzungstiefe spielt auch die Vorbelastung durch andere Nutzungen eine wichtige Rolle.

Auch wenn in der vorliegenden Arbeit der Fokus auf den menschlichen Aktivitäten (und im Speziellen auf der baulichen Innenentwicklung) und nicht auf den ökologischen Funktionen liegt, sollen in einem ersten Schritt alle Nutzungen des Untergrunds gesammelt werden. Zur besseren Übersicht werden die Nutzungen in verschiedenen Kategorien zusammengefasst. Eine solche Kategorisierung des Untergrunds haben schon diverse Autoren vorgenommen.

Abbildung 1: Die Ressourcen des Untergrunds nach BLUNIER



Quelle: BLUNIER 2009: 17.

So definiert beispielsweise BLUNIER im Rahmen seiner Untersuchung verschiedene Nutzungen des unterirdischen Raums. Er konzentriert sich dabei primär auf den Untergrund im urbanen Umfeld. BLUNIER unterscheidet vier grundsätzliche Arten der Nutzung: Raum, Grundwasser, mineralische Rohstoffe und Geothermie (vgl. Abb. 1). Diese stark vereinfachende Kategorisierung hat den Vorteil, dass sie sehr überschaubar und verständlich ist. Jedoch wird sie wohl – auch wenn sich der Autor auf

die Nutzungen im urbanen Untergrund beschränkt hat – der Diversität der Nutzungen nicht gerecht. Zudem schliesst BLUNIER oberflächennahe Infrastrukturnutzungen wie Gas-, Wasser- oder Stromleitungen explizit aus. Für die vorliegende Arbeit im Spannungsfeld der Innenentwicklung sind jedoch auch diese Nutzungen von grosser Bedeutung.

Eine weitere Unterscheidung hat LAURENT in seiner Masterarbeit vorgenommen. Er basiert seine Unterscheidung auf der Arbeit von BLUNIER (BLUNIER 2009) und anderen Autoren. Aus den von ihnen vorgeschlagenen Unterteilungen generiert er sechs Kategorien, welche er jeweils einer von zwei Dimensionen zuteilt: Zur «*räumlichen*» Dimension zählen alle Nutzungen des unterirdischen Raumes, während zur «*physischen*» Dimension alle Nutzung der geologischen Ressource gehören.

- Die erste Kategorie A umfasst die unterirdische Infrastruktur und wird der räumlichen Dimension zugeteilt. LAURENT unterscheidet fünf Unterkategorien, in denen spezifische Nutzungen erfasst werden. (A1) unterirdische Bauten wie Garagen, Geschäfte und industrielle Nutzungen, (A2) Rohrleitungen für die Gas- und Wasserversorgung, (A3) militärische Bauten und Anlagen wie Atombunker, Zivilschutzbunker, Militärbasen, (A4) Verkehrsinfrastruktur wie Strassen- und Eisenbahntunnels, (A5) Elektrische Leitungen für Elektrizitäts- und Telekommunikationsnetzwerke.
- Kategorie B fällt ebenfalls in die räumliche Dimension und unterscheidet in drei Unterkategorien die Lagerung und Entsorgung von Abfällen: (B1) Lagerung von radioaktiven Abfällen, (B2) Deponien für Abfälle, Inertstoffe und Reststoffe, (B3) Speicherung von CO2.
- Die Kategorie C beinhaltet die Nutzungen im Zusammenhang mit dem Grundwasser und zählt zur physischen Dimension. Dabei wird zwischen der (C1) Speicherung von Wasser und der (C2) Gewinnung von Grundwasser unterschieden.
- Die Gewinnung von mineralischen Rohstoffen wird in der Kategorie D zusammengefasst und gehört zur physischen Dimension. LAURENT unterscheidet zwischen dem Gewinnen von (D1) Steinen und Erden: Mineralien, Kies und andere Gesteine, (D2) Metallen: Eisen und Edelmetallen, (D3) Kohlewasserstoffen: Kohle, Gas und Öl, (D4) Ölschiefer und (D5) Salzen.
- Innerhalb der Kategorie E werden die geothermischen Nutzungen in drei Unterkategorien unterteilt, welche alle zur physischen Dimension gehören. (E1) Erdsonden: Nutzung der Erdwärme mittels eines Leiters, (E2) Hydrothermie: Nutzung der Wärme des Grundwassers und (E3) Tiefengeothermie: Gewinnung der Wärme aus kristallinen Schichten.
- Als letzte Kategorie F definiert LAURENT Nutzungen durch die Archäologie, welche er zur physischen Dimension zählt und in zwei Unterkategorien unterteilt. (F1) Erhaltung von archäologischen Fundstätten und (F2) Ausgrabung von archäologischen Funden.

LAURENT hält mit seiner Kategorisierung beziehungsweise der grundlegenden Einteilung in die zwei Dimensionen Nutzungen auseinander, die den Untergrund als Raum beanspruchen und solche die in Zusammenhang mit der physisch-materiellen Ressource Untergrund stehen. Dies erscheint durchaus sinnvoll. Auswirkungen können diese Nutzungen jedoch nicht nur innerhalb ihrer Dimension zeitigen (dazu auch HOFER 2018: 33). So können Nutzungskonflikte durchaus auch mit Nutzungen der jeweils anderen Dimension entstehen. Dazu gibt es gewisse Nutzungen, die weder der einen noch der ande-

ren Kategorie eindeutig zuzuordnen sind (so beispielsweise die archäologischen Aspekte des Untergrunds oder die Lagerung von radioaktiven Abfällen).

Auch der Bundesrat hat sich zu den Nutzungen im unterirdischen Raum geäussert. Er vereinfacht erneut, indem er die Nutzungen in drei Kategorien zusammenfasst:

Tabelle 1: Kategorisierung der Nutzungen im Untergrund gemäss Bundesrat.

Nutzung des Untergrunds als	**Beispiele**
A. Baugrund für Infrastrukturen	Unterirdische Gebäude, Tunnel, Leitungstrassees
B. Speicherung / Entsorgung	Erdgas- oder CO2-Speicherung, Entsorgung radioaktiver Abfälle
C. Rohstoffabbau / Ressourcennutzung	Historisch vor allem Grundwasser, Mineral- und Thermalwasser, Steine, Erden und Salz, seit wenigen Jahren vermehrt (Tiefen-) Geothermie, Kohlenwasserstoffe

Quelle: BUNDESRAT 2014: 4.

Die erste Kategorie (Kategorie A) erfasst den Untergrund als Baugrund für Infrastrukturen. Dies können zum Beispiel unterirdische Gebäude, Tunnel, Leitungen oder andere Bauten und Anlagen sein. In die Kategorie B fallen Nutzungen zur Speicherung und Entsorgung wie Erdgas- oder CO2-Speicherung oder die Entsorgung von radioaktiven Abfällen. Als letzte Kategorie nennt der Bundesrat den Rohstoffabbau und die Ressourcennutzung (Kategorie C). Darunter subsumiert er die älteren Nutzungen von Grund-, Mineral- und Thermalwasser, Steinen, Erden und Salzen sowie neuere Nutzungen von Geothermie und Kohlewasserstoffen.

ABEGG und DÖRIG unterscheiden dagegen wie BLUNIER vier Ressourcen im Untergrund: Raum, Grundwasser, mineralische Rohstoffe und Erdwärme. In ihrem Bericht werden diese Begriffe folgendermassen verwendet:

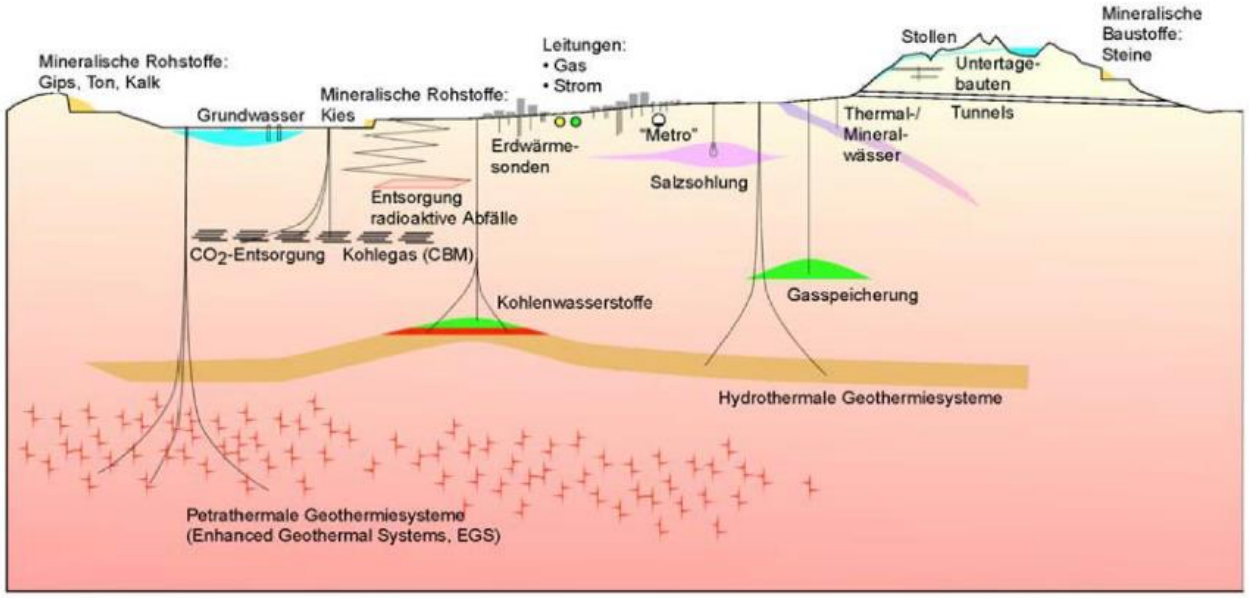
Tabelle 2: Kategorisierung der Nutzungen im Untergrund gemäss ABEGG/DÖRIG.

Untergrund = gesamter Bereich unterhalb der Erdoberfläche mitsamt seinen Inhaltsstoffen und physikalischen Eigenschaften.	**Raum** = gesamter Raum unterhalb der Erdoberfläche.
	Grundwasser = alles tropfbar-flüssige Wasser, welches sich natürlicherweise unterhalb der Erdoberfläche befindet.
	Mineralische Rohstoffe = alle Materialien unterhalb der Erdoberfläche, die sich im Laufe der Erdgeschichte durch geologische Prozesse angereichert haben und sich nur in geologischen Zeiträumen (Jahrmillionen) erneuern. Dazu gehören z.B. Hartgesteine, Kies, Uranerz, Erdgas, Gips und Salz.
	Erdwärme = die thermische Energie, die unterhalb der Erdoberfläche vorhanden ist, unabhängig von ihrer Temperatur, ihrer Quelle und ihrem Träger.

Quelle: ABEGG/DÖRIG 2018: 31.

Aus einem Vergleich der vorgestellten Kategorisierungen kann Folgendes geschlossen werden: Einerseits wird der Untergrund als Baugrund beziehungsweise als Raum für Infrastrukturen genutzt («räumliche» Nutzung). Das heisst wir «versorgen» Infrastrukturbauten für Verkehr, Energie, Wasser, Entsorgung usw. im unterirdischen Raum. Andererseits nutzen wir die physischen Ressourcen, welche uns der Untergrund zu bieten hat (Rohstoffe wie Kohlenwasserstoffe, Grundwasser, Geothermie usw.; «physische» Nutzung) (ARE 2011: 10). Diese Unterscheidung von LAURENT ist auch für die vorliegende Arbeit relevant. Im Fokus liegt die Nutzung des unterirdischen Raums als Baugrund im Zusammenhang mit der Innenentwicklung. Deshalb soll als zusätzliche Kategorie der Aspekt des Städtebaus separat genannt werden. Hier steht nicht primär der unterirdische Baugrund im Vordergrund, sondern die Chance städtebaulicher Optimierungen. So können in urbanen Gebieten vermehrt Nutzungen unter die Erdoberfläche verlegt werden, um gleichzeitig Flächen an der Oberfläche freizuspielen zu können (Kap. 3.2.7).

Abbildung 2: Übersicht über die verschiedenen Nutzungsarten im Untergrund.



Quelle: Häring Markus, Geothermal Explorers Ltd. In: BUNDESRAT 2014.

Der Arbeit liegt damit folgende Unterscheidung der unterirdischen Nutzungen zugrunde[4]:

- Untergrund als Baugrund

  Erstellung unterirdischer Bauten wie Versorgungsleitungen (Wasser, Elektrizität, Daten, Gas), Fundamente, Untergeschosse, Tiefgaragen usw. sowie Führung von Verkehrswegen (Eisenbahn- und Strassentunnel, Unterführungen).

- Entsorgung von Abfällen

  Entsorgung von verschiedenen Abfallarten wie Siedlungsabfällen (z.B. in Unterflurcontainern) oder radioaktiven Abfällen (in Tiefenlagern), Speicherung von Kohlendioxid (CO2), unterirdische Deponien usw.

- Gewinnung von Rohstoffen

  Abbau von nicht-energetischen mineralischen Rohstoffe wie Natursteine, Sand, Kies, Kalk, Mergel, Ton oder Hartgestein; Gewinnung von Kohlenwasserstoffen wie Erdöl und Erdgas.

- Lagerung und Nutzung von Grundwasser

  Speicherung und Gewinnung von Grundwasser, Nutzung als Trinkwasser. Das Grundwasser ist ebenfalls ein Rohstoff, verdient jedoch aufgrund seiner besonderen Bedeutung eine separate Kategorie.

- Gewinnung von Geothermie

  Gewinnung der im Untergrund gespeicherten Erdwärme zu Heizzwecken, als sanitäres Warmwasser oder zur Stromerzeugung. Auch die Erdwärme ist im weitesten Sinn ein Rohstoff, verdient aber eine eigene Kategorie.

- Archäologie

  Schutz von Gebieten mit für die Geschichte bedeutsamen Fundstücken, Ausgrabungen derselben usw.

- Städtebauliche Optimierungen

  Unterkategorie des Untergrunds als Baugrund. Dabei steht jedoch nicht das «Versorgen» von Infrastrukturen im Vordergrund, sondern die Chance städtebaulicher Optimierungen.

[4] Mit dieser Gliederung operiert auch der Fachkreis Nutzung des Untergrunds FNU. In Gesprächen und Vorträgen wurde diese Kategorisierung vorgestellt (FLURY 2019). Eine ähnliche Unterteilung nahm die Arbeitsgruppe des Bundes in ihrem Bericht von 2011 vor (ARE 2011: 10 ff.). Siehe auch HAAG 2012: 11.

2.4 Regulierungen im Untergrund

Die Nutzung des Bodens untersteht verschiedenen Regulierungen. Diese können differenziert werden in die eigentumsrechtliche Grundordnung einerseits und das öffentliche Recht andererseits (GRÊT-REGAMEY ET AL. 2018: 24). Die Regulierungen stehen jedoch nicht ergänzend nebeneinander. Die Interessen der Privaten und die Ansprüche der Öffentlichkeit stehen häufig im Widerstreit zueinander. Grundsätzlich bestimmen zwar das Bundes- und das kantonale Recht zusammen mit den kommunalen Bau- und Zonenordnungen wie und von wem Boden genutzt werden kann und welche Regeln hierfür gelten. Indem die Verfassungen von Bund und Kantonen aber die Eigentumsgarantie anerkennen, bringen sie zum Ausdruck, dass die Besitz- und Eigentumsverhältnisse, wie sie historisch gewachsen sind und weiterhin entstehen, rechtens und schützenswert sind (GRÊT-REGAMEY ET AL. 2018: 24). Es lohnt sich deshalb, vorab einen Blick auf die Eigentumsgarantie im Zusammenhang mit dem Untergrund zu werfen.

2.4.1 Eigentumsgarantie

Die Eigentumsgarantie sichert als verfassungsmässiges Recht (Art. 26 BV) den privaten Raum gegenüber dem Staat. Sie schützt das Privateigentum als rechtliche Institution vor Aufhebung oder Aushöhlung, bewahrt Eigentümer vor unzulässigen Massnahmen und gewährt volle Entschädigung bei Enteignungen oder Eigentumsbeschränkungen, die einer Enteignung gleichkommen (HÄNNI 2016: 16).

Inhaltlich ist die Eigentumsfreiheit vorab als Nutzungs- und Verfügungsrecht, mit Bezug auf den Boden insbesondere als Baufreiheit zu verstehen. Grundeigentümer stützen sich folglich auf die Eigentumsfreiheit, wenn sie bauen möchten. Dabei stellt sich aber die Frage, in welchem Rahmen und unter welchen Voraussetzungen die Baufreiheit gilt (HÄNNI 2016: 27). Neben der Grundeigentümerschaft gibt es nämlich noch viele andere Akteure, welche ein Interesse an einer bestimmten Nutzung des Bodens haben. Ein Grossteil der Böden dient anderen Funktionen als der Bebauung. Damit geht einher, dass ihre Nutzung häufig nicht den Vorstellungen der Grundeigentümer entspricht. Dazu gehört vor allem der Boden ausserhalb der Bauzonen (GRÊT-REGAMEY ET AL. 2018: 25). Das öffentliche Recht greift hier regulierend ein.

2.4.2 Grundeigentum im Untergrund

In Diskussionen um den Untergrund stellt sich immer wieder die Frage nach dem Eigentum und inwiefern Eigentum am Untergrund beansprucht werden kann.[5] An der Oberfläche ist die Antwort verhältnismässig einfach zu finden. Hier sind Grundstücke zur Seite hin klar begrenzt durch die im Grundbuch eingetragenen Parzellengrenzen. Dies schreibt Artikel 942 Absatz 1 ZBG vor: «Über die Rechte an den Grundstücken wird ein Grundbuch geführt». Das Grundbuch ist somit nichts anderes als ein Dokument, welches über die Eigentumsverhältnisse an Grundstücken Auskunft gibt (FUCHS 2017: 14). In der dritten Dimension wird es schwieriger. Lediglich das Stockwerkeigentum ist in seiner

[5] Dazu kommen die Fragen, inwiefern in dieses Eigentum eingegriffen werden kann und ob es sogar enteignet werden darf. Siehe dazu die Ausführungen von ABEGG/DÖRIG (ABEGG/DÖRIG 2018: 66 ff.). Auf diese Aspekte wird in der vorliegenden Arbeit nicht weiter eingegangen.

horizontalen und vertikalen Ausdehnung eindeutig abgrenzbar. Über und vor allem unter der Erdoberfläche ist die Begrenzung des Grundeigentums komplizierter. Das ZGB hält dazu fest: «Das Eigentum an Grund und Boden erstreckt sich nach oben und unten auf den Luftraum und das Erdreich, soweit für die Ausübung des Eigentums ein Interesse besteht» (Art. 667 Abs. 1 ZGB). Die Frage nach der vertikalen Begrenzung des Grundeigentums wird mit dieser Bestimmung zwar schweizweit einheitlich geregelt, die Antwort darauf fällt aber je nach Situation anders aus, da die Beurteilung immer im Einzelfall erfolgen muss.[6] Sie hängt davon ab, welche Nutzungsmöglichkeiten für das konkrete Grundstück bestehen und wie der Grundeigentümer diese in naher Zukunft wahrscheinlich ausüben wird (Ausübungsinteresse; ABEGG/DÖRIG 2019: 5 f.). Das Bundesgericht hält dazu fest: «Das von Art. 667 Abs. 1 ZGB vorausgesetzte schutzwürdige Interesse besteht in Bezug auf einen bestimmten Raum unter dem Erdboden nur, wenn der Eigentümer diesen Raum beherrschen und darin aus dem Eigentum fliessende Nutzungsbefugnisse ausüben kann (positives Interesse), oder wenn Vorkehren Dritter die Nutzung des Grundstücks in diesem Raum beeinträchtigen würden (negatives Interesse). Das ist nach den Umständen des Einzelfalles zu beurteilen» (Urteil BGer 5A_245/2017 vom 4.12.2017, E. 3.1). Der Grundeigentümer hat beispielsweise ein Interesse an der Nutzung des unmittelbaren Raums unter seinem Grundstück, indem er dort Fundamente, Kellergeschosse oder eine Tiefgarage erstellt.[7] Jener Bereich des Untergrunds, in welchem der Grundeigentümer kein schutzwürdiges Interesse an der Ausübung von Nutzungsrechten mehr hat, wird nicht vom Grundeigentum erfasst. An dieser Stelle beginnt der öffentliche Untergrund (ABEGG/DÖRIG 2018: 46). Die Kantone regeln durch kantonales öffentliches Recht, wie dieser Bereich des Untergrunds genutzt werden kann.

Die grundeigentümerverbindliche Nutzungsplanung hat einen grossen Einfluss auf die Beurteilung, wie weit das Eigentum in den Untergrund reicht. Schliesslich hängen die Nutzungsmöglichkeiten davon ab, zu welcher Nutzungszone ein Grundstück gehört. Dies führt dazu, dass sich Grundstücke in der Landwirtschaftszone oder im Waldgebiet weniger weit in die Tiefe erstrecken als zum Beispiel ein Grundstück, auf welchem gemäss geltendem Nutzungsplan eine mehrgeschossige Tiefgarage zonenkonform wäre. Neben der Umschreibung der Zonenkonformität sind für die Beurteilung auch alle weiteren einschlägigen Vorschriften entscheidend, wie insbesondere das Gewässerschutzrecht (ABEGG/DÖRIG 2019: 6). Weiter wird sich das Grundeigentum nur auf jenen Bereich des Untergrunds erstrecken, in welchem die zonenkonforme Nutzung bereits besteht oder in naher Zukunft verwirklicht wird. Wenn es z.B. wahrscheinlich erscheint, dass ein Grundeigentümer demnächst unter seinem Grundstück eine 200 Meter lange Erdwärmesonde erstellt, so erstreckt sich das Grundeigentum entsprechend in den Untergrund – jedoch nur auf jenen Bereich, den diese Erdwärmesonde einnehmen wird. Im übrigen Bereich des Grundstücks wird sich das Grundeigentum nur wenige Meter in die Tiefe erstrecken. Das Grundeigentum reicht also nicht unbedingt für die ganze Liegenschaft gleich weit nach unten, sondern kann sich an verschiedenen Punkten unterschiedlich weit in die Tiefe erstrecken. Daraus folgt gleichzeitig, dass die vertikale Ausdehnung des Grundeigentums immer nur für

[6] Auch das Bundesgericht hielt dies ausdrücklich fest: «Massgeblich bleiben deshalb die Verhältnisse des Einzelfalls. [...] eine rechtliche Abgrenzung zwischen Privateigentum und öffentlichem Grund in Metern würde der Praxis zu Art. 667 ZGB nicht gerecht » (Urteil BGer 5A_245/2017 vom 4.12.2017, E. 3.4).

[7] ABEGG/DÖRIG zeigen in ihrem Rechtsgutachten die Nutzungsrechte an den vier zuvor identifizierten Ressourcen im Untergrund (vgl. Kap. 2.3.2) (ABEGG/DÖRIG 2018: 34 ff.).

einen bestimmten Zeitpunkt beurteilt werden kann. Das verunmöglicht es faktisch, die vertikalen Grundstücksgrenzen statisch im Grundbuch einzutragen (ABEGG/DÖRIG 2019: 6).

2.4.3 Öffentliches Recht im Untergrund

Die Schweiz kennt kein umfassendes Bodenschutzgesetz, das den Boden ganzheitlich betrachtet. Der Schutz des Bodens wird durch die Gesetzgebung verschiedener Politikbereiche geregelt, im Wesentlichen durch das RPG und das Umweltschutzgesetz USG. Es gibt auch kein einzelnes Gesetz, das sich im Speziellen mit dem Untergrund befasst (BUNDESRAT 2014: 5). Die Zuständigkeiten sind zwischen Bund und Kantonen aufgeteilt, die entsprechenden Regelungen finden sich je nach Thema (Raumplanung, Nutzungen, Datenzugang) in unterschiedlichen Erlassen.

Der Bund ist grundsätzlich für die Regelung eigentumsrechtlicher Fragen zuständig (vgl. oben Kap. 2.4.1). Über umfassende Kompetenzen verfügt der Bund zudem bei der Planung und Bewilligung von grossen Verkehrsinfrastrukturen (Eisenbahn, Art. 87 BV und Nationalstrassen, Art. 83 BV), bei Themen des Gewässerschutzes (Art. 76 Abs. 3 BV), im Bereich der Kernenergie (Art. 90 BV) sowie im Bereich des Energietransports (Art. 91 BV). In anderen Bereichen verfügt der Bund bloss über eine «Grundsatzgesetzgebungskompetenz», so im Bereich der Raumplanung (Art. 75 BV), aber auch beispielsweise bei Regelungen über die Nutzung erneuerbarer Energien (Art. 89 Abs. 2 BV).

Den Kantonen obliegt – innerhalb des vom Bund abgesteckten Rahmens – die Raumplanung (Art. 75 BV, siehe unten). Zudem sind die Kantone für den Vollzug gewisser Bundesgesetze zuständig, beispielsweise im Umweltschutzbereich. Im Untergrund bedeutsam sind insbesondere die kantonalen Regelungen bezüglich der Nutzung von Rohstoffen, wie die kantonalen Bergregalgesetze (BUNDESRAT 2014: 5 ff.).

Vorliegend sind für den Umgang mit dem Untergrund vorab das eidgenössische Raumplanungsrecht sowie die spezifischen kantonalen Gesetze hervorzuheben.

Raumplanungsrecht

Gemäss Artikel 2 Absatz 1 RPG erarbeiten Bund, Kantone und Gemeinden die für ihre raumwirksamen Tätigkeiten nötigen Planungen und stimmen sie aufeinander ab. Die Raumplanung ist damit zuständig, die Nutzung des Untergrunds zu planen und verschiedene Nutzungen im Untergrund zu koordinieren. Explizit ist die geordnete Nutzung des unterirdischen Raums heute weder im RPG noch in der Raumplanungsverordnung RPV geregelt (BUNDESRAT 2014: 5). Im Kapitel 3.1 wird gesondert auf das raumplanerische Instrumentarium im Untergrund eingegangen.

Kantonale Regelungen zum Untergrund

Unter der Eigentumsgrenze (vgl. Kap. 2.4.2) gilt der Untergrund als herrenlose und öffentliche Sache gemäss Artikel 664 ZGB und unterliegt somit der Hoheit des Kantons, in dessen Gebiet sich der fragliche Untergrund befindet (HOFER 2018: 37). Dies gibt dem Kanton das Recht, die für diesen Bereich zulässige Nutzung festzulegen (beispielsweise als Regalrechte). Diese Regelungen stützen sich auf

Spezialgesetze, welche zumeist nicht ausschliesslich den Untergrund betreffen, oder auf die kantonalen Bergregale[8] und Untergrundgesetze.

Über spezifische Regelungen zur Nutzung des Untergrundes verfügen heute nur wenige Kantone (Aargau, Bern, Luzern, Thurgau), in drei Kantonen stammt die Gesetzgebung noch aus dem 19. Jahrhundert und in zehn Kantonen fehlt eine solche Regelung vollständig (Bundesrat 2018b: 10). Diverse Kantone sind jedoch daran, «Untergrundgesetze» zu erarbeiten oder bestehende Gesetze zu revidieren. So beispielsweise der Kanton Bern: Über eine Änderung des Bergregalgesetzes möchte er klare Regeln für die Nutzung des öffentlichen Untergrunds schaffen. Der bernische Grosse Rat wird den Vorschlag des Regierungsrats in der Herbstsession 2019 behandeln. Auch andere Kantone sind an entsprechenden Vorbereitungsarbeiten. Treiber für die aktuellen Gesetzgebungsbestrebungen ist in vielen Fällen die Geothermie. Diese wird mit der Umsetzung der Energiestrategie 2050 noch an Wichtigkeit zunehmen (vgl. Kap. 3.2.5).

3 Der Untergrund in der Raumplanung

3.1 Planungspflicht (im Untergrund)

Die Raumplanung «dient der zweckmässigen und haushälterischen Nutzung des Bodens und der geordneten Besiedlung des Landes». Dies hält die Bundesverfassung in Artikel 75 unmissverständlich fest. Ausgehend von dieser Verfassungsbestimmung statuiert das RPG in Artikel 2 eine allgemeine Planungspflicht. Darunter wird die Pflicht verstanden, «über räumliche Nutzungsansprüche im Planungsprozess zu befinden» (ARL/VLP-ASPAN 2008: 210). Sie betrifft alle «raumwirksamen Aufgaben von Bund, Kantonen und Gemeinden» (Art. 2 Abs. 1 RPG). Damit bindet die Planungspflicht einerseits in persönlicher Hinsicht alle Träger raumwirksamer Aufgaben. Hierzu zählen nach dem Wortlaut des Gesetzes Bund, Kantone und Gemeinden. Planungspflichtig sind darüber hinaus auch die Behörden weiterer Ebenen (wie Behörden von Bezirken, Kreisen und Regionen). Gleiches gilt auch für zivilrechtliche Verwaltungsträger, soweit sie mit der Besorgung raumwirksamer Aufgaben betraut sind (TSCHANNEN 2019a: 51). Sachlich erstreckt sich die Planungspflicht andererseits auf die raumwirksamen Aufgaben. Raumwirksam sind Tätigkeiten, «welche die Nutzung des Bodens oder die Besiedlung des Landes verändern oder dazu bestimmt sind, die jeweilige Nutzung des Bodens oder die jeweilige Besiedlung des Landes zu erhalten» (Art. 1 Abs. 1 RPV). Diese Umschreibung wird in der RPV

[8] Die meisten Kantone beanspruchen für ausgewählte mineralische Rohstoffe ein exklusives Nutzungsrecht, indem sie die Nutzung dieser Rohstoffe dem sogenannten *Bergregal* unterstellen (vgl. ABEGG/DÖRIG 2018: 50).

noch weiter konkretisiert, indem beispielhaft raumwirksame Aufgaben aufgezählt werden (Art. 1 Abs. 2 RPV).

Diese Bestimmungen richten sich gemäss Wortlaut an den Boden. Wie erwähnt, wird in der vorliegenden Arbeit der Untergrund als Teil des Bodens verstanden. Damit gilt die Planungspflicht nicht nur an der Erdoberfläche, sondern auch im Untergrund. Dieser Meinung ist auch die herrschende Lehre (ABEGG/DÖRIG 2018: 7, mit weiteren Hinweisen; TSCHANNEN 2019b: 193). Nur wenige Autoren vertreten die Ansicht, dass das Raumplanungsgesetz im Untergrund nicht anwendbar ist (siehe die Aufzählung bei ABEGG/DÖRIG 2018: 7). Auch das Raumkonzept Schweiz[9] weist auf die Planungspflicht im Untergrund hin. Es verlangt, dass «Bund, Kantone, Städte und Gemeinden den Untergrund als integralen Bestandteil der Raumplanung betrachten. Sie erarbeiten die Grundlagen und Instrumente für eine geordnete und koordinierte Nutzung des Untergrunds» (BUNDESRAT ET AL. 2012: 58).

Um den Untergrund stärker in die Raumplanung einzubeziehen, hat der Bundesrat wie bereits erwähnt in der Teilrevision RPG 2 eine Ergänzung der Planungsgrundsätze des RPG vorgeschlagen. Der neue Absatz 5 zu Artikel 3 soll wie folgt lauten: «Die Nutzungen des Untergrundes, insbesondere die Nutzungen von Grundwasser, Rohstoffen, Energie und baulich nutzbaren Räumen, sind frühzeitig aufeinander sowie auf die oberirdischen Nutzungen und die entgegenstehenden Interessen abzustimmen.» Die Raumplanung soll dazu bewegt werden, sich vermehrt mit dem Untergrund zu befassen. In der Bestimmung werden beispielhafte Nutzungen des Untergrunds genannt, die mit oberirdischen Nutzungsanliegen wie auch mit Schutzaspekten (oberirdische Schutzgebiete sowie Schutzanliegen im Untergrund, z.B. Schutz des Wasserhaushalts, Schutz von Denkmälern und archäologischen Fundstätten) abzustimmen sind. Der Bundesrat hält in seiner Botschaft fest, dass die sich stellenden Koordinationsaufgaben im Untergrund mit Hilfe des bestehenden Raumplanungsinstrumentariums angegangen werden können. Es sei daher nicht nötig, für den unterirdischen Raum eigene Planungsinstrumente zu schaffen. Gleichzeitig hält er fest, dass mit der Aufnahme dieses Planungsgrundsatzes ins RPG keine Verpflichtung zu einer umfassenden Raumplanung im Untergrund geschaffen werde (Bundesrat 2018a: 7463; siehe dazu Kap. 6.2).

In den folgenden Kapiteln wird kurz auf die Instrumente der drei Planungsträger Bund, Kantone und Gemeinden eingegangen. Diese Instrumente stehen in einer Art Hierarchie, einem Stufenbau, zueinander. Da die Raumplanung gemäss Bundesverfassung den Kantonen obliegt, äussert sich der Bund nur zu einzelnen Sachthemen (Kap. 3.1.1). Auf kantonaler Stufe besteht dagegen mit dem Richtplan eine übergeordnete, strategische und koordinative Querschnittsplanung über alle Sachbereiche hinweg (Kap. 3.1.2). Auf der kommunalen Stufe folgen die Nutzungspläne, die für alle verbindlich sind und parzellenscharf die Nutzungsmöglichkeiten bestimmen (Kap. 3.1.3). Die letzte Stufe ist die (Bau-)Bewilligungsebene für einzelne Projekte. Hier müssen die Vorgaben der Nutzungsplanung und aller rechtlicher Vorschriften, die auf sie anwendbar sind, eingehalten werden (RUCH 2016: 673). In einigen Kantonen spielen zudem die Regionen eine wichtige Rolle. Sie präzisieren in regionalen und vom Kanton genehmigten Richtplänen die Vorgaben der kantonalen Planung und ergänzen sie mit Aussagen von regionaler Bedeutung. Aus Platzgründen und weil die Regionalplanung im RPG nicht geregelt ist, wird vorliegend nicht weiter auf die Regionen eingegangen.

[9] Das 2012 verabschiedete «Raumkonzept Schweiz» wurde als gesamtschweizerisches Strategiedokument von allen drei Staatsebenen gemeinsam entwickelt.

3.1.1 Planungen des Bundes

Die Raumplanung obliegt den Kantonen. Das hält bereits die Bundesverfassung unmissverständlich fest (Art. 75 Abs. 1 BV). Der Bund ist jedoch verpflichtet, einerseits ein Rahmengesetz (das RPG) zu schaffen und andererseits die in seinem Zuständigkeitsbereich liegenden raumwirksamen Aufgaben (vor allem im Infrastrukturbereich) raumplanerisch zu koordinieren.

Bereiche, in denen der Bund selber raumwirksam tätig ist, wurden bereits in Kapitel 2.4.3 erwähnt. Dies sind beispielsweise die Planung und Realisierung von Eisenbahnanlagen, militärischen Bauten und Anlagen oder auch Einrichtungen der Zivilluftfahrt. In gewissen Bereichen teilt sich der Bund die Kompetenzen mit den Kantonen, beispielsweise bei Energieanlagen oder bei Einrichtungen der Telekommunikation. Es gibt zudem eine ganze Reihe von Bereichen, in denen der Bund indirekt raumwirksam tätig ist, beispielsweise in der Landwirtschaft, in der Regionalpolitik und bei der Ansiedlung von Bundesarbeitsplätzen. Direkt raumwirksam tätig ist der Bund dagegen, wenn er selber Bauten und Anlagen plant, errichtet, verändert oder nutzt, wenn er Bewilligungen und Konzessionen erteilt, Bundesbeiträge gewährt oder Normen über die Nutzung und den Schutz des Bodens und der Umwelt erlässt (VLP-ASPAN 2014: 28).

Die Planungspflicht gilt auch für den Bund. Der Bund muss – ebenso wie die Kantone und Gemeinden – seine raumwirksamen Tätigkeiten planen und abstimmen (Art. 2 RPG). Als Planungsinstrumente stellt das RPG dem Bund Konzepte und Sachpläne zur Verfügung (Art. 13 RPG). Die beiden Instrumente unterscheiden sich im Wesentlichen durch ihren Konkretisierungsgrad. Sachpläne sind konkreter als Konzepte und enthalten entsprechend klare Handlungsanweisungen. Sie sind das wichtigste Planungsinstrument für den Bund. Aufgrund ihrer weitgehenden Anordnungen sind Sachpläne nur in Bereichen möglich, in denen der Bund über umfassende Kompetenzen verfügt (siehe oben). Wenn der Bund für raumwirksame Vorhaben nur in Teilbereichen zuständig ist (z.B. im Natur- und Landschaftsschutz), so zeigt er in einem Konzept, wie er seine Aufgaben wahrnehmen will und was es aus Sicht des Bundes bei der Erfüllung der Aufgaben zu berücksichtigen gilt. In Konzepten werden im Unterschied zu Sachplänen keine konkreten räumlichen Festlegungen gemacht. Sie definieren lediglich Ziele und Massnahmen, enthalten Anweisungen an die Bundesstellen, setzen Prioritäten und bestimmen den Einsatz der Bundesmittel. Sowohl Konzepte wie auch Sachpläne sind behördenverbindlich und bilden wichtige Grundlagen für die kantonale Raumplanung.

Am deutlichsten einen Bezug zum Untergrund hat der Sachplan geologische Tiefenlager, der mit der Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Tiefe der Bevölkerung und der Umwelt einen langfristigen Schutz gewähren soll (vgl. Kap. 3.2.2). Welche weiteren abschliessenden Bundeskompetenzen den Untergrund betreffen, haben ABEGG/DÖRIG in ihrem Rechtsgutachten festgehalten (vgl. Tab. 3). Wie erwähnt, kann der Bund in Sachbereichen, in welchen er nicht über eine umfassende Gesetzgebungskompetenz verfügt, keine Sachpläne erlassen. Daher kann er beispielsweise keinen Sachplan für Geothermie, für den Materialabbau oder generell für die Nutzung des Untergrunds erlassen (ABEGG/DÖRIG 2018: 25).[10] Unter Umständen käme ein Konzept in Frage, wie das Konzept Windenergie des Bundes.

[10] Vgl. Kapitel 3.2.1 zur Kritik am geplanten Sachplan für den unterirdischen Gütertransport.

Tabelle 3: Übersicht über die Bundeskompetenzen für Infrastrukturanlagen im Untergrund

Umfassende Gesetzgebungs-kompetenz ⇨	Planungs- und Bewilligungs-kompetenz ⇨	Sachplan
Militär (Art. 60 Abs. 1 BV)	- Unterirdische militärische Anlagen	Sachplan Militär (SPM)
Eisenbahn (Art. 81 f. BV)	– Eisenbahntunnel - Tiefenbahnhof	Sachplan Verkehr, Teil Infrastruktur Schiene (SIS)
Nationalstrassen (Art. 83 BV)	- Nationalstrassentunnel	Sachplan Verkehr, Teil Infrastruktur Strasse (SIN)
Kernenergie (Art. 90 BV)	- Geologisches Tiefenlager	Sachplan Geologisches Tiefenlager (SGT)
Stromleitungen (Art. 91 BV)	- Erdverlegte Stromleitungen	Sachplan Übertragungsleitungen (SÜL)
Rohrleitungen (Art. 91 BV)	- Erdgas-Hochdruckleitungen - Erdgas-Röhrenspeicher - Erdölleitungen	Kein Sachplan

Quelle: ABEGG/DÖRIG 2018: 24.

3.1.2 Kantonale Planung

Die zentrale Raumplanungsaufgabe der Kantone besteht darin, alle raumwirksamen Aufgaben und Tätigkeiten in ihrem Gebiet zu koordinieren und zu steuern. Das Hauptinstrument hierfür ist der kantonale Richtplan.[11] Er fungiert als «Drehscheibe der Koordination über alle staatlichen Ebenen und über alle raumwirksamen Sachbereiche hinweg» (BUNDESRAT 1987: 926) und zeigt mindestens auf, «wie der Kanton sich räumlich entwickeln soll, wie die raumwirksamen Tätigkeiten im Hinblick auf die anzustrebende Entwicklung aufeinander abgestimmt werden und in welcher zeitlicher Folge und mit welchen Mitteln vorgesehen ist, die Aufgaben zu erfüllen» (Art. 8 RPG).

Der Kanton definiert im Richtplan also seine Planungsabsichten und den Handlungsspielraum sowohl für die vor- und nachgeordneten Planungsbehörden (Bund, Regionen, Gemeinden) als auch für die Bevölkerung und die Wirtschaft. Thomas PFISTERER, der ehemalige Baudirektor des Kantons Aargau, hat die Richtplanung folgendermassen zusammengefasst: «Die Sicht des Richtplanes ist diejenige vom höchsten Berg im Kanton aus. Von dort vermag man zwar den Dorfbrunnen und die einzelnen Menschen nicht mehr zu erkennen. Dagegen fallen grosse Zustände und Ereignisse wie die Siedlungen, Wälder oder der Lärm von der Nationalstrasse auf. Aus dieser Distanz kann man die Zusammenhänge überblicken und über die kommunalen, regionalen und kantonalen Grenzen hinaus eine Gesamtschau entwickeln, gestützt auf die dann einzelne Massnahmen getroffen werden können» (PFIS-

[11] Neben dem im RPG vorgesehenen Richtplan gibt es auf kantonaler Stufe noch viele weitere Planungsinstrumente, die meist auch informeller Art sind.

TERER 1986: 286). Bei seinen Tätigkeiten muss der Kanton stets den Handlungsspielraum der anderen Planungsträger wahren. Zu unterscheiden ist zwischen der Richtplanung und dem Richtplan als Instrument: Richtplanung ist der fortwährende Prozess, Richtplan ist die bei der Planfestsetzung geltende Momentaufnahme (RUCH 2016: 674). Der kantonale Richtplan ist – wie die Planungen des Bundes – nur behördenverbindlich. Er zeitigt also von sich aus keine Auswirkungen auf Grundeigentümer.

Die Teilrevision RPG 1 hat die Funktion des kantonalen Richtplans verstärkt. Er spielt eine Schlüsselrolle bei der hochwertigen Innenentwicklung als strategisches Instrument zur Steuerung der Raum- und Siedlungsentwicklung (AEMISEGGER/KISSLING 2016: 304). Das RPG verlangt deshalb unter anderem von den Kantonen, dass sie im Richtplan festlegen, wie sie sich jeweils räumlich entwickeln sollen. Die entsprechende Raumentwicklungsstrategie beziehungsweise das Raumkonzept des Kantons wird damit zu einem wichtigen Bestandteil des Richtplans. Zusätzlich wurde mit RPG 1 ein Mindestinhalt für den Bereich Siedlung festgelegt: So muss der Richtplan gemäss revidiertem RPG unter anderem Aussagen zur Steuerung der Siedlungsentwicklung, zur Grösse des Siedlungsgebiets und zur Siedlungserneuerung enthalten (Art. 8a RPG). 2018 wurde noch ein weiterer Mindestinhalt im Bereich Energie ins RPG aufgenommen. Artikel 8b RPG verpflichtet zudem die Kantone, in ihrem Richtplan Gebiete und Gewässerstrecken zu bezeichnen, die sich «für die Nutzung erneuerbarer Energien» eignen. ABEGG/DÖRIG zeigen in ihrem Rechtsgutachten, dass sich diese Bestimmung lediglich auf Windkraft und Wasserkraft beziehen, nicht aber auf die Erdwärme. Die Kantone seien folglich nicht automatisch aufgrund der neuen Bestimmung verpflichtet, von sich aus den Untergrund ihres Kantonsgebiets zu untersuchen und im Richtplan geeignete Gebiete für die Nutzung der Erdwärme auszuscheiden (ABEGG/DÖRIG 2018: 14).

Der Richtplan muss sich aber nicht nur zum explizit aufgeführten Mindestinhalt, sondern zu allen raumwirksamen Aufgaben äussern (vgl. Kap. 3.1). Dazu gehört auch der Untergrund. Viele Kantone befassen sich bereits in einzelnen Sachbereichen mit dem unterirdischen Raum. So finden sich beispielsweise in den meisten Richtplänen Festsetzungen zum Abbau von Steinen und Erden. Einige Kantone äussern sich in ihren Richtplänen zur energetischen Nutzung im Untergrund. Dazu kommen weitere Nutzungen. Im Richtplan des Kantons Nidwalden bestehen beispielsweise Koordinationsblätter zu den Themen Grundwasserschutz, Archäologie, Geologie und Geomorphologie, Deponien und belastete Standorte sowie zur Nutzung der Erdwärme (ABEGG/DÖRIG 2018: 12). Diese Aufzählung zeigt, dass zahlreiche Nutzungen und Schutzanliegen des Untergrunds in die Richtplanung einfliessen können – auch die Siedlungsentwicklung. Der Kanton Aargau erteilt beispielsweise in seinem Richtplan den Gemeinden den Auftrag, dass sie in den Arbeitszonen für eine effiziente Nutzung des Baulandes sorgen. Dazu gehört «mehrgeschossiges, dichtes Bauen, Nutzung des Untergrunds, Mehrfachnutzungen usw.» (Richtplan Kanton AG: S 1.2, 5).

Neben der Planung in diesen Sachbereichen gibt es eine Vielzahl von Einzelvorhaben im Untergrund, die im Richtplan berücksichtigt werden müssen. Artikel 8 Absatz 2 RPG hält nämlich ausdrücklich fest, dass «Vorhaben mit gewichtigen Auswirkungen auf Raum und Umwelt» einer Grundlage im Richtplan bedürfen. Diese Schwelle zum Richtplanvorbehalt überschreiten insbesondere Vorhaben, welche ausgedehnte Flächen beanspruchen; bedeutenden Einfluss auf die Nutzungs- und Versorgungsstrukturen des Kantons zeitigen; erhebliche Verkehrsströme erzeugen; grosse Kulturlandverluste sowie hohe Umwelt-, Natur- und Landschaftsbelastungen verursachen oder sich erheblich auf den Untergrund auswirken (TSCHANNEN 2019c: 239). Gemessen an diesen Kriterien ist unter anderem für Kiesgruben, Deponien, Strassentunnel und tiefe Geothermieanlagen im Untergrund eine

Grundlage im Richtplan nötig: (ABEGG/DÖRIG 2018: 12). Auch die geologischen Tiefenlager werden aus der Sachplanung des Bundes in den kantonalen Richtplan einfliessen müssen.

Da an der Nutzung des Untergrunds verschiedene konkurrierende Interessen bestehen, muss bei der Festsetzung von Einzelvorhaben im Richtplan stets eine umfassende Interessenabwägung stattfinden. Damit der Kanton beispielsweise im Richtplan einen Standort für einen Strassentunnel festsetzen kann, muss aus dem Richtplan hervorgehen, welche Interessen der Nutzung am geplanten Standort entgegenstehen und aus welchen Gründen der Tunnel mit diesen Interessen vereinbar ist. Zu berücksichtigen sind dabei sowohl entgegenstehende Nutzungs- wie auch Schutzinteressen. So kann zum Beispiel im Bereich einer archäologischen Stätte kein Strassentunnel erstellt werden, ohne die archäologische Nutzung zu beeinträchtigen (ABEGG/DÖRIG 2018: 13). Für gewisse Situationen hat der Gesetzgeber diese Interessenabwägung bereits vorgenommen. So darf zum Beispiel nach der Gewässerschutzgesetzgebung des Bundes der Kiesabbau keine Grundwasservorkommen berühren, die sich für die Trinkwasserversorgung eignen (Art. 44 GSchG; ABEGG/DÖRIG 2019: 5). Demgegenüber gibt es auch Nutzungen, die sich gegenseitig begünstigen. Auch dazu kann der Kanton Grundsätze aufstellen. So ist in vielen kantonalen Richtplänen festgehalten, dass Abbaugebiete nach Abschluss der Abbautätigkeit als Deponiestandorte genutzt werden sollen (z.B. im Kanton Luzern; ABEGG/DÖRIG 2019: 5).

Damit sich der Kanton aber überhaupt zu raumwirksamen Themen oder Einzelvorhaben im Richtplan äussern kann, benötigt er entsprechende Grundlagen. In diese Grundlagenarbeit einzubeziehen ist auch der Untergrund. TSCHANNEN hält dazu in seinem Kommentar fest: «Selbstredend dürfen sich die Bereichsuntersuchungen nicht nur für die Oberfläche interessieren. Vielmehr ist – soweit nötig – der Untergrund miteinzubeziehen. Die Nutzung von Grundwasser, Rohstoffen und Erdwärme, aber auch die Errichtung unterirdischer Verkehrs- und Versorgungswerke oder die Anlage von Deponien sind – sofern von qualifizierter Raumwirksamkeit – bereits durch die Richtplanung aufzugreifen. Dafür aber müssen die geologischen Gegebenheiten bekannt sein; sie zu beschaffen gehört folglich mit zum Pflichtenheft der Grundlagen nach Art. 6 Abs. 2 und 3 RPG» (TSCHANNEN 2019b: 193).

3.1.3 Kommunale Planung

Die kommunalen Planungsträger verstanden ihre Hauptaufgaben früher primär als «Bauzonen ausscheiden und erschliessen». Heute werden die kommunalen Planungsinstrumente als strategische Führungsinstrumente genutzt, mit Hilfe derer die Wohn- und Lebensqualität für die Bevölkerung erhöht, Infrastrukturkosten gesenkt und die Standortattraktivität der Gemeinden verbessert und Handlungsspielräume für künftige Entwicklungen bewahrt werden können. Die kommunale Raumplanung wurde damit auch über die Jahre deutlich anspruchsvoller (VLP-ASPAN 2014: 40).

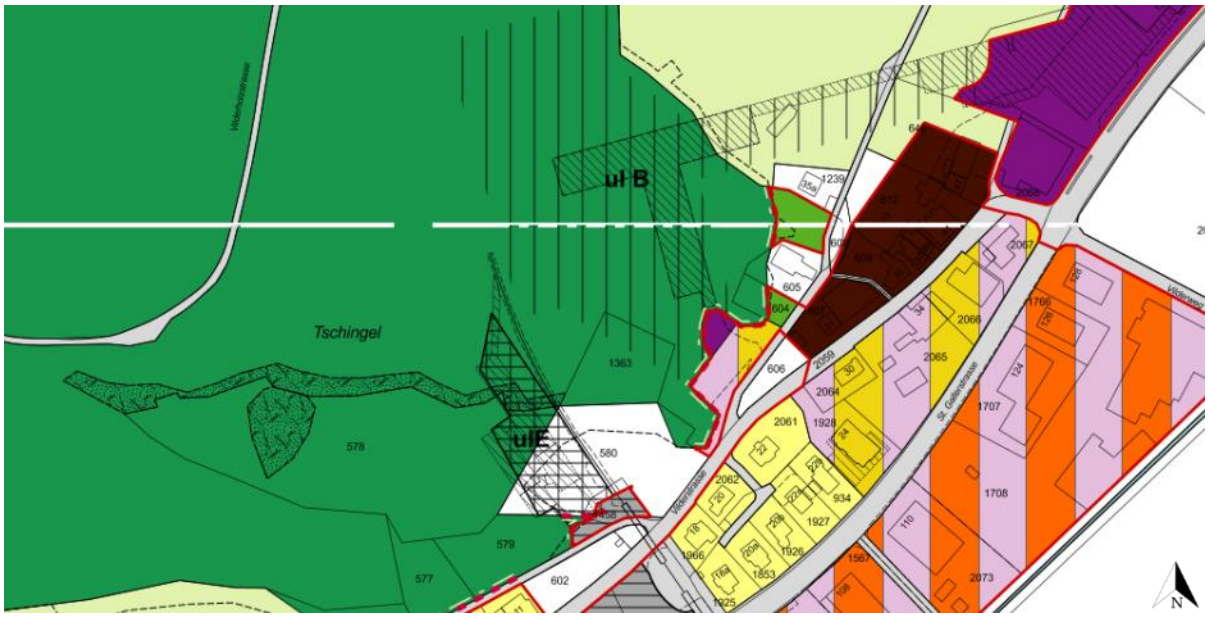
Das Hauptinstrument der kommunalen Planung ist der Nutzungsplan. Der Nutzungsplan (Rahmennutzungsplan und Sondernutzungspläne) legt die zulässige Nutzung des Bodens für alle und damit insbesondere auch für die Grundeigentümer verbindlich fest. Jedes Grundstück wird einer bestimmten Nutzungszone zugewiesen, womit Zweck und Mass der Bodennutzung parzellenscharf definiert werden. Auf dem betroffenen Grundstück kann nur ein Vorhaben verwirklicht werden, wenn es zonenkonform ist, also dem Zweck der jeweiligen Zone entspricht.[12] Im Grundsatz müssen auch Nutzungen

[12] Allenfalls steht der Weg über eine Ausnahmebewilligung offen.

des Untergrunds zonenkonform sein, damit eine ordentliche Baubewilligung erteilt werden kann. So sind beispielsweise in einer Wohnzone unterirdische Bauten nur zonenkonform, wenn sie dem Wohnen oder allenfalls einem nicht störenden Gewerbe dienen. Erdwärmesonden können so auf einem privaten Grundstück in den meisten Fällen auf dem Baubewilligungsweg in den Untergrund gebohrt werden. Eine unterirdische Biogasanlage wäre demgegenüber hier aufgrund der Geruchsimmissionen und des Verkehrs, den sie verursachen würde, nicht zonenkonform. Sie kann aber in der Landwirtschaftszone zonenkonform sein (ABEGG/DÖRIG 2018: 18).

Neben den «gewöhnlichen» Nutzungszonen können die Kantone und Gemeinden jedoch auch Nutzungszonen definieren, die sich speziell auf den unterirdischen Raum beziehen oder für ihn eine andere Nutzung vorsehen als für die Erdoberfläche. So hat die Gemeinde Morschach entsprechend dem kantonalen Richtplan für den Abbau von Hartgestein eine «Untertagabbau- und unterirdische Ablagerungszone» ausgeschieden. Damit wird eine sogenannte geschichtete Nutzungsplanung erreicht: Die Grundstücke an der Erdoberfläche befinden sich in der Landwirtschaftszone und im Waldgebiet. Dazu zählt auch der Untergrund unter dem Grundstück, der noch zum Grundeigentum gehört. Erst in einer Tiefe von mehr als 50 Metern befindet sich die «Untertagabbau- und unterirdische Ablagerungszone», welche den Abbau von Hartgestein erlaubt (ABEGG/DÖRIG 2019: 7).

Abbildung 3: Unterirdische Nutzungszonen in der Gemeinde Sargans.



In der Gemeinde Sargans liegen die beiden unterirdischen Zonen ulE und ulB unter den entsprechenden Grundnutzungen (Wald, LWZ usw.). Quelle: Zonenplan der Gemeinde Sargans, Geoportal. Zugriff 16.8.2019.

Auch die Gemeinde Sargans kennt unterirdische Nutzungszonen (vgl. Abb. 3): In der sogenannten «unterirdischen Intensiverholungszone (ulE)» sind Bauten und Anlagen ab einer Meereshöhe von 482 Metern über Meer bis 30 Meter unter die Erdoberfläche zulässig. Diese Zone ist zugeschnitten auf das ehemalige Bergwerk, welches als unterirdisches Museum für Besucher geöffnet wurde. Daneben sieht die Gemeinde noch eine «unterirdische Industriezone» vor, in welcher Bauten und Anlagen für die industrielle Produktion zulässig sind. Ein Unternehmen stellt hier Computersensoren her. Die Produktion dieser empfindlichen Chips erfordert ein erschütterungsfreies Umfeld. An der Erdoberfläche kann dies nur durch umfangreiche bauliche Massnahmen, wie eine spezielle Dämpfung, erreicht werden. Das Unternehmen wich deshalb in den Untergrund aus. Diese unterirdischen Nutzungszonen

befinden sich unterhalb des Grundeigentums und damit im öffentlichen Untergrund. Das Nutzungsrecht liegt damit grundsätzlich beim Kanton (vgl. Kap. 2.4.2; ABEGG/DÖRIG 2018: 22). Die Stadt Freiburg sieht dagegen in ihrem Baureglement eine «Zone de place urbaine (ZPU)» vor. In dieser Zone dürfen die Grundstücke an der Erdoberfläche grundsätzlich nicht bebaut werden (nur kleinere Bauten sind zulässig) – sie sollen als öffentliche Plätze dienen. Im Untergrund sind Bauten zulässig, die einem öffentlichen Interesse dienen. Im Unterschied zu den zwei vorangegangenen Beispielen bleibt hier das Nutzungsrecht im Untergrund beim gleichen Grundeigentümer wie an der Erdoberfläche.

Eine immer wichtigere Rolle spielen neben den herkömmlichen Nutzungsplänen vor allem die Sondernutzungspläne. Die Rahmennutzungspläne stossen mit dem Paradigmenwechsel zur Innenentwicklung immer öfter an die Grenzen ihrer Möglichkeiten – so auch im Untergrund. Dies vor allem deshalb, weil die grundlegenden Mechanismen der Nutzungsplanung noch immer stark von der Zeit geprägt sind, als die Siedlungen in die Fläche wuchsen. Bisherige Nutzungspläne sind oft starr und erschweren angepasste Lösungen. Dies zeigt sich gemäss einer Studie des Planungsbüros EBP nicht zuletzt auch darin, dass die Innenentwicklung in jüngerer Zeit meist über Sondernutzungspläne umgesetzt wird (EBP 2019: 24). Das raumplanerische Instrumentarium einer Gemeinde beschränkt sich jedoch nicht nur auf Nutzungspläne. Um eine qualitätsvolle Innenentwicklung zu ermöglichen, spielen informelle Planungsinstrumente eine grosse Rolle. Die Planungsbehörden müssen sich bereits in einem frühen Stadium Gedanken über die künftige Entwicklung machen. Mit entsprechenden Strategiedokumenten (Raumkonzepte, Leitbilder usw.) lassen sich Konflikte frühzeitig vermeiden. Einige Kantone verpflichten deshalb die Gemeinden explizit, kommunale Siedlungsleitbilder oder Richtpläne zu erarbeiten (z.B. die Kantone Genf, Luzern und Uri).[13] Wie die kantonale Richtplanung ist auch die kommunale Planung auf gute Grundlagen angewiesen. Es ist wichtig, dass diese (z.B. Daten zum Untergrund) stufengerecht erarbeitet und bereitgestellt werden.

Als übergeordnetes Koordinationsinstrument kommt auf kommunaler Ebene neben den erwähnten Raumkonzepten vermehrt auch der sogenannte «Masterplan» zum Einsatz. Dieser ist als Gesamtplan zu verstehen, der alle für die Lösung einer bestimmten Aufgabe in Betracht zu ziehenden Aspekte berücksichtigt. Masterpläne beschränken sich denn auch nicht zwingend auf Fragen der Raumplanung; sie können auch wirtschaftliche, soziale, umweltpolitische und andere Themen beleuchten (VLP-ASPAN 2014: 40). Masterpläne entfalten für sich allein keine Rechtskraft. Die Ergebnisse sind stets in den Richt- und Nutzungsplänen nach den gesetzlichen Vorgaben umzusetzen. Verbreitete Beispiele für Masterplanungen mit raumplanerischen und städtebaulichen Inhalten sind Bahnhofgebiete oder neue grössere Baugebiete (z.B. der Masterplan Science City der ETH Zürich). Die finnische Stadt Helsinki kennt als erste Stadt einen Masterplan für den Untergrund, der das gesamte Stadtgebiet umfasst (Kap. 5.2). Einen ähnlichen Masterplan hat der FNU für das Hochschulgebiet Zürich Zentrum vorgeschlagen (vgl. Kap. 3.2.7). Er will damit den Untergrund in diesem Gebiet umfassend regeln und koordiniert entwickeln.

[13] Analog den Raumkonzepten auf kantonaler Stufe (vgl. Kap. 3.2.1).

3.2 Nutzungskonflikte im Untergrund

In Kapitel 2.3.2 wurden die verschiedenen Nutzungen im Untergrund zusammengetragen und kategorisiert. Diese funktionale Unterteilung soll nun an verschiedenen Beispielen veranschaulicht und auf Nutzungskonflikte untersucht werden. Wie an der Erdoberfläche gilt auch im Untergrund: Mit steigendem Druck auf die Ressource erhöht sich auch das Konfliktpotential. Da der Fokus der vorliegenden Arbeit auf der Innenentwicklung liegt, soll bei den Untersuchungen die räumliche Nutzung des Untergrunds im Vordergrund stehen. Zur vollständigen Übersicht und weil auch andere mit der baulichen Nutzung in Konkurrenz stehen können, wird jedoch auf alle Nutzungen kurz eingegangen.

3.2.1 Untergrund als Baugrund

Zu Beginn wurde aufgezeigt, wie der Raum an der Oberfläche immer knapper wird, während die Bevölkerung und die Wirtschaft der Schweiz stetig wachsen. Dazu kommt das teilrevidierte RPG, welches seit 2014 das Flächenwachstum weiter einschränkt. Die Konsequenz davon ist, dass die vertikale Dimension beim Bauen in den Vordergrund rückt. Wohn- und gewerbliche Nutzungen werden vermehrt in die Höhe verlagert, während Infrastrukturen in den Untergrund drängen. Strassen, Bahnlinien, Bahnhöfe und Leitungen werden aufgrund der eingeschränkten Platzverhältnisse meistens im unterirdischen Raum erstellt. Das erhöht deren Kapazität und Geschwindigkeit, verringert Immissionen und schützt die Landschaft[14] (ARE 2011: 11). Gleichzeitig nehmen auch die privaten Grundeigentümer und Investoren den unterirdischen Raum immer häufiger in Beschlag. So werden Untergeschosse oder Tiefgaragen immer tiefer in den Untergrund getrieben.

Cargo Sous terrain

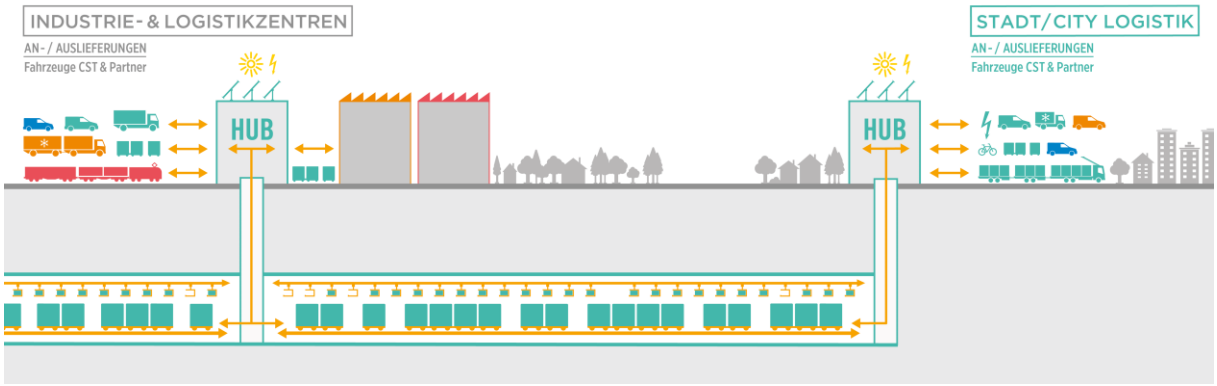
Prominentes Beispiel einer Infrastrukturanlage im Untergrund ist die geplante unterirdische Transportanlage Cargo sous terrain. Mit diesem Projekt soll der Schweiz ab 2030 etappenweise ein Güterverkehrssystem im Untergrund zur Verfügung stehen. Damit soll die Verkehrsinfrastruktur an der Oberfläche entlastet werden. Das Projekt soll vollumfänglich von privaten Investoren finanziert werden. Es umfasst Transporttunnels, die verschiedene Güterumschlagplätze direkt miteinander verbinden. Entlang dieser Strecken sollen sogenannte Hubs entstehen, welche den Warenumschlag vom Netzwerk auf die Feinverteilung ermöglichen (siehe Abb. 4).

Interessant ist das Projekt – trotz seiner rein privatwirtschaftlichen Trägerschaft – vor allem deswegen, weil der Bundesrat 2016 entschieden hat, das Vorhaben «aufgrund des leicht positiven allgemeinen Nutzens» mit einem Spezialgesetz in seiner Umsetzung zu unterstützen (BAV 2016). Da sich das Projekt über verschiedene Kantone (und auch eine Vielzahl Gemeinden) ausdehnt, wollte der Bundesrat ein einheitliches Bewilligungsverfahren ermöglichen: «Mit einem neuen Gesetz könnte, anstelle von kantonalen und kommunalen Vorschriften, für den Bau des gesamten Projekts eine einheitliche Rechtsgrundlage zur Anwendung kommen. Dies würde es den Projektträgern erleichtern, die Planungs- und Bewilligungsphase voranzutreiben» (BAV 2016). Das entsprechende Gesetz hat der Bundesrat Anfangs 2019 in Vernehmlassung gegeben, die Frist lief am 10. Juli 2019 ab.

[14] So beispielsweise bei der Verkabelung von Hochspannungsleitungen.

Im Gesetzesentwurf wird ein einheitliches Plangenehmigungsverfahren vorgeschlagen und deshalb festgehalten, dass für das Vorhaben beziehungsweise die dafür nötigen Anlagen und die unterirdische Linienführung ein Sachplan des Bundes erarbeitet werden soll. Dies in Analogie zu den Eisenbahnanlagen (gemäss Art. 18 Abs. 5 Eisenbahngesetz EBG) an der Oberfläche. Der Sachplan soll Planungsperimeter und -korridore ausweisen, welche durch die Kantone auf Stufe Richtplan zu konkretisieren sind. Umstritten ist, ob es sich bei dem Vorhaben überhaupt um eine im Zuständigkeitsbereich des Bundes liegende raumwirksame Aufgabe handelt. Für die Regelung des Untergrunds sind nämlich grundsätzlich die Kantone zuständig. Durch das vorgesehene Plangenehmigungsverfahren nach Bundesrecht wird diese Zuständigkeit gewissermassen an den Bund abgetreten. Der Bund konzipiert dagegen den Sachplan unterirdischer Gütertransport (SUG) als eigenständigen Umsetzungsteil des Sachplans Verkehr. Es ist dennoch fraglich, ob es nicht eine gesamtheitliche Sicht im Untergrund bräuchte anstatt eine spezifische Nutzung derart umfassend zu regulieren. Das vorliegende Spezialgesetz[15] kann nämlich einer umfassenden unterirdischen Raumplanung im Weg stehen. Zudem stellt sich die Frage, wie dieses Gesetz verankert würde und ob andere, ähnliche Nutzungen nicht auch den Anspruch auf einen vereinfachten Zugang zum Untergrund erheben werden (HOFER 2018: 6).

Abbildung 4: Überblick über das Projekt Cargo sous terrain.



Quelle: <http://www.cargosousterrain.ch>. Zugriff 6.8.2019.

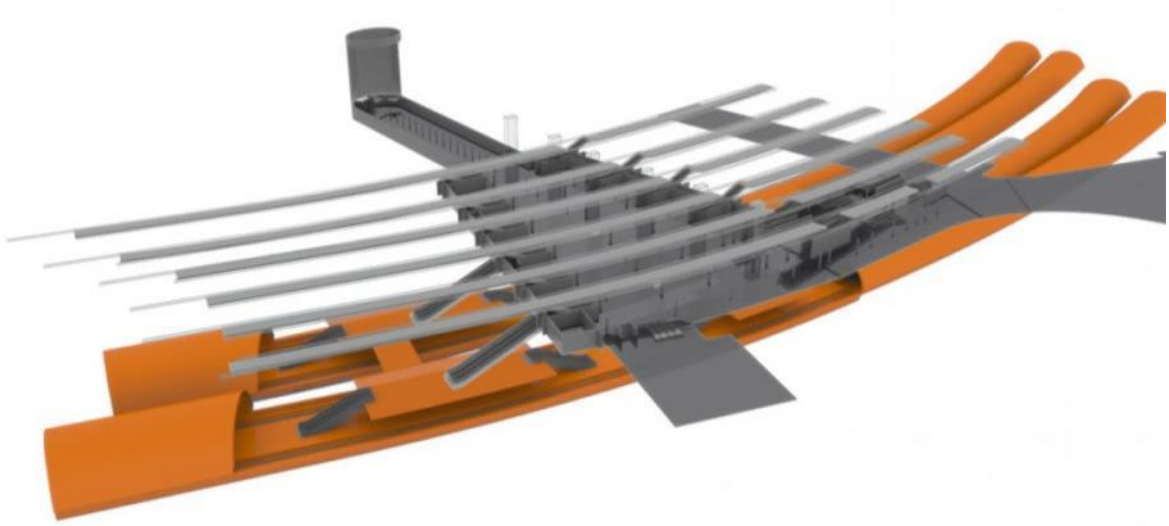
Beispiel RBS-Bahnhof Bern

Zur Illustrierung von Konflikten im räumlich genutzten Untergrund kann insbesondere das Beispiel des RBS-Bahnhofs Bern dienen. In Bern wird seit 2017 unter dem bestehenden SBB-Bahnhof ein neuer viergleisiger Regionalbahnhof gebaut. Er wird dem Regionalverkehr Bern–Solothurn, abgekürzt RBS, dienen. Der bestehende RBS-Bahnhof in Bern wurde 1965 eröffnet. Ursprünglich wurde er konzipiert für täglich rund 16 000 Fahrgäste, heute benutzen ihn jedoch bis zu 60 000 Fahrgäste pro Tag. Damit hat der alte Bahnhof seine Kapazitätsgrenze längst überschritten. Der neue unterirdische Bahnhof der RBS wird unter den Gleisen 2 bis 7 des heutigen SBB Bahnhofs zu liegen kommen (vgl.

[15] Der Bundesrat hält zwar in seinen Erläuterungen fest, dass es sich nicht um ein Spezialgesetz handle, wie dies zum Beispiel für die SBB AG der Fall sei. Es sei ein genereller Erlass für den kantonsübergreifenden unterirdischen Gütertransport (BUNDESRAT 2019: 12). Faktisch rechtfertigt es sich durchaus, im Moment von einem Spezialgesetz zu sprechen.

Abb. 5). Die grosse Herausforderung dabei ist, dass während der ganzen Bauzeit sowohl der SBB- wie auch der heutige RBS-Bahnhof uneingeschränkt in Betrieb bleiben müssen.

Abbildung 5: Der künftige RBS-Bahnhof Bern.



Der projektierte RBS-Bahnhof (in oranger Farbe) führt unter dem bestehenden Bahnhof SBB Bern durch.
Quelle: Zjörjen Baumanagement. <https://www.zioerjen-baumanagement.ch/8931321/rbs-bahnhof-bern>. Zugriff 20.8.2019.

Künftig sollen die Züge fahren durch einen neuen, knapp einen Kilometer langen zweigleisigen Tunnel in den RBS-Bahnhof einfahren. Dieser neue Tunnel zweigt aus dem bestehenden RBS-Schanzentunnel ab und verläuft weitgehend unter Strassen- und Bahnareal. Der neue Bahnhof besteht aus zwei grossen unterirdischen Hallen mit je zwei Gleisen und einem 12 Meter breiten Mittelperron. Rolltreppen und Lifte führen von der Perronebene auf die RBS-Verteil-Ebene. Von dort gelangen die Fahrgäste zu den Gleisen des Fern- und S-Bahnverkehrs und in die Stadt. (SBB ET AL. 2019).

Der Bau des unterirdischen Bahnhofs ist eine grosse Herausforderung – wie dies bei solchen grossen Infrastrukturprojekten im Untergrund immer der Fall ist. Bei diesem Projekt kommt jedoch ein zusätzliches Hindernis hinzu. Im Jahr 2015 wurde über den heutigen SBB-Perrons – und damit auch über dem künftigen RBS-Bahnhof – die ehemalige Schanzenpost durch den sogenannten PostParc Mitte ersetzt. Beim Bau dieses Geschäfts- und Bürozentrums (vgl. Abb. 6) wurden die ehemaligen Liftschächte der Schanzenpost mit Beton aufgefüllt. Diese Liftschächte verbanden früher den SBB-Bahnhof mit dem Post- und Paketzentrum der Schanzenpost. Die ausbetonierten Liftschächte dienen nun als Fundament des Gebäudes. Die beim Bau des PostParcs als ideal erscheinende Lösung, diese nicht mehr benötigten Schächte wiederzuverwenden, birgt nun ein grosses Risiko für den künftigen RBS-Bahnhof. Die vier Stützen tragen die Last des Gebäudes und stehen direkt über einem Teil des künftigen, unterirdischen RBS-Bahnhofs. Werden nun die künftigen Kavernen des RBS-Bahnhofs in den Untergrund getrieben, besteht die Gefahr, dass sich das PostParc-Gebäude durch die Aushubarbeiten absenken und die Tunnelwand beschädigen könnte. Um dieser Gefahr zu begegnen, musste eine Lösung gefunden werden.

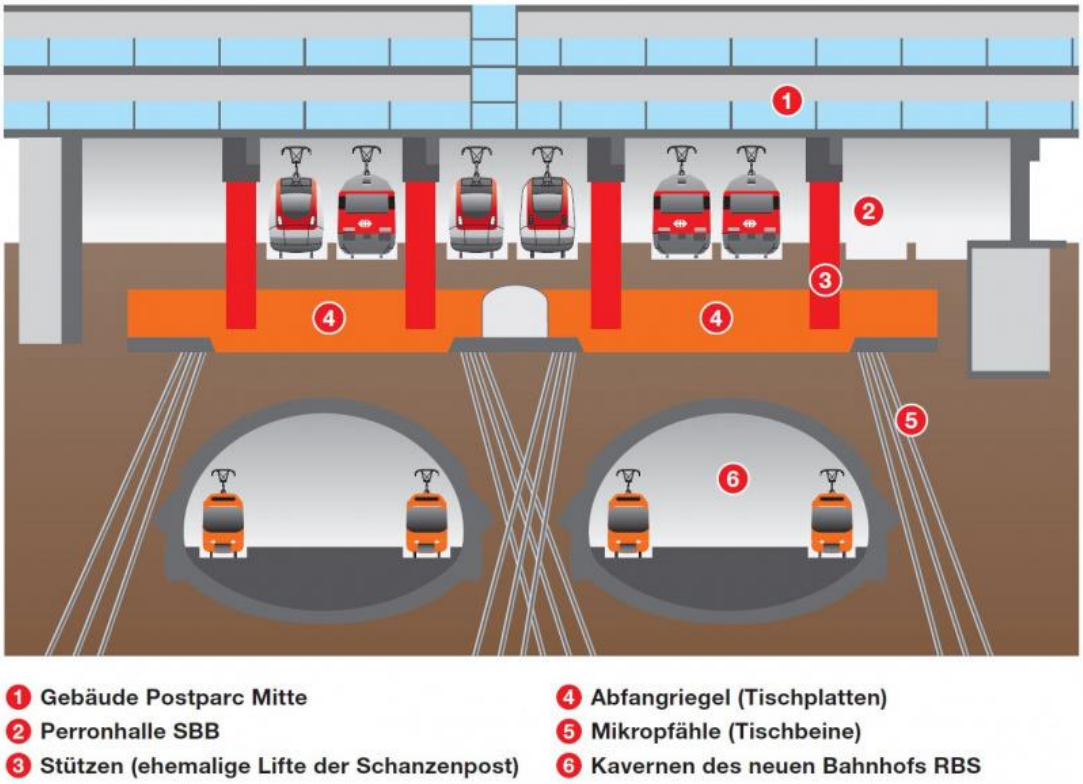
Abbildung 6: Der PostParc Mitte über dem künftigen RBS-Bahnhof.

Der PostParc Mitte (blauer Kreis) steht als Riegel quer über dem über dem SBB-Bahnhof. Darunter der Verlauf der projektierten RBS-Linie (weiss gestrichelt). Quelle: Eigene Darstellung, GoogleMaps.

Die Antwort lautete, das bestehende Gebäude und sein Fundament auf eine Art «unterirdischen Tisch» zu stellen (vgl. Abb. 7). Diese sogenannte Unterfangung geschieht wie folgt: Aus den ehemaligen Posttunnel im Bereich der vier Gebäudestützen werden weitere Querstollen ausgebrochen. Von diesen Stollen werden sogenannte Mikropfähle bis zu 24 Meter tief in den Boden gebohrt. Im Anschluss werden diese Querstollen vollständig mit Beton gefüllt (HÄBERLI 2019). Die so entstehende Konstruktion kann mit einem Tisch verglichen werden. Die betonierten Stollen – baufachlich «Abfangriegel» genannt – stellen die Tischplatte dar, die Mikropfähle die Tischbeine. Die vier Stützen des Gebäudes sind nun eingespannt auf dem Tisch. Unterhalb der Tischplatte, zwischen den Tischbeinen, können anschliessend die Bahnhofskavernen in Etappen herausgebrochen werden, während die Last des Gebäudes seitlich abgeleitet wird.

Diese umständliche Lösung war nur deshalb nötig, weil beim Bau des PostParcs Mitte der künftige RBS-Bahnhof nicht in die Planung mit einbezogen wurde. Dies erstaunt, zumal das Projekt des Bahnhofs RBS sowohl im kantonalen Richtplan als auch im zugehörigen Agglomerationsprogramm festgesetzt wurde. Jedoch war lange noch nicht klar, wo und wie der neue Bahnhof gebaut werden sollte. Es wurden über zwanzig Um- und Ausbau-Varianten erarbeitet und geprüft. Erst Ende 2012 fiel schliesslich der Zuschlag für die heutige Lösung: den RBS-Bahnhof unter dem SBB-Bahnhof. Es ist anzunehmen, dass die Sicherung des unterirdischen Raums für diese Lösung in den übergeordneten Planungsinstrumenten deshalb erst sehr spät erfolgte. Der Untergrund wurde wohl schlichtweg zu wenig beachtet. Der Bau des PostParcs Mitte hat ebenfalls im Jahr 2012 begonnen. Hätte eine frühzeitige Koordination der beiden Projekte auch im Untergrund stattgefunden, so wäre der heutige Konflikt höchstwahrscheinlich vermieden worden.

Abbildung 7: Unterfangung des PostParcs Mitte.



Quelle: RBS 2018.

Den Beweis, dass eine frühzeitige Koordination Konflikte verhindert, könnten die Behörden schon bald antreten. Es steht nämlich bereits ein weiterer Ausbauschritt der RBS-Linien zur Diskussion. Für die Erschliessung des Inselspital-Areals will der Kanton nicht nur Bus- und Tramvarianten prüfen, sondern auch eine Metro mit einer Verlängerung der RBS-Linie vom künftigen Tiefbahnhof aus. Der Kanton Bern hat dazu unter Einbezug der Regionalkonferenz Bern-Mittelland, der Stadt Bern, des Inselspitals und der Transportunternehmen eine Zweckmässigkeitsbeurteilung in Auftrag gegeben. Diese soll voraussichtlich im Jahr 2020 abgeschlossen werden (BVE 2018). Beim Bau des neuen RBS-Bahnhofs Bern wurde eine mögliche zukünftige Verlängerung zwar bereits berücksichtigt.[16] Stellt sich heraus, dass die Behörden diese Variante weiterverfolgen möchten, muss jedoch schnellst möglich das Trassee im Untergrund gesichert werden – wenn es dann nicht schon zu spät ist. Nach dem Prinzip der vorausschauenden Planung müsste die Variante bereits jetzt als Vororientierung in die entsprechenden Planungen aufgenommen werden.

Die meisten Konflikte bei der Nutzung des Untergrunds als Baugrund entstehen jedoch nicht bei den grossen Infrastrukturprojekten. Es ist das weitverzweigte Leitungsnetz im Untergrund, das tagtäglich für Schwierigkeiten sorgt. Auf dem Gebiet der Stadt Zürich liegen knapp 5000 Kilometer Stromkabel, 1500 Kilometer Wasserleitungen und 1000 Kilometer Abwasserkanäle, teils mit grossem Durchmes-

[16] Längerfristig wäre sogar eine Erweiterung via Inselspital bis in die Gemeinde Köniz denkbar.

ser. Dazu kommen Leitungen für den Datentransport und Telekommunikation. Müssen solche Werkleitungen neu verlegt oder verschoben werden, geraten die Planer und Baufachleute oft an ihre Grenzen. Dazu stehen sie häufig anderen baulichen Vorhaben im Weg, wie beispielsweise beim Verlegen neuer Tramgeleise. So wird beispielsweise beim Bau der Limmattalbahn für die gesamte Länge von 13.4 Kilometern mit Kosten von rund 90 Millionen Franken gerechnet – alleine für das notwendige Verlegen von bestehenden Werkleitungen (FLURY 2019). Auf das Werkleitungsnetz wird insbesondere in Kapitel 4.2 eingegangen.

3.2.2 Entsorgung von Abfällen

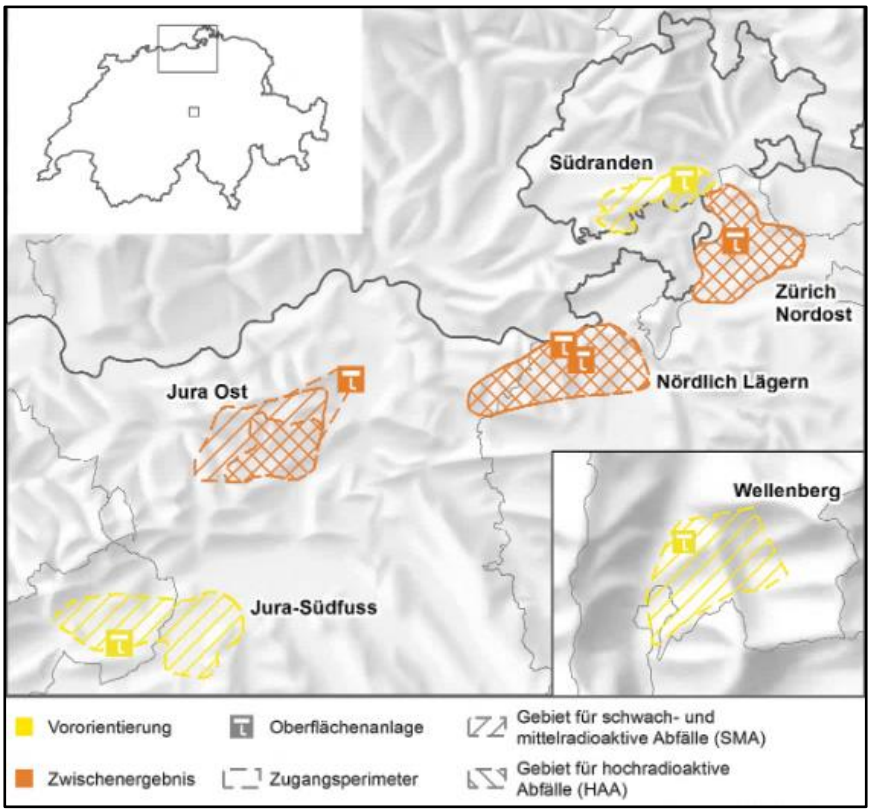
Der Untergrund wird auch für die Entsorgung von Abfällen genutzt.[17] Augenfällig sind vor allem die Unterflurcontainer im Siedlungsgebiet. Ein weitaus grösseres Vorhaben stellt die Entsorgung von radioaktiven Abfällen im Untergrund dar. Das eidgenössische Kernenergiegesetz KEG besagt, dass radioaktive Abfälle so entsorgt werden müssen, dass der dauernde Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist (Art. 30 Abs. 3 KEG). Aktuell lagern die Abfälle in Hallen an der Erdoberfläche. Diese Art der Lagerung kann gemäss Bund keine Sicherheit über sehr lange Zeiträume gewährleisten. Daher brauche es langfristige Lösungen. Es wird davon ausgegangen, dass nur die Lagerung der Abfälle in geologisch stabilen Schichten diesen Schutz über die notwendigen langen Zeiträume gewährleisten kann.

Um bestmögliche Standorte für ein solches Tiefenlager zu finden, hat der Bund 2008 den Sachplan Geologische Tiefenlager erlassen. Dieser definiert ein Auswahlverfahren für eine Standortsuche in drei Etappen, die bis etwa ins Jahr 2030 dauern dürfte. Danach folgen die Bewilligungsverfahren und die Realisierung. Mit der Inbetriebnahme wird je nach Lager in den Jahren 2050 bis 2060 gerechnet. In der vor kurzem abgeschlossenen zweiten Etappe wurden die eruierten geologischen Standortortgebiete weiter eingeengt und Standortareale für die Oberflächenanlagen festgelegt. Diese sind noch sehr grossräumig und werden in der dritten Etappe weiter untersucht (vgl. Abb. 7).

In Konflikt können die geologischen Tiefenlager mit vielen anderen Nutzungen kommen. Denn um die Schutzwirksamkeit eines geologischen Tiefenlagers zu garantieren, dürfen die schützenden geologischen Schichten nicht beeinträchtigt werden. Wird an der Erdoberfläche Material abgetragen, so kann dies die Tiefenlager gefährden. Es kann zu einer Druckentlastung führen und damit die isolierende Wirkung dieser Schichten gefährden. Ebenso kann die Förderung von Rohstoffen die Langzeitsicherheit der Tiefenlager in Frage stellen (BFE 2010: 6). Besonders deutliche Gefahren stellen Bohrungen (ab 200 m Tiefe unter Terrain) dar, z.B. für private Erdwärmesonden. Dazu kommen die Anlagen an der Oberfläche, die entsprechenden Platz brauchen.

[17] Um die Klimaziele zu erreichen, laufen im Moment Versuche, CO2 aus der Atmosphäre zu entfernen und im Boden einzulagern. Auch das stellt eine Nutzung des Untergrunds zur Entsorgung dar. Laut Aussagen von Experten hätte die Schweiz das Potential, mehrere Gigatonnen CO2 im Untergrund zu speichern.

Abbildung 8: Die in der zweiten Etappe vorgeschlagenen Standortgebiete.



Die Standortgebiete Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost müssen in der dritten Etappe weiter untersucht werden. Gut ersichtlich ist die grosse räumliche Ausdehnung der provisorischen Gebiete. Quelle: BFE 2018: 21.

Die Behörden müssen deshalb die provisorischen geologischen Standortgebiete entsprechend räumlich sichern. Dies kann durch eine temporäre Beschränkung von gewissen Nutzungen des Untergrunds - wie tiefe Geothermiesonden und Materialabbau – und von Bauten und Anlagen an der Erdoberfläche erfolgen. Aufgrund der Grösse dieser Gebiete ist das keine einfache Aufgabe. Im Sachplan selber kann der Bund nur behördenverbindliche Festlegungen vornehmen, zum Beispiel zu den Standortgebieten und den Planungsperimetern für die Oberflächengebäude. Es ist ihm jedoch nicht möglich, grundeigentümerverbindlich langfristige Planungszonen für die in Frage kommenden geologischen Standortgebiete auszuscheiden. Gehen also entsprechende Bewilligungs- oder Konzessionsgesuche bei einem Standortkanton ein, so muss dieser die Vorgaben des Sachplans berücksichtigen (ARE 2011: 14). Die Behörden vor Ort müssen bei einer Interessenabwägung dem raumplanerischen Stufenbau Rechnung tragen – und dies nicht erst, wenn die Standorte für die Tiefenlager im Sachplan definitiv festgesetzt sind.

3.2.3 Gewinnung von Rohstoffen

Der Untergrund ist reich an Rohstoffen. Natursteine, Sand, Kies, Kalk, Mergel, Ton und Hartgestein sind wichtige Materialien für die Bauindustrie. Diese nicht-energetischen mineralischen Rohstoffe

sind neben dem Grundwasser und der Erdwärme die in der Schweiz wirtschaftlich bedeutendste im Untergrund vorkommende Rohstoffgruppe.[18] Sie werden vor allem für die Bauwirtschaft, für den Schienen- und Strassenbau und für die Zementproduktion benötigt.[19]

Da der Abbau dieser Rohstoffe in der Planungshoheit der Kantone liegt, ist ein «Bundessachplan Materialabbau» – analog dem Sachplan Geologische Tiefenlager – ausgeschlossen (JUD 2012: 2). Der Abbau ist aber in den meisten Kantonen ausführlich in Gesetzen und Richtplänen geregelt. Dies gilt insbesondere auch für Hartgestein. Dies vor allem auch deshalb, weil der Abbau von Hartgesteinen mit seinen gewaltigen Landschaftseingriffen konfliktträchtig ist. Der Abbau wird durch andere Nutzungen stark eingeschränkt. Häufig ergeben sich Konflikte mit Umweltaspekten wie Grundwasser-, Landschafts- und Waldschutz, aber auch mit den sich ausdehnenden Siedlungsgebieten sowie Ansprüchen von Erholungssuchenden und Fruchtfolgeflächen (JUD 2012: 17). Diese Konflikte offenbaren sich jedoch zumeist an der Oberfläche und weniger im Untergrund.[20] Doch auch im Untergrund zeigen sich Nutzungskonflikte. Der Materialabbau kann durch die Entnahme von Gesteinsschichten Teile des Filtersystems eines Grundwasserleiters entfernen oder beschädigen und so das Grundwasser verschmutzen (HOFER 2018: 32). Es bestehen jedoch auch Synergien. So beispielsweise bei räumlichen Nutzung des Untergrunds. Der Aushub, der bei Tunnelbohrungen im Untergrund anfällt, kann allenfalls als physische Ressource weiterverwendet werden.

Neben dem Abbau von nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen wird hinsichtlich der langfristigen Versorgungssicherheit auch die Gewinnung von Kohlenwasserstoffen wie Erdöl und Erdgas vermehrt ein Thema sein. Deshalb wird in der Schweiz im Untergrund seit längerem Erdöl, aber vor allem auch Erdgas gesucht. Durch die technischen Fortschritte in der Bohrtechnologie – insbesondere durch das Verfahren von abgelenkten Bohrungen[21] – können neue Vorkommen gesucht und erschlossen werden. Wie beim Abbau nicht-energetischer Rohstoffe besteht auch hier keine grosse räumliche Flexibilität, da Erdöl- und Erdgasvorkommen an gewisse geologische Eigenschaften wie z.B. eine dichte, isolierende Gesteinsschicht gebunden sind. Diese Voraussetzungen gelten auch für die erwähnten geologischen Tiefenlager (vgl. Kap. 3.2.2). Liegen demnach die Gebiete mit potentiellem Erdgasvorkommen in den vorgeschlagenen Standortgebieten für geologische Tiefenlager, so ist ein Nutzungskonflikt deutlich erkennbar. An einem Ort können nicht beide Vorhaben umgesetzt werden, denn die eine Nutzung schliesst die andere aus (HAAG 2011: 7). Die Behörden müssen im Rahmen der Interessenabwägung ermitteln, welcher Nutzung der Vorzug zu geben ist – und dabei die übergeordneten und nachfolgenden Planungen berücksichtigen.

3.2.4 Lagerung und Nutzung von Grundwasser

Im Untergrund finden sich etwa 150 Milliarden m^3 Wasser. Damit stellt das Grundwasser neben den Seen den grössten Wasserspeicher der Schweiz dar. Gut 10 Prozent davon sind jährlich erneuerbar und könnten nachhaltig, d.h. ohne bleibende Auswirkungen auf die Umwelt, entnommen werden

[18] Dem Wasser und der Erdwärme wird ein eigenes Unterkapitel gewidmet (Kap. 3.2.4 und 3.2.5).

[19] So werden in der Schweiz beispielsweise rund 600'000 Tonnen Hartgesteine für Bahnschotter und rund 800'000 Tonnen für Strassenbeläge pro Jahr nachgefragt (JUD 2012: 3).

[20] Können aber sogar für den tiefen Untergrund Folgen haben, vgl. vorheriges Kapitel 3.2.2.

[21] Dabei wird nicht vertikal gebohrt, sondern einem festgelegten Bohrpfand gefolgt – was auch horizontale Bohrungen erlaubt.

(BAFU 2019c). Die effektive nutzbare Grundwassermenge ist allerdings deutlich geringer (siehe unten).

Grundwasser wird für unterschiedliche Zwecke genutzt; insbesondere ist es die Ressource für das Trinkwasser. In der Schweiz werden 80 Prozent der öffentlichen Wasserversorgung aus Grundwasser gedeckt (BAFU 2019c). Neben der Nutzung als Trinkwasser wird Grundwasser zudem als Thermal-, Mineral- und Brauchwasser genutzt. Auch wenn der Bedarf an Trink- und Brauchwasser in der Schweiz aktuell lediglich etwa 7 Prozent der jährlich nachhaltig nutzbaren Grundwassermenge beträgt, kann dieses Potenzial nicht annähernd ausgeschöpft werden. Die Konflikte nehmen aufgrund der zunehmenden Flächennutzungen deutlich zu. Wachsende Siedlungen und andere Nutzungen erschweren zunehmend einen effizienten planerischen Schutz der Trinkwasserressourcen. In Ballungsräumen, aber vor allem auch in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten sind Qualitätsdefizite zu verzeichnen. Aktuelle Zahlen belegen, dass die Verunreinigungen des Grundwassers mehrheitlich aus der Landwirtschaft stammen (BAFU 2019b: 122).

Die Regelungsdichte ist beim Grundwasser hoch. Das Gewässerschutzgesetz schützt das Wasser vor «nachteiligen Einwirkungen» (Art. 1 GSchG). Die Verantwortung für die öffentliche Trinkwasserversorgung liegt wiederum bei den Gemeinden. Diese müssen dafür sorgen, dass die Vorgaben des Gewässerschutzgesetzes umgesetzt werden, also dafür sorgen, dass das Grundwasser präventiv vor Verunreinigungen geschützt wird.[22] Konkret müssen die Gemeinden für den vorsorglichen Schutz der öffentlichen Trinkwasserfassungen Grundwasserschutzzonen ausscheiden. Dabei unterscheidet man zwischen verschiedenen Stufen von Schutzzonen (S1, S2 und S3). In der Schweiz verfügen derzeit etwa 60 Prozent der Fassungen über rechtmässig ausgeschiedene Schutzzonen (Olschewski 2018: 5). In diesen Gebieten ist die physische und räumliche Nutzung des unterirdischen Raumes eingeschränkt oder mit Auflagen und Bedingungen im Rahmen von Bewilligungen verbunden. Andere Nutzungen sind zwar nicht automatisch ausgeschlossen, dürften aber wenn überhaupt vor allem an der Oberfläche stattfinden (ARE 2011: 17). Bauliche Eingriffe in den Untergrund wie Tunnelbauten oder Bohrungen haben zu grosses Potential, das Grundwasser zu verschmutzen respektive den Grundwasserleiter zu beschädigen. Neben der physischen Auswirkung der Bohrungen können zugeführte Chemikalien, die beispielsweise beim Fracking zum Einsatz kommen oder durch ein Leck in einer Wärmepumpe in den Untergrund geraten, das Grundwasser verunreinigen (HOFER 2018: 32). Dazu kommen die erwähnten Verunreinigungen durch landwirtschaftliche Nutzungen an der Erdoberfläche. Die Grundwassernutzung ist also besonders konfliktträchtig, vor allem bezüglich anderer Nutzungen im Untergrund. Sie verfügt deshalb über ausgeprägte Schutzinstrumente (grundeigentümerverbindliche Grundwasserschutzzonen).

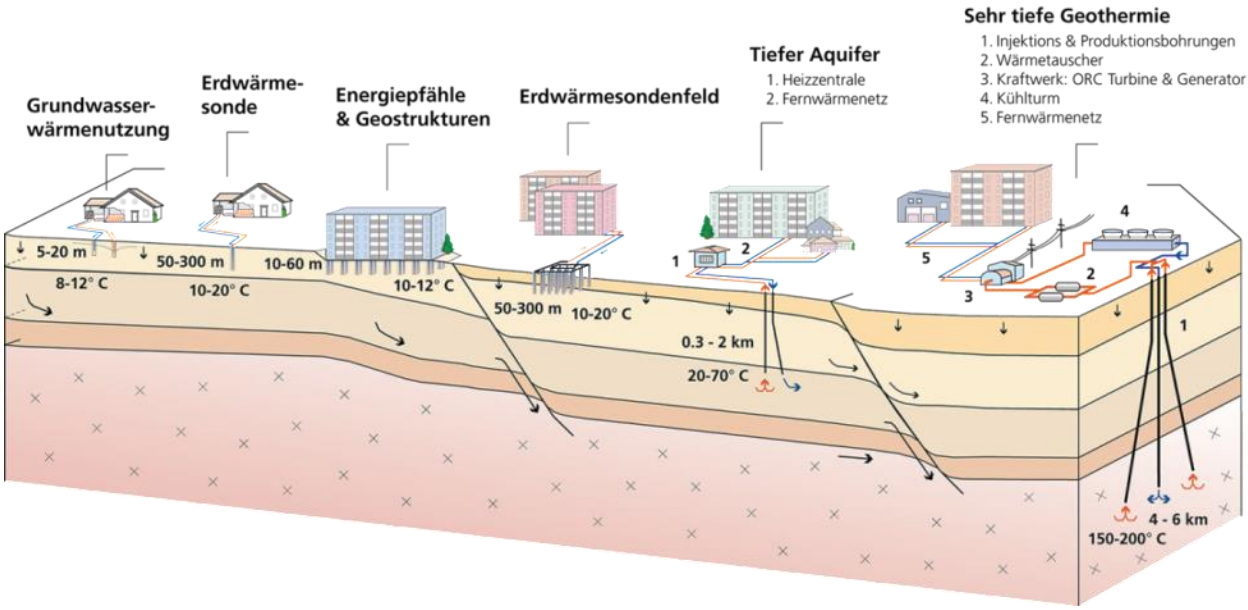
3.2.5 Gewinnung von Geothermie

Als Geothermie (oder Erdwärme) wird die unterhalb der Erdoberfläche gespeicherte Wärme bezeichnet. Sie entsteht beim Zerfall natürlich vorkommender radioaktiver Elemente. Bereits ab zirka 15

[22] Zur Nutzung des Grundwassers müssen die Gemeinden aber beim Kanton, dem Eigentümer der Wasserressourcen, eine Nutzungskonzession beantragen. Die Konzession wird aber nur erteilt, wenn die Gemeinden nachvollziehbar darlegen, wie sie die Fassungen vor Verunreinigungen schützen. Können sie den Schutz nicht ausreichend aufzeigen, kann der Kanton die Konzession verweigern (OLSCHEWSKI 2018: 6).

Metern unter der Erdoberfläche ist die Bodentemperatur keinen jahreszeitlichen Schwankungen mehr unterworfen, sondern das ganze Jahr über konstant. BLUNIER hat die Nutzungen von Erdwärme anhand der Nutzungstiefe in drei verschiedene Typen unterschieden (BLUNIER 2009: 21). Je nach Tiefe können Temperaturen zwischen 20 Grad Celsius (ca. 250 Meter Tiefe) und über 100 Grad Celsius (über 5000 Meter Tiefe) genutzt werden (siehe dazu BFE 2017). Auch die Methoden zur Nutzung der Geothermie sind unterschiedlich: Vertikale Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Geostrukturen (Fundationspfähle, Schlitzwände) und warme Tunnelwässer werden in der Regel in Verbindung mit einer Wärmepumpe zu Heizzwecken benutzt (BFE 2019; vgl. Abb. 9). Die Zahl dieser Erdwärmegewinnungsanlagen, insbesondere der Erdwärmesonden, hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen (HAAG 2011: 11). Mit der Energiestrategie 2050 fördert der Bund die erneuerbaren Energien und insbesondere die Geothermie zusätzlich. Die Zahlen werden demnach weiter steigen.

Abbildung 9: Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme.



Quelle: Cattin Stéphane, CREGE.

Bei Temperaturen von über 100 Grad Celsius ist zudem die Produktion von Elektrizität möglich. Das Potenzial zur geothermischen Stromerzeugung ist in der Schweiz sehr gross. Es bestehen allerdings noch grosse Unsicherheiten in Bezug auf die Kosten und die genaue Methode der Stromerzeugung. Derzeit wird deshalb in der Schweiz noch keine Elektrizität aus geothermischen Quellen produziert. Experten rechnen jedoch bis ins Jahr 2030 mit über zehn Anlagen, welche insgesamt 800 GWh Strom produzieren sollen (BFE 2019). Der Bund fördert mit der Energiestrategie 2050 auch Geothermie-Stromprojekte.[23]

Die verschiedenen Nutzungen von Geothermie bieten viel Konfliktpotential. So können beispielsweise Erdwärmesonden bei unsachgemässem Bau und Betrieb wie erwähnt das Grundwasser gefährden.

[23] Der Bund kann beispielsweise Arbeiten zur Erkundung des tiefen Untergrunds mit bis zu 60 Prozent der anrechenbaren Kosten unterstützen.

Die Nutzung von Erdwärme kann zudem die Temperatur im Untergrund verändern, was die Stabilität des Bodens beeinflusst und dadurch negative Auswirkungen auf unterirdische Anlagen haben kann. Zudem können Bohrungen und ähnliche Aktivitäten (wie auch Fracking) seismische Aktivitäten auslösen, welche neben Bauten und Anlagen an der Oberfläche auch Infrastruktur im Untergrund beschädigen können (HOFER 2018: 31). Das deutlich grösste Konfliktpotential zeigt sich jedoch in der Konkurrenz um den verfügbaren Raum. Erdsonden haben zwar eine kleinen horizontalen Flächenanspruch, jedoch vertikal einen sehr grossen Raumanspruch. Die rasant zunehmende Anzahl von Bohrungen in Tiefen von 20 bis mehreren hundert Metern steht im Konflikt mit anderen Nutzungen im Untergrund, wie zum Beispiel dem Materialabbau oder geologischen Tiefenlagern (HAAG 2011: 11). Im urbanen Raum erschwert oder verunmöglicht eine hohe Dichte an Erdsonden oftmals auch den Bau von unterirdischer Verkehrsinfrastruktur. Zudem kann es bei einer grossen Anzahl von geothermischen Anlagen auf kleinem Raum zu einer Übernutzung der Ressource kommen. Wenn zu viele Nutzer Erdwärme gewinnen wollen, führt dies zu einer Abkühlung der Bodentemperatur und damit zu einer Senkung der Effizienz der geothermischen Anlagen (HOFER 2018: 32).

Bei der unkoordinierten Nutzung von Geothermie durch Erdsonden oder Wärmepumpen zeigt sich deutlich das Problem einer fehlenden Planung. In den meisten Kantonen ist für eine Erdwärmesonde lediglich eine Bau- sowie eine Gewässerschutzbewilligung erforderlich. Zudem muss noch nachgewiesen werden, dass die projektierte Erdsonde nicht im Abströmbereich einer anderen ist. Erst für grosse Tiefengeothermieanlagen wird meist eine Grundlage im kantonalen Richtplan verlangt. Wie ausgeführt können die Auswirkungen einer einzelnen Erdwärmesonde sehr gross sein. Dazu kommt, dass Erdwärmesonden immer häufiger nicht nur vertikal, sondern auch seitlich abgelenkt geführt werden. Das erhöht ihren Raumbedarf nochmal um ein Vielfaches. Die erhöhte Nutzungsdichte und das hier deutlich zum Vorschein kommende Prinzip des first-come first-served verstärken noch das Konfliktpotential.

3.2.6 Archäologie

Der Untergrund ist nicht nur reich an Bodenschätzen, sondern auch an kulturellen Schätzen. Viele historische Zeitzeugen sind im unterirdischen Raum verborgen. Diese werden selten gezielt gesucht, sondern in den meisten Fällen während anderen Nutzungen freigelegt. Oftmals kommen so während Bauarbeiten, z.B. für Leitungen oder einen Strassentunnel, historisch wertvolle Funde zum Vorschein. Darin zeigt sich auch der Stellenwert des Untergrunds für die Archäologie: Der Boden stellt gewissermassen das Archiv dieser früheren Nutzungen dar. Bauen im Untergrund geht deshalb aus der Sicht der Archäologie mit einer Zerstörung dieser historischen Zeitzeugen einher. Somit steht die archäologische «Nutzung» des Untergrunds grundsätzlich in Konflikt mit allen anderen Nutzungen im Untergrund. Bereits im Jahr 2001 hat auch die Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege EKD auf die Gefahr hingewiesen, die sich mit dem Bauen im Untergrund für die archäologischen Denkmäler ergibt: «Ausgelöst werden die Eingriffe in den Baugrund vor allem durch den grossen Nutzungsdruck, besonders in intensiv genutzten Bereichen wie beispielsweise in Altstädten. Die Motivation für die Erstellung unterirdischer Bauten liegt weiter im Bestreben, technisch und funktionell unabdingbar scheinende Massnahmen oder Elemente nicht in Erscheinung treten zu lassen, ja sie zu verstecken. Das Verbergen des Unansehnlichen entspricht dem Wunsch nach einem ungetrübten, heilen, für Bevölkerung und Touristen gleichermassen intakten Bild der Stadt» (EKD 2018).

Wird jedoch bei Bauarbeiten im Untergrund sorgfältig vorgegangen, können freigelegte archäologisch wertvolle Funde erforscht statt zerstört werden. Für solche Fälle kennen die meisten Schweizer Kantone sogenannte Not- und Rettungsgrabungen. Die Fundstücke werden ausgegraben, interpretiert und der Öffentlichkeit in Publikationen und konservierten Museumsstücken erschlossen (GUTSCHER 2012: 24) Das Bauen im Untergrund setzt deshalb eine enge Zusammenarbeit mit dem Archäologischen Dienst des Kantons voraus. Ein Baustopp beziehungsweise der Schutz von archäologischen Fundstätten führt jedoch dazu, dass im betroffenen Untergrund keinerlei andere Nutzungen möglich sind.

3.2.7 Städtebauliche Optimierungen

Bei dieser Kategorie wird der Untergrund ebenfalls als Baugrund genutzt (vgl. Kap. 3.2.1). Dabei steht jedoch nicht das «Versorgen» von Infrastrukturen im Vordergrund, vielmehr geht es hier um die Chance städtebaulicher Optimierungen – unter der Erdoberfläche (vgl. Abb. 11).

Im Zuge der Innenentwicklung wird es vermehrt Orte geben, wo die planerischen Vorgaben und die bestehenden städtebaulichen Bedingungen eine starke Verdichtung verlangen. An solchen Orten ist der Lebens- und Aufenthaltsqualität vertieft Aufmerksamkeit zu schenken. Um hier eine qualitätsvolle Innenentwicklung zu fördern, gibt es verschiedene Massnahmen. Eine davon kann die Verlegung bestimmter Nutzungen in den Untergrund sein (KLOSTERMANN 2019: 31). Dabei werden nicht mehr einzelne Anlagen, sondern ganze Flächen versenkt, wie beispielsweise Sporthallen, Lager, Einkaufszentren oder gar Lesesäle. An der Oberfläche wird wertvoller Platz gewonnen, der wiederum anders genutzt werden kann – zum Beispiel als öffentliche Frei- oder Grünräume. Der Untergrund sollte dabei jedoch nicht als Restraum betrachtet werden, wo an der Oberfläche unerwünschte Bauten und Anlagen versorgt werden – analog der negativen Standortgebundenheit[24] ausserhalb der Bauzonen. Es gilt auch dort, städtebaulich zu denken und den Raum bestmöglich zu nutzen. Dabei soll auch im Untergrund die Qualität eine Rolle spielen. So gesehen, treibt die oberirdische bauliche Verdichtung diejenige im Untergrund an (KLOSTERMANN 2019: 31; MARTI 2019: 14).

Beispiel Hochschulgebiet Zürich Zentrum

Als Beispiel für eine städtebauliche Optimierung kann das Hochschulgebiet im Zentrum von Zürich genannt werden. Gegenüber vom Universitäts-Hauptgebäude plant die Universität Zürich unter anderem ein neues Bildungs- und Forschungsgebäude. Der Neubau für rund 6500 Studierende und 1100 Mitarbeitende wird eine grosse Bibliothek enthalten, Räume für die Lehre, 700 Arbeitsplätze für Studierende, Sportmöglichkeiten, eine Mensa und öffentliche Nutzungen. In langjähriger Planungsarbeit wurden auf Grundlage von Masterplänen und Vertiefungsstudien die kantonalen Gestaltungspläne ausgearbeitet. Dabei lag das Augenmerk stark auf der städtebaulichen Setzung und der Gestaltung der Strassen- und Freiräume. Mit diesen Grundlagen wurde ein Projektwettbewerb durchgeführt. Gewonnen hat das Projekt «Gloria» von Herzog & de Meuron. Gemäss Jurybericht schafft es das Projekt, «Öffentlichkeit zu bilden» (KANTON ZÜRICH 2018: 22). Das Gebäude ist weit von der Strasse zu-

[24] Eine negative Standortgebundenheit kann vorliegen für Bauten, die wegen ihrer Immissionen in der Bauzone ausgeschlossen sind oder nicht sinnvoll betrieben werden können und deshalb ausnahmsweise in die Landwirtschaftszone verschoben werden dürfen.

rückversetzt, so dass davor ein zusätzlicher öffentlicher Platz entsteht. Möglich wird dieser, indem zum Beispiel die Turnhallen, aber auch andere Räume wie die Lesesäle in den Untergrund abgesenkt werden. Um Licht unter die Erdoberfläche zu bringen, sehen die Architekten in der Mitte des neuen Platzes eine Öffnung mit einem darin versenkten Garten vor. Das Siegerteam sah als einzige diese städtebaulich interessante Lösung vor. Alle anderen Entwürfe schlugen wuchtige Bauten vor, die direkt an die Strasse angrenzen.

Abbildung 10: Visualisierung des Siegerprojekts Gloria.

Auf dem ersten Bild ist der freigespielte Platz erkennbar, im zweiten Bild sind die unterirdischen Lesesäle zu sehen. Quelle: Visualisierung von Herzog & deMeuron.
<https://www.stadtuniversitaet.uzh.ch/de/bauvorhaben/zentrum/waesserwies/galerie.html> Zugriff 20.8.2019.

Das Beispiel illustriert, wie der Untergrund für städtebauliche Optimierungen genutzt werden kann. Dafür eignen sich vor allem Nutzungen, die nicht zwingend auf Tageslicht angewiesen sind, wie Lager, Turnhallen, Erschliessungen usw. Das Projekt zeigt aber auch, dass es möglich ist, Licht in den unterirdischen Raum zu bringen, und damit den Anwendungskreis zu erweitern (vgl. das Beispiel Lowline New York in Kap. 5). Gleichwohl sollte es nicht bei solchen Einzelvorhaben bleiben, sondern sollte eine Gesamtsicht über die Nutzungen des Untergrunds in diesem Raum angestrebt werden. Der FNU hat deshalb für das gesamte Hochschulgebiet ein städtebauliches Konzept für den Untergrund vorgeschlagen. Damit sollen die Oberfläche und der unterirdische Raum mit ihren vorgesehenen Nutzungen koordiniert entwickelt werden (KLOSTERMANN 2019: 31).

Wie bei der Nutzung des Untergrunds als Baugrund im Allgemeinen geraten solche städtebaulichen Optimierungen mit zahlreichen anderen Nutzungen in Konflikt. Da die genannten Vorhaben jedoch vorab im oberflächennahen Untergrund stattfinden, sind hier vordergründig die Auseinandersetzungen mit den bestehenden und geplanten Werkleitungen zu nennen (vgl. Kap. 4.2). Gerade im städtischen Raum zeigen sich auch häufig Konflikte mit der Archäologie, wenn entsprechende Funde bei Grabarbeiten zum Vorschein kommen. Dazu kommen Konflikte, die sich erst in den letzten Jahren zeigten. Oberflächennahe Nutzungen im Untergrund können beispielsweise Pflanzen, vor allem Bäumen, verunmöglichen Wurzeln zu schlagen. Die Bepflanzung an der Oberfläche muss in Zeiten der Klimaerwärmung, wo die Städte zunehmend zu Hitzeinseln werden, bei der Nutzung des Untergrunds mitbedacht werden.

Abbildung 11: Städtebauliche Nutzung des Untergrunds in verschiedenen Stufen.

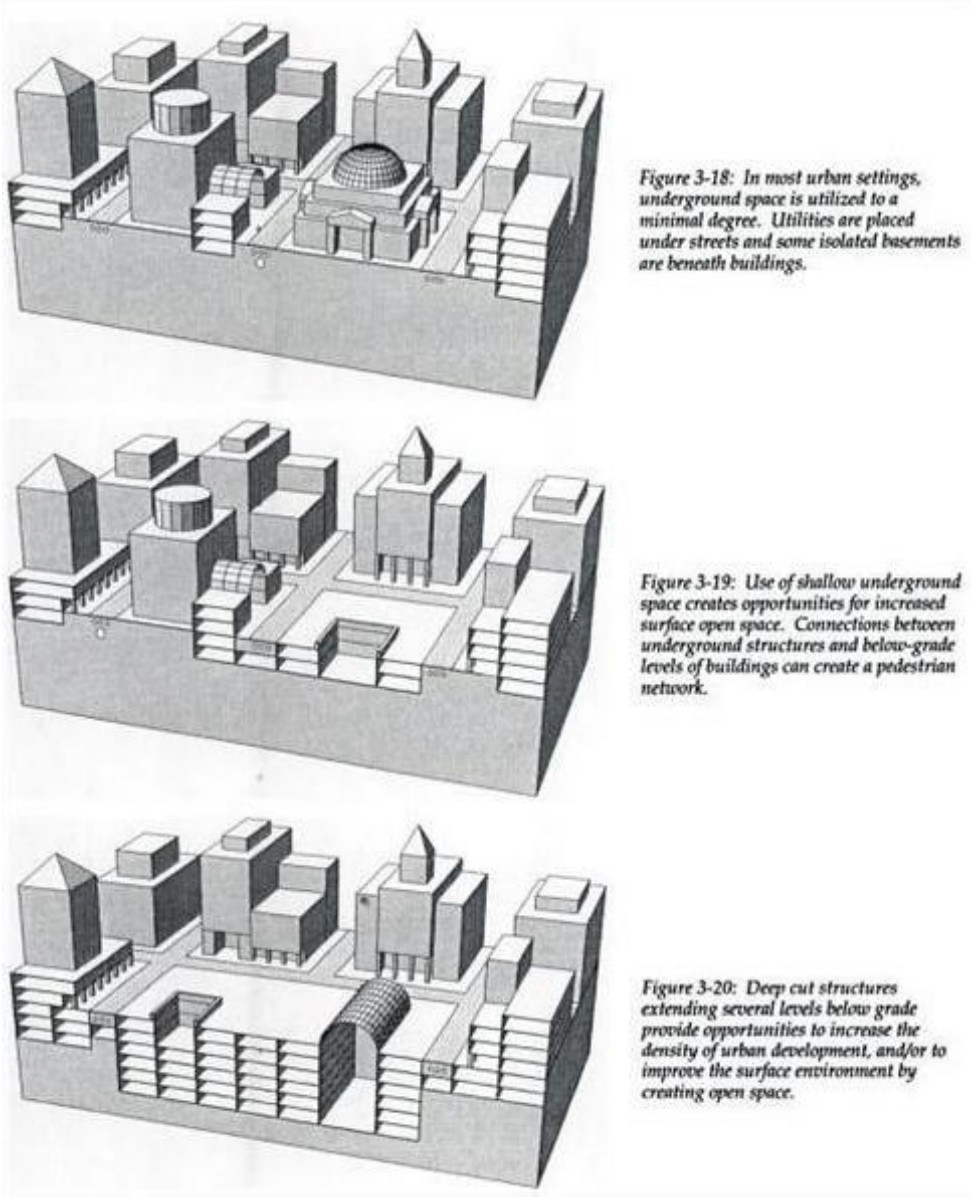


Figure 3-18: In most urban settings, underground space is utilized to a minimal degree. Utilities are placed under streets and some isolated basements are beneath buildings.

Figure 3-19: Use of shallow underground space creates opportunities for increased surface open space. Connections between underground structures and below-grade levels of buildings can create a pedestrian network.

Figure 3-20: Deep cut structures extending several levels below grade provide opportunities to increase the density of urban development, and/or to improve the surface environment by creating open space.

Bereits 1993 machten sich Carmody und Sterling Gedanken zur städtebaulichen Nutzung des Untergrunds. Sie stellten die verschiedenen Stufen in obiger Grafik schematisch dar. Quelle: Carmody/Sterling 1993. In: LI ET AL. 2012: 4

4 Datengrundlagen

4.1 Geologische Grundlagen

Um ihrer Planungspflicht (vgl. Kap. 3.1) nachzukommen, benötigen die Bund, Kantone und Gemeinden entsprechende Grundlagen. Diese Grundlagen sollen möglichst gezielt und problemorientiert einen Überblick zu verschiedenen Sachbereichen der Raumplanung verschaffen (Bundesrat 2018b: 8). Die Erarbeitung der Grundlagen darf nicht nur an der Erdoberfläche stattfinden – der Untergrund ist miteinzubeziehen. Dafür müssen die geologischen Gegebenheiten bekannt sein. Geologische Daten und Informationen zu beschaffen gehört folglich zum Pflichtenheft der Grundlagenarbeit (TSCHANNEN 2019b: 193).

Die Erhebung und die Zusammenführung der für die Raumplanung benötigten Grundlagen sind weder im eidgenössischen RPG noch in anderen Erlassen geregelt und dies unabhängig davon, ob es sich um die Erdoberfläche oder den Untergrund handelt. Auf und über der Erdoberfläche ist es jedoch relativ einfach, Geodaten zu erheben und nachzuführen. In den meisten Fällen besteht ein direkter Zugang zu allen zu vermessenden Punkten und die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die zu berücksichtigenden Grenzen sind klar. Periodisch nachgeführte raumbezogene Planungs- und Umweltdaten sind deshalb an der Erdoberfläche heute ausreichend und in guter Qualität vorhanden. Anders verhält es sich beim Untergrund (Bundesrat 2018b: 6). Hier fehlen raumbezogene Daten weitestgehend. Informationen werden meist über einzelne Projekte wie beispielsweise Tiefen- oder Tunnelbohrungen oder indirekt über geophysikalische Messungen (Seismik, Gravimetrie, Geoelektrik usw.) gewonnen und dies nur verhältnismässig kleinräumig. Flächendeckende geologische Informationen sind selten vorhanden und wenn, sind sie oft mit Unsicherheiten behaftet (Bundesrat 2018b: 7).

Grundsätzlich sind wie erwähnt die Kantone für die Regelung des Untergrundes zuständig – und damit auch für die Regelung der diesbezüglichen geologischen Daten. Es finden sich jedoch nur in elf Kantonen in der Regal-, Gewässerschutz- oder Geoinformationsgesetzgebung Regelungen über das Erheben und Nutzen von geologischen Daten und Informationen (Bundesrat 2018b: 10). Solche Bestimmungen erlauben es den kantonalen Behörden, Private zur Einlieferung von Daten und Informationen zu verpflichten und diese anschliessend zu Planungszwecken und zur Erfüllung weiterer hoheitlicher Aufgaben zu verwenden. Die meisten kantonalen Gesetzgebungen (z. B. Bergregalgesetze) sehen in der aktuellen Form jedoch keine Datenweitergabe von Privaten an den Kanton vor.

Auf Bundesebene sieht das eidgenössische Geoinformationsrecht vor, dass die Landesgeologie[25] die geologischen Daten von nationalem Interesse zur Verfügung stellt (Art. 1 Geoinformationsgesetz, GeoIG). Dazu erhebt sie eigene Daten, verarbeitet diese zu Datensätzen und stellt sie Bund, Kantonen und der Öffentlichkeit zur Verfügung. Unter anderem werden dabei auch explizit Grundlagendaten für die nachhaltige Nutzung des geologischen Untergrundes (und für die Raumentwicklung der Schweiz

[25] Die Landesgeologie ist das Kompetenzzentrum des Bundesamtes für Landestopografie (swisstopo) für die Erhebung, Analyse, Lagerung und Bereitstellung geologischer Daten.

genannt). Mangels entsprechender Regelungen in der Gesetzgebung fehlt aber dem Bund weitestgehend die Kompetenz, diese Daten einzufordern (Bundesrat 2018b: 9).[26]

Der überwiegende Teil der Daten und Informationen zum Untergrund liegt in den Händen von Privaten. Die Landesgeologie ist deshalb bei der Bereitstellung geologischer Basisinformationen und Modelle darauf angewiesen, von Privaten die dazu notwendigen geologischen Daten freiwillig zur Verfügung gestellt zu bekommen (Bundesrat 2018b: 10). Erst dann werden grössere Modelle überhaupt möglich, wie das Beispiel «GeoMol» zeigt. Bei diesem Projekt hat die Landesgeologie ein 3D-Modell des Molassebeckens vom Genfer- bis zum Bodensee erarbeitet. Es zeigt im Detail den geologischen Aufbau unter dem dicht besiedelten Mittelland. Die oberste Lage des 3D-Modells entspricht der Erdoberfläche und nutzt vor allem die geologischen Karten und Höhenreliefe. Für den Untergrund – den grössten Teil des Modells – wurden seismische Daten (aneinandergereiht rund 5000 Kilometer) und die Daten von über 60 Tiefbohrungen verwendet. Diese wurden in den letzten 50 Jahren von diversen privaten Öl- und Gasexplorationsfirmen ermittelt und dem Projekt GeoMol zur Verfügung gestellt (VAHLENSIECK 2018: 19). Bereits im Einsatz steht GeoMol in den Vorabklärungen zum Projekt «Cargo sous terrain» (vgl. Kap. 3.2.1). Auch bei Geothermie-Projekten in der Westschweiz wird das 3D-Modell genutzt (VLP-ASPAN 2019: 11).

Solche 3D-Modelle mit entsprechenden Darstellungs- und Visualisierungsmöglichkeiten können helfen, Nutzungskonflikte sichtbar zu machen beziehungsweise den Koordinationsbedarf zwischen verschiedenen Untergrundnutzungen zu erkennen (BUNDESRAT 2018b: 10). Soll der Untergrund künftig besser in die Planung einbezogen werden, so werden 3D-Modelle als Grundlage für die Planung unverzichtbar sein (vgl. Kap. 6.1.4).

Um den eingangs beschriebenen Missständen zu begegnen, hat der Nationalrat Karl Vogler 2016 ein Postulat eingereicht (16.4108: Geologische Daten zum Untergrund). Er verlangte vom Bundesrat einen Bericht, in dem dieser aufzeigt, «welche tatsächlichen, rechtlichen und allenfalls weiteren Voraussetzungen im Zusammenhang mit der Raumplanung im Untergrund geschaffen werden müssen, damit die dafür notwendigen geologischen Informationen gesammelt und koordiniert zusammengeführt werden können». Der Bundesrat hat den geforderten Bericht erstellt (BUNDESRAT 2018b) sowie eine Anpassung des Bundesgesetzes über Geoinformation vorbereiten lassen. Es soll künftig regeln, wie geologische Daten für die Raumplanung erhoben und zusammengeführt werden. Dies wiederum soll dafür sorgen, dass schweizweite Standards geschaffen werden und sich Hürden beim Austausch von Daten zur Erstellung raumplanerischer Grundlagen beseitigen lassen.

4.2 Kataster bestehender Nutzungen

Zur Grundlagenbeschaffung im Untergrund gehören nicht nur Kenntnisse über seine geologischen Eigenschaften, sondern auch eine Übersicht über die bestehenden Nutzungen. Beides ist für eine raumplanerische Koordination der verschiedenen Nutzungen und Nutzungsabsichten unerlässlich.

[26] Nur die Kernenergiegesetzgebung und seit dem 1. Januar 2018 die Energieverordnung (EnV) und die CO2-Verordnung (CO2-V) enthalten ausdrückliche Regelungen über geologische Informationspflichten.

Besonders deutlich zeigt sich dies beim bestehenden Leitungsnetz, das nahe der Erdoberfläche den Untergrund durchzieht (vgl. Kap. 3.2.1). Es verfügt inzwischen gesamtschweizerisch über eine Länge von 550'000 Kilometern (SWISSTOPO 2019: 12).[27] Die genauen Informationen über dieses Leitungsnetz beziehungsweise ein Kataster fehlen jedoch vielerorts. Situationen wie die folgende ergeben sich deshalb tagtäglich auch Schweizer Baustellen: «Die Bauarbeiten waren bestens vorbereitet, alle Werkleitungsbetreiber hatten ihre Angaben geliefert, doch beim Graben kam ein riesiger Betonklotz zum Vorschein – genau dort wo die Kanalisation geplant war. Von diesem Klotz hatte niemand etwas gewusst. Nach langer Suche hat sich herausgestellt, dass es sich um einen alten Fernwärmekanal handelt, der noch in Betrieb ist, aber nie in den Plänen erfasst wurde» (NEUHAUS 2019: 10).

Auf Bundesebene fehlt eine gesetzliche Grundlage zum einem entsprechenden Leitungskataster. Rund die Hälfte der Kantone kennt zwar explizite rechtliche Bestimmungen zum Leitungskataster. Bei einigen dieser Kantone und deren Städten sind die Leitungskataster schon in Betrieb, bei anderen noch im Aufbau. Die andere Hälfte der Kantone sammelt teilweise entsprechende Informationen zusammen, kennt aber bis heute keine gesetzliche Regelung (SWISSTOPO 2019: 11). Es bestehen demnach grosse Unterschiede. Die Bandbreite reicht von der «Fötzelisammlung» bis zur durchdigitalisierten Stadt Genf (WIRTH 2019). Immerhin kennen die meisten grösseren Städte der Schweiz seit längerer Zeit individuelle Leitungskataster, die sie laufend aktualisieren.[28]

Die Informationen über die bestehenden Leitungen liegen geometrisch mehrheitlich als Lagedaten (2D) ohne Höheninformation vor. Dreidimensionale Geometriedaten (3D) spielen aktuell noch eine untergeordnete Rolle. Das macht es beispielsweise schwierig, Kreuzungen von Werkleitungen zu planen. Als weitere Herausforderung kommen temporäre Bauteile dazu, die aus Kostengründen im Boden verbleiben, die aber nicht dokumentiert sind. Diese kommen dann bei den Grabarbeiten zum Vorschein (KÜNG 2019: 5; SWISSTOPO 2019: 14).

Im Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates von Kathy Riklin (Kap. 1.1) wurde als ein wesentliches Element zur besseren planerischen Erfassung des Untergrunds der Leitungskataster (Wasser, Abwasser, Gas, Fernwärme, Elektrizität, Kommunikation usw.) identifiziert. Die diesbezüglichen Abklärungen wurden dem Bundesamt für Landestopografie swisstopo übertragen. Im Jahr 2017 wurde eine entsprechende Machbarkeitsstudie publiziert, welche zum Schlusskommt, dass ein «Leitungskataster Schweiz» nicht nur machbar ist, sondern auch einem Bedarf nach einer besseren Dokumentation des Untergrundes entspricht. Der Bund schlägt deshalb vor, dass er in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Partnern, insbesondere den Kantonen, einen Leitungskataster Schweiz (LKCH) aufbaut (SWISSTOPO 2019: 39). Er hält im dazugehörigen Bericht als Vision fest: «Die ober- und unterirdische Raumnutzung durch Infrastrukturen [...] wird schweizweit homogen, verlässlich und zeitgemäss dokumentiert, um die Schadensrisiken an Infrastrukturen bei Interventionen und Bauarbeiten im Untergrund zu reduzieren [...]» (SWISSTOPO 2019: 19).[29] Der Bund soll Vorgaben zum ver-

[27] Dies entspricht einem Wiederbeschaffungswert (inklusive Strassenkörper) von über 450 Milliarden Franken (SWISSTOPO 2019: 12).

[28] Hilfe leistet hier auch die Norm SIA 405. Sie unterstützt die Städte und Gemeinden dabei, eigene rechtliche Vorgaben zum Leitungskataster festzulegen.

[29] Für den erwähnten Bericht «Vision, Strategie und Konzept zum Leitungskataster Schweiz» hat der Bund das Vernehmlassungsverfahren eröffnet. Es läuft bis am 7. Oktober 2019.

langten Inhalt und der verlangten Datenqualität machen, während die konkrete Umsetzung bei den Kantonen und Gemeinden liegt.

5 Blick ins Ausland

Die eingangs skizzierten Herausforderungen und Probleme stellen sich natürlich nicht nur in der Schweiz. Auf der ganzen Welt wird der Untergrund in unterschiedlicher Weise genutzt. Für die vorliegende Arbeit sollen Beispiele aus anderen Ländern zeigen, wie der Untergrund raumplanerisch erfasst werden kann. In den meisten Fällen werden diese nicht direkt auf die Schweiz übertragbar sein, liegen den Beispielen doch unterschiedliche Regelungssysteme und -kompetenzen zu Grunde. Dennoch lassen sich gewisse Erkenntnisse gewinnen, die auch für den Untergrund im Schweizer Raumplanungssystem interessant sind (siehe auch Anhang C).

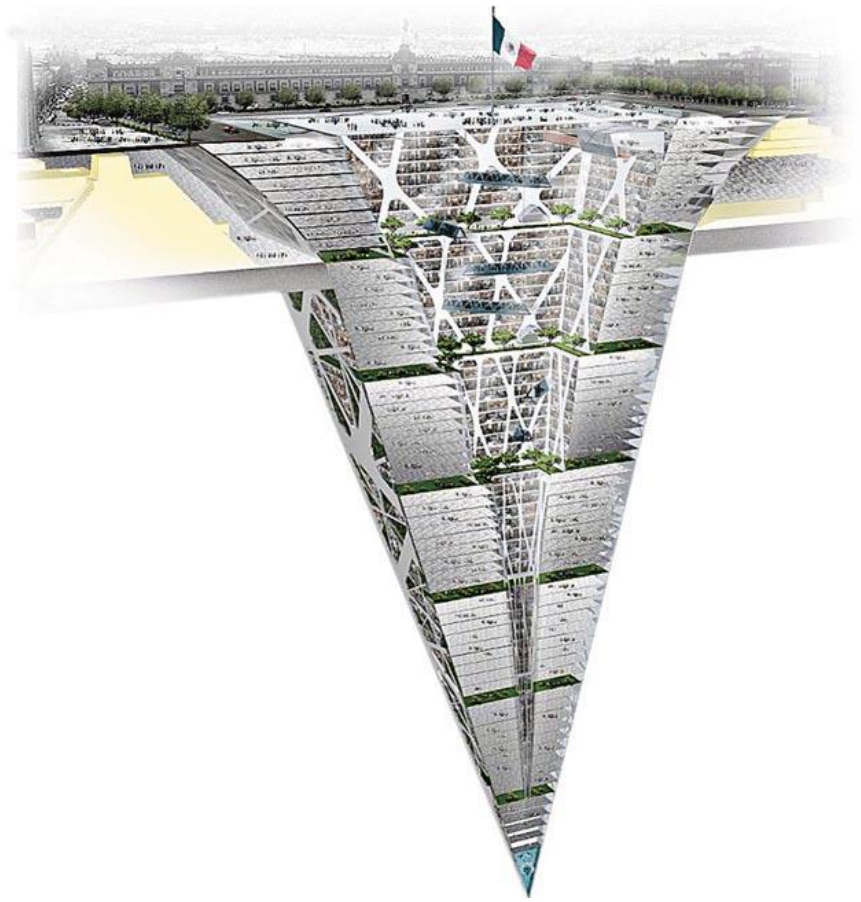
In seiner Botschaft zur Teilrevision RPG 2 hat der Bundesrat einen Rechtsvergleich der zur Diskussion stehenden Revisionsthemen (darunter die Raumplanung im Untergrund) mit dem europäischen Recht vorgenommen. Untersucht wurden die Regelungen in Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich und den Niederlanden (Bundesrat 2018a: 7456). Hervorzuheben ist Folgendes: In den Niederlanden wird der Untergrund in diverse Zonen eingeteilt und spielt seit längerem eine wichtige Rolle im Raumplanungsrecht. Grenzen setzen die speziellen topografischen Bedingungen, vor allem der Wasserdruck in der Tiefe. Tiefer als 60 Meter kann oft nicht gebaut werden. In Italien müssen seit 1999 Provinzhauptstädte, Gemeinden mit über 30 000 Einwohnern und Gemeinden mit besonderer touristischer Bedeutung einen allgemeinen Bebauungsplan für den Untergrund erstellen. Dieser Plan konzentriert sich hauptsächlich auf bestimmte Anlagen wie Wasserversorgungs-, Strom-, Telekommunikations- und andere Leitungen sowie Fernwärme- und Gasleitungsnetze. Frankreich regelt abgeleitet vom «Code de l'urbanisme» die Nutzung des Untergrundes nur dann, wenn es sich dabei um Abbaugebiete oder sonstige spezifische – in der Regel öffentliche – Nutzungen handelt. In diesem Fall ist der darüber gelagerte Nutzungsplan von der Nutzung des Untergrunds abhängig. Österreich kennt dagegen Regelungen zur Nutzung des «weniger tief gelegenen Untergrunds». Dies betrifft Nutzungen wie beispielsweise unterirdische Parkierungsanlagen (Bundesrat 2018a: 7456).

Daneben gibt es viele interessante Einzelprojekte im Untergrund. Darunter auch unkonventionelle Vorhaben wie ein Untergrundpark in New York. Im New Yorker Stadtteil Manhattan wird seit acht Jahren ein unterirdischer Park geplant. Er soll das Gegenstück zur bekannten «High Line» sein, einem stillgelegten Hochbahntrassee in Manhattan, das zum Park umfunktioniert wurde und sich in den letzten Jahren rege von Erholungssuchenden genutzt wurde. «The Lowline» soll in einer ehemaligen unterirdischen Tramstation mit Wendeschleife und einem dazugehörigen Teilstück der nicht mehr genutzten Strecke angelegt werden. Die Tramstation steht seit den fünfziger Jahren leer und bietet über 5'000 m^2 Fläche. Die Lowline soll keine Öffnung zur Erdoberfläche erhalten, dies wäre nicht möglich. Um die Pflanzen im Park mit Licht zu versorgen, wird aktuell eine neue Technologie ausprobiert: Lichtkollektoren an der Erdoberfläche sollen das eingesammelte Sonnenlicht über Glasfaserkabel in die Parkanlage leiten (BERTOLDI 2017).

In Mexico City wurden vor ein paar Jahren Pläne für ein grosses Untergrundprojekt aufgelegt: Statt einem Wolkenkratzer sollte sich ein pyramidenförmiger Erdkratzer (Earthscraper) 65 Stockwerke in

die Tiefe bohren. Die ausgehöhlte Pyramide sollte Platz für Wohnungen, Geschäfte und Theater bieten, begrünte Zwischendecks und Terrassen sowie verglaste Passagen die einzelnen Etagen verbinden. An der Erdoberfläche sollte eine riesige Platte aus Glas das Licht in den Untergrund bringen. Zur Realisierung des Projekts kam es aber nicht. Die Kosten von 800 Millionen US-Dollar waren zu hoch.

Abbildung 10: Querschnitt des geplanten «Erdkratzers» in Mexico City.



Quelle: Bunker Arquitectura. <http://www.bunkerarquitectura.com> Zugriff 20.8.2019

5.1 Unterirdische Stadt in Montreal

In der kanadischen Stadt Montréal besteht seit mehreren Jahrzehnten eine unterirdische Fussgängerstadt, das sogenannte «RÉSO». Das RÉSO ist ein 32 Kilometer langes Netzwerk aus Fussgängertunneln und Ladenpassagen, das sich über eine Fläche von zwölf Quadratkilometern erstreckt. Es entstand 1962 mit der Verbindung des Hauptbahnhofs mit einem Hotel sowie einem Immobilienkomplex. Mit der Inbetriebnahme der U-Bahn im Jahr 1966 wurde die unterirdische Fussgängerstadt zum ersten Mal erweitert. Danach folgten laufende Erweiterungen. Mit der Aufwertung des internationalen Quartiers um die Jahrtausendwende wuchs die unterirdische Fussgängerstadt auf sieben U-Bahnstationen. Heute verbindet das RÉSO zehn Metrostationen, die beiden Hauptbahnhöfe, zwei Busbahnhöfe, über 2000 Läden und Restaurants, Kinos, Hotels, das Eishockeystadion, Veranstaltungsstätten, zwei Universitäten sowie zahlreiche Büro- und Wohngebäude miteinander. Es sind rund 80

Prozent aller Büro- und 35 Prozent der Ladenflächen der Innenstadt an die Untergrundstadt angeschlossen (BERTOLDI 2017).

Die Untergrundstadt kann weitestgehend abgekoppelt von der oberirdischen Stadt funktionieren (SRF 2017). Elektrizität, Wärme und auch die Frischluft werden eigens für das RÉSO produziert. Die Gründe für den Aufbau des Netzwerks waren verschiedener Natur. Montreal kennt sehr kalte und schneereiche Winter. Das Vorwärtskommen in der Stadt kann in diesen Zeiten erschwert sein, die Bevölkerung sollte so vor den tiefen Temperaturen geschützt werden (SRF 2017). Gleichzeitig wurde natürlich mit dem Verlegen in den unterirdischen Raum an der Oberfläche Raum freigespielt für andere Strukturen oder Freiflächen. Bei beiden Aspekten haben wohl zuletzt auch ökonomische Überlegungen eine Rolle gespielt, ist doch das RÉSO beziehungsweise dessen Verbindungen grösstenteils von den beteiligten Grundeigentümern finanziert worden.

Die Untergrundstadt wird nicht von der Stadt über einen Richtplan oder ein ähnliches Instrument geplant. Allein die Grundeigentümer entscheiden, ob ihr Gebäude an die unterirdische Fussgängerstadt angeschlossen werden soll oder nicht (BOISVERT 2012: 14). Dies stellt eine Besonderheit dieser Untergrundstadt dar. Eine strategische Planung findet nicht statt. Zum bestehenden System kann sich grundsätzlich jederzeit ein Grundeigentümer anschliessen, wenn er bereit ist, dies zu finanzieren. Sie müssen lediglich die baupolizeilichen Anforderungen (Feuertüren, Notausgänge usw.) sowie die speziellen Anforderungen an die Beleuchtung und die Gestaltung des «öffentlichen Raums» und der architektonischen Qualität einhalten. Dieses System lässt einige Fragen offen: Wer legt die Anforderungen an den Städtebau, die Architektur, die Dimensionen fest? Kann diese unterirdische Stadt auch in Zukunft ohne strategische Planung funktionieren?

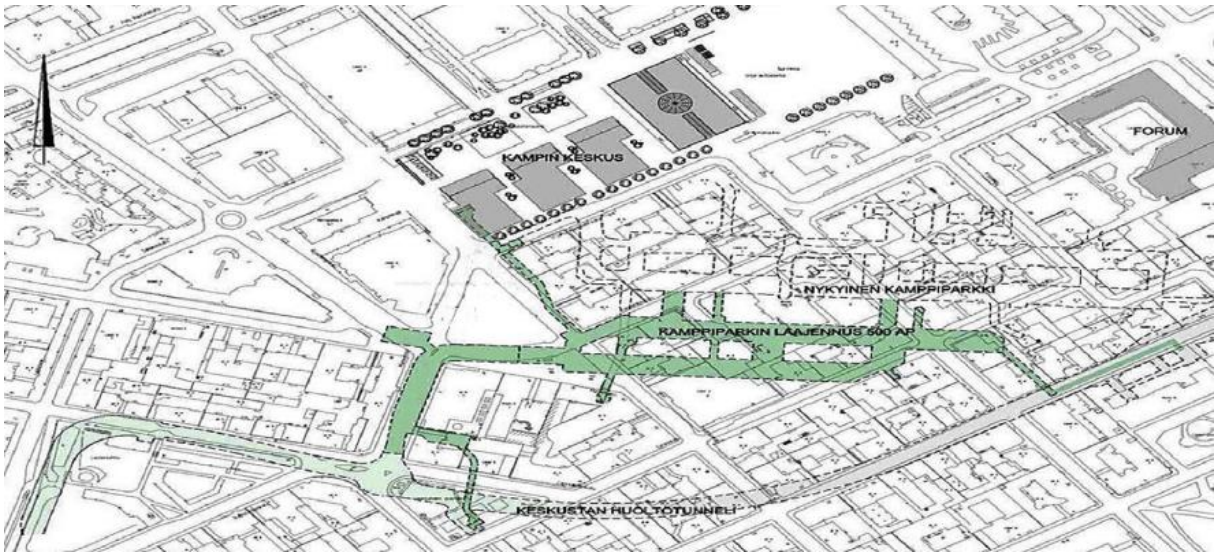
5.2 Unterirdische Planung in Helsinki

Weit fortgeschritten in der unterirdischen Planung ist die finnische Stadt Helsinki. Die Rahmenbedingungen in Helsinki sind mit denjenigen in grossen Schweizer Städten zu vergleichen: Die Stadt wächst und kann sich nicht nach aussen entwickeln. Sie muss also im bestehenden Stadtgebiet neue Flächen für Wohnen und Arbeiten schaffen (verdichten). Gleichzeitig wird der Wunsch der Bevölkerung nach Frei- und Grünräumen immer grösser. Die Stadt muss also in die Vertikale wachsen. In Helsinki kamen die Stadtplaner schon früh auf die Idee, den Untergrund stärker zu nutzen. Damit kann an der Oberfläche Wohn- und Freiraum geschaffen werden.

Bereits 1955 wurde eine Stabsstelle in der städtischen Verwaltung gegründet, die sich explizit mit dem Untergrund auseinandersetzte. In einer ersten Phase wurde der Untergrund kartographiert. Die geologischen Voraussetzungen waren gut, doch es gab auch Bereiche mit losem oder durchtränktem Gestein. Deshalb war es für die Planer von grosser Wichtigkeit, geologische Kenntnisse über den Untergrund zu erlangen. Die Datengrundlagen wurden geschaffen und in Plänen und anderen Dokumenten festgehalten. Diese werden laufend über verschiedene Bohrungen usw. aktualisiert (DAUM 2011). In den 1980er-Jahren wurden bereits erste Nutzungspläne für den Untergrund erarbeitet wurden. Anfangs 2000 wurde schliesslich der Ruf laut nach einer umfassenden, das ganze städtische Gebiet umfassenden Planung im Untergrund. Die Arbeiten starteten 2004, wobei die Stadtplanung eng mit den Infrastrukturämtern zusammenarbeitete. Auch die Bevölkerung wurde mit einbezogen. Ein wichtiger Schritt war die gemeinsame Erarbeitung von Planungsgrundsätzen, die bei der Untergrundpla-

nung berücksichtigt werden sollen (siehe Anhang D). 2010 wurde schliesslich der «Masterplan Untergrund» für die Stadt Helsinki verabschiedet (VÄHÄAHO 2014: 389). Heute befinden sich in Helsinki zahlreiche Nutzungen unter der Erdoberfläche: Parkings, Kläranlagen, U-Bahn, Kirchen, Schwimmbäder oder gar eine Schneedeponie (DAUM 2011). Der baulich genutzte Untergrund nimmt einen Raum von etwa 10 Millionen Kubikmeter ein. Zum besseren Verständnis vergleicht VÄHÄAHO dieses Volumen mit der Erdoberfläche: Durchschnittlich liegt unter 100 m^2 baulich genutzter Oberfläche eine entsprechende Fläche von 1 m^2 im Untergrund (VÄHÄAHO 2014: 390).

Abbildung 11: Auszug aus dem Masterplan Untergrund.



In dieser Grafik wird ein altes Parking (gestrichelte Linie) erweitert und mit einem neuen Servicetunnel (grün) verbunden. Quelle: VÄHÄAHO 2014: 391.

Das Einzigartige am Masterplan Untergrund von Helsinki liegt darin, dass dieser das ganze Stadtgebiet abdeckt und nicht nur einzelne Bereiche. Es findet also eine umfassende Planung des unterirdischen Raums statt. Dabei sollen auch Synergien genutzt werden; sowohl bauliche als auch von der Nutzung her. Zwischen bestehenden Infrastrukturen werden Ebenen neu erschlossen und miteinander verbunden (vgl. Abb. 13). Nutzungen können auch kombiniert werden. In Helsinki können viele unterirdische Räume im Notfall auch als Luftschutzbunker genutzt werden; so kann beispielsweise ein Schwimmbad in kürzester Zeit zum Bunker umfunktioniert werden, in dem 3'800 Personen Platz finden.[30]

Neben den guten geologischen Bedingungen fördern in Helsinki auch die Eigentumsverhältnisse die Nutzung des Untergrunds. Zwei Drittel der Stadtfläche gehören der öffentlichen Hand – sowie das Erdreich, das mehr als sechs Meter unterhalb eines Grundstücks in Privatbesitz liegt. Den im Untergrund neu erschaffenen Raum kann die Stadt wiederum vermieten. Sie tut dies gemäss DAUM für die Hälfte des Preises eines Oberflächen-Grundstücks, was wiederum den Untergrund auch für Private interessant macht (DAUM 2011).

[30] In Kuala Lumpur dient gar ein Autobahntunnel bei Sturzfluten als riesiger unterirdischer Hochwasserkanal (DAUM 2011).

6 Diskussion

6.1 Schlussfolgerungen

Die vorstehenden Ausführungen und Beispiele zeigen, dass der unterirdische Raum von der Raumplanung vernachlässigt wird, während die Konflikte weiter zunehmen. Die Notwendigkeit, den Untergrund in das Raumplanungssystem der Schweiz zu integrieren, ist grösser denn je. Auch wenn sich Fachleute und einzelne Akteure aus der Politik dessen bewusst sind, scheint der Untergrund noch nicht aus seinem Schattendasein als «dunkler Raum, wo sich der Mensch notgedrungen schlecht fühlt» (ARE 2011: 31) ans Raumplanungs-Tageslicht gekrochen zu sein. Bis der Untergrund umfassend von der Raumplanung erfasst wird, ist es noch ein weiter Weg. In diesem Kapitel sollen noch einmal wesentliche Punkte aus der Situationsanalyse hervorgehoben werden. Entsprechende Handlungsempfehlungen mit einem Ausblick zum weiteren Forschungsbedarf bilden in den folgenden Kapiteln den Abschluss der Arbeit.

6.1.1 Zunehmende Nutzungskonflikte

Der Untergrund wird auf verschiedenste Arten genutzt. Diese Nutzungen stehen nicht ergänzend nebeneinander, sondern beeinflussen sich gegenseitig. Sie kommen an vielen Orten in beliebigen Kombinationen vor. Auch im Siedlungsgebiet beschränkt sich die Nutzung nicht nur auf den Untergrund als Baugrund, der unterirdische Raum wird ebenfalls physisch genutzt (beispielsweise für Erdwärmesonden).

Wie die Beispiele (Kap. 3.2) gezeigt haben, besteht im Untergrund ein ausgeprägtes Konfliktpotential. Die Zahl der verschiedenen möglichen Nutzungen und die Tatsache, dass der Untergrund dabei häufig in seinem ursprünglichen Zustand verändert oder gar entfernt wird, bietet ein breites Spektrum an möglichen Konflikten (HOFER 2018: 80).[31] Dabei geht es nicht nur darum, dass eine vorhandene Nutzung eine spätere Nutzung gleicher Art ausschliesst, sondern vor allem auch Nutzungen anderer Art. Wird beispielsweise der Untergrund zur Verankerung von Hochbauten genutzt, kann eine spätere Verkehrsinfrastruktur in diesem Raum verunmöglicht werden (vgl. Beispiel RBS-Bahnhof, Kap. 3.2.1). Gleichzeitig kann eine gebaute Verkehrsinfrastruktur den Zugang zu tiefer gelegenen Nutzungsmöglichkeiten des unterirdischen Raums verhindern. Muss zudem für Infrastrukturnutzungen Erdreich abgetragen werden, so sind spätere physische Nutzungen in diesem Bereich oft verunmöglicht. Gleichzeitig können je nach Nutzung Altlasten (Bauten oder kontaminiertes Material) im Untergrund zurückbleiben, die spätere Nutzungen im Untergrund und sogar an der Erdoberfläche beeinträchtigen können. Bauliche Eingriffe im Untergrund können zudem einen Einfluss auf die Bodenstabilität und

[31] HOFER hat in seiner Arbeit zur besseren Übersicht (neben den Nutzungen) auch die Nutzungskonflikte im Untergrund kategorisiert: Er unterscheidet – neben Nutzungskonflikten, die sich aus Fragen des Eigentums und dessen Nutzung und Verfügung ergeben (vgl. Kap. 6.1.1) – zwischen Konflikten in der Raumnutzung und Konflikten, die durch die Nutzung der physischen Ressource entstehen (HOFER 2018: 33).

somit auf die Infrastruktur in darüber liegendem Untergrund oder an der Erdoberfläche haben (HOFER 2018: 43).

Hinzu kommen noch Schutzanliegen weiterer Akteure, die zu berücksichtigen sind. So stehen den Nutzungsansprüchen an den Untergrund oft Bestimmungen zum Schutz der Umwelt oder des Denkmal- oder Kulturlandschutzes gegenüber. (BUNDESRAT 2014: 7). Kommen beispielsweise bei Bauarbeiten archäologische Funde zum Vorschein, werden andere Nutzungen per sofort (zumindest temporär) verunmöglicht.

Konflikte zwischen verschiedenen Nutzungen treten natürlich nicht nur im Untergrund, sondern ebenso an der Erdoberfläche auf. Hier greift jedoch im Regelfall die Koordinationsarbeit der Raumplanung, welche mit Interessenabwägungen Konflikte verhindert oder löst. Diese Koordination und Steuerung fehlt im unterirdischen Raum weitestgehend. Die meisten Konflikte im Untergrund entstehen durch Unwissen über die Ausgangslage im Untergrund einerseits (Kap. 6.1.4) und eine fehlende Koordination beziehungsweise durch das vorherrschende first-come first-served Prinzip andererseits (Kap. 6.1.3).

6.1.2 Fehlende Rechtssicherheit

Um die Nutzung des unterirdischen Raums konkurrieren Private und die öffentliche Hand – dabei geht es oft um Fragen des Eigentums. Wird beispielsweise unter einem oder mehreren Grundstücken in der Bauzone ein Eisenbahntunnel projektiert, so will einerseits das Bahnunternehmen wissen, ob der Tunnel durch privates Grundeigentum führt und es zu einer Auseinandersetzung mit Eigentümern kommen wird, andererseits interessiert es den einzelnen Grundeigentümer, ob er seine Erdwärmesonde realisieren kann oder ob er sich mit dem Infrastrukturunternehmen auseinandersetzen muss (RUCH 2016: 671).

Wie gezeigt folgt die Ausdehnung des Privateigentums im Untergrund keiner abstrakten Grenze. Die Beurteilung erfolgt stets im Einzelfall, indem der Grundeigentümer sein Ausübungsinteresse nachweist (vgl. Kap. 2.4.2). Durch diese dynamische Definition des Eigentums im Untergrund fehlt es an Rechtssicherheit (BUNDESRAT 2014: 9; HOFER 2018: 43). Der Umfang des Eigentums ändert sich mit dem Willen des jeweiligen Grundeigentümers. Das massgebende konkrete Interesse des Eigentümers kann sich auf ein Kellergeschoss beschränken, sich jedoch auch auf vier unterirdische Parkgeschosse ausdehnen oder Erdwärmesonden bis in mehrere Hundert Meter Tiefe umfassen (RUCH 2016: 671).

Es werden deshalb auch immer wieder Stimmen laut, die eine klare Begrenzung des Grundeigentums in die Tiefe fordern. In diesem Sinne schlägt HUSER vor, der Rechtsunsicherheit über eine Revision des ZBG mit einer Fixierung beziehungsweise Verdinglichung der vertikalen Ausdehnung des Grundeigentums zu begegnen. Damit werde die Möglichkeit geschaffen, «geschichtetes Grundeigentum» zu schaffen (HUSER 2014: 529). Andere Autoren vertreten die Meinung, die heutige Regelung habe sich bewährt und trage den Interessen der Eigentümer und des Gemeinwesens ausreichend Rechnung (ENDER 2014: 461).[32] Diese Frage kann hier nicht abschliessend geklärt werden.

[32] Dieser Auffassung ist auch das Bundesamt für Justiz (BUNDESRAT 2014: 12). Die verschiedenen Lehrmeinungen hat FUCHS in seiner Masterarbeit zusammengetragen (FUCHS 2017: 19 ff.)

Innerhalb des bekannten Grundeigentums gibt es jedoch durchaus Möglichkeiten, anderen Akteuren eine Nutzung zu ermöglichen. So kann der Grundeigentümer beispielsweise in Form einer Dienstbarkeit Privaten oder der öffentlichen Hand ein Nutzungsrecht einräumen. Falls ein Grundeigentümer nicht bereit ist, die Nutzung mittels einer Dienstbarkeit zu ermöglichen, kann die öffentliche Hand unter Umständen – wenn ein überwiegendes öffentliches Interesse vorliegt – eine Enteignung anstreben. Diese Möglichkeit ist beispielsweise im Gesetzesentwurf für das Projekt Cargo sous terrain explizit vorgesehen (Art. 5 Entwurf Bundesgesetz über den unterirdischen Gütertransport, E-UGüTG).[33]

Bevor jedoch Dienstbarkeiten oder als ultima ratio eine Enteignung ins Spiel kommen, ist die Raumplanung gefordert. Sie greift korrigierend ein, indem sie die ober- und unterirdischen Nutzungen frühzeitig koordiniert (vgl. folgend Kap. 6.1.5), beispielsweise über die Nutzungsplanung. ABEGG/DÖRIG zeigen in ihrem Artikel ein Beispiel aus der Praxis: Mit der dynamischen Bestimmung des Eigentums kann es vorkommen, dass eine Nutzung, welche heute ins Nutzungsrecht des Kantons fällt, später mit den Nutzungsansprüchen des darüber gelegenen Grundeigentümers in Konflikt gerät. Dieses Szenario könnten die Behörden im Falle eines Bergwerks verhindern, indem sie die über dem Bergwerk gelegenen Liegenschaften unverändert in der Landwirtschaftszone und im Wald belassen. Aufgrund der beschränkten Nutzungsmöglichkeiten in diesen beiden Zonen wird so vermieden, dass die Grundeigentümer geltend machen können, dass sich ihr Grundeigentum bis zum Bergwerk hinunter erstreckt (vgl. Kap. 2.4.2; ABEGG/DÖRIG 2019: 8).

6.1.3 Einzelfallweise Planung

Die zahlreichen Beispiele haben gezeigt, dass viele unterirdische Einzelvorhaben vor ihrer Realisierung eine stufengerechte Planung durchlaufen. Die dafür verwendeten Instrumente reichen von den Sachplänen des Bundes (für geologische Tiefenlager) über kantonale Richt- und kommunale Nutzungspläne (z.B. beim Materialabbau) bis hin zur Baubewilligungsebene (bei Erdwärmesonden). In den meisten Fällen werden Projekte im Untergrund jedoch nur auf dieser letzten Ebene «geplant». Ist vorgängig ein Nutzungs- oder Richtplan oder sogar ein Bundessachplan erforderlich, so erfolgen die nötigen Anpassungen punktuell und sektoriell anhand der spezifisch geplanten Nutzung. In Vorstudien und strategischen Planungen, sei dies auf der Stufe der Richt- oder jener der Nutzungsplanung, wird dem Untergrund nur selten Rechnung getragen. Zu diesem Schluss kam bereits 2011 eine Arbeitsgruppe des ARE und stellte fest, dass der Untergrund und seine Potenziale in der Praxis «abgesehen von spezifischen Teilbereichen im Allgemeinen vernachlässigt werden, insbesondere auf Planungsstufe» (ARE 2011: 32). Im Untergrund kann ein Vorhaben, dem keine grösseren Hindernisse entgegenstehen (geologischer oder tatsächlicher Natur), in den meisten Fällen realisiert werden. Allerdings werden heute meistens bauliche Lösungen für das einzelne Projekt gesucht, statt einer besten Lösung für den Raum. Wer als erster ein Vorhaben realisiert, kann so den unterirdischen Raum für sich beanspruchen (first-come first-served-Prinzip). Das ist vergleichbar damit, wie wenn an der Erdoberfläche nur noch Sachpläne erarbeitet würden; eine Querschnittsplanung verschiedener Nutzungen, wie dies die vorab die Richt- und Nutzungspläne sicherstellen, gäbe es nicht mehr.

[33] Das Enteignungsverfahren kommt aber nur dann zur Anwendung, wenn die Bemühungen um einen freihändigen Erwerb der erforderlichen Rechte oder um eine Landumlegung nicht zum Ziel geführt haben (Art. 5 Abs. 2 E-UGüTG).

Diese einzelfallweise und projektbezogene Realisierung geht solange gut, als die Anzahl Vorhaben noch sehr gering ist und diese sich nicht gegenseitig in die Quere kommen. Die meisten einzelnen Nutzungen im Untergrund sind nämlich durch eine direkte oder indirekte gesetzliche Grundlage reguliert. Nimmt die Nutzungsdichte zu – und das ist Realität im Untergrund –, so sorgt das Prinzip des first-come first-served für erhöhtes Konfliktpotential. Dies zeigt sich unter anderem in der unkoordinierten Nutzung von Erdwärme durch Erdsonden oder auch bei Gasleitungen. Dazu ein Beispiel: Um die Stadt Zürich verläuft ringförmig eine 38 Kilometer lange 25-Bar-Gasleitung. Sie wurde in den 80er-Jahren gebaut und verläuft heute grösstenteils durchs Siedlungsgebiet. Vielerorts entsprechen nun die Abstände von Bauten und Anlagen zur Gasleitung nicht mehr der eidgenössischen Störfallverordnung StFV. Das Problem verschärft sich, wenn neue Bauten oder Anlagen geplant sind, vor allem im Untergrund. An wenigen Stellen wird es möglich sein, die Gasleitung zu verlegen, was hohe Kosten zur Folge hat und wiederum an der neuen Stelle allfälligen späteren Nutzungen den Raum «wegnimmt». Grösser wird das Problem, wenn die Leitung nicht verlegt werden kann, weil es keinen Platz mehr gibt für eine solche Leitung (was in den meisten Gebieten der Fall ist). Dann muss die Leitung entweder gekappt oder der Druck reduziert werden[34], was die Leistung der Gasleitung deutlich verringert. Dabei sind es gerade die neuen (Wohn-)Nutzungen, die einerseits eine Verlegung nötig machen und andererseits zusätzliche Versorgungskapazitäten erfordern (SRF 2019). Mit einer frühzeitigen Querschnittsplanung könnten solche Konflikte entschärft werden. Dazu müssen die Planungsbehörden aber über das entsprechende Wissen über den Untergrund verfügen (vgl. folgendes Kap. 6.1.4).

6.1.4 Fehlende Grundlagen

Um die verschiedenen Nutzungen und Nutzungsabsichten im Untergrund zu koordinieren, ist die Raumplanung auf gute Grundlagen angewiesen. Diese müssen Auskunft geben über die geologischen Verhältnisse im Untergrund und die dort bestehenden Nutzungen.

Es müssen also erstens die geologischen Verhältnisse im Untergrund besser bekannt werden. Welche Anstrengungen dies erfordert, hat der Bundesrat ein seinem Bericht in Erfüllung des Postulats Vogler (Kap. 4.1; BUNDESRAT 2018b) ausführlich dargelegt. Es kann an dieser Stelle darauf verwiesen werden. Hauptsächlich soll im Rahmen einer Teilrevision des GeoIG das Erheben und Zusammenführen geologischer Daten auf Stufe Bund explizit geregelt werden (BUNDESRAT 2018b: 15). Damit sollen die Hürden beim Austausch von Daten zur Erstellung raumplanerischer Grundlagen beseitigt und schweizweite Standards geschaffen werden. Kantone, aber vor allem auch Forschungseinrichtungen und Private sollen ihre vorhandenen Bestände an geologischen Daten und Informationen zum Untergrund, welche von nationalem Interesse sind, der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen. Weiter soll die Erstellung von 3D-Modellen, wie GeoMol (Kap. 4.1), explizit gefördert und unterstützt werden (BUNDESRAT 2018b: 19). Damit die geologischen Daten in der Raumplanung zur Anwendung gelangen können, müssen sie schliesslich noch in raumplanerische Grundlagen überführt werden, mit denen Raumplanungsfachleute arbeiten können.

[34] Mit einer Reduktion auf fünf Bar können allenfalls die Vorschriften der Störfallverordnung eingehalten werden.

Zweitens sollen die bestehenden Nutzungen im Untergrund besser erfasst werden. Neben den grossen Einzelvorhaben im Untergrund, welche in den meisten Fällen ausreichend dokumentiert sind, geht es hier vor allem um die bestehenden Werke und Leitungen nahe der Erdoberfläche. Eine Arbeitsgruppe des Bundes hat sich diesem Thema angenommen und in einem Bericht dargelegt, wie national einheitliche Daten zu geometrischem Verlauf, Medium und Eigentümerschaft der Leitungen erarbeitet werden können (SWISSTOPO 2019). Sie schlägt einen speziellen Untergrund-Kataster LKCH vor (Kap. 4.2). Die bisherige zweidimensionale amtliche Vermessung soll zum 3D-Kataster erweitert werden. Dabei stellt sich die Frage, ob es zwingend ein neues Register für den Untergrund braucht oder ob beispielsweise das aktuelle Grundbuch mit 3D-Möglichkeiten für entsprechende Vorhaben erweitert werden könnte. Auch eine Ausweitung des ÖREB-Katasters in die dritte Dimension könnte eine Möglichkeit sein. Die Zweckmässigkeit der Aufnahme von unterirdischen Daten in den ÖREB-Kataster wird vom Bund aktuell geprüft.

Weitere Darstellungsfragen stellen sich vor allem auch beim Eigentum (vgl. Kap. 6.1.1). In der Praxis ist der Bedarf nach Darstellung von dreidimensionalen Daten des Eigentums vorhanden (FUCHS 2017: 53). Der Bund will deshalb prüfen, ob ein 3D-Eigentumskataster eingeführt werden könnte. Dabei muss neben den rechtlichen Aspekten geklärt werden, wie die Daten erhoben und modelliert werden können (BUNDESRAT 2014: 13). Das Problem bei der dreidimensionalen Darstellung bleibt jedoch, dass das Grundeigentum im Untergrund in seiner vertikalen Abgrenzung nicht klar bestimmbar und sich jederzeit ändern kann. Die Einführung eines schweizweit flächendeckenden 3D-Eigentumskatasters steht deshalb kurzfristig nicht im Vordergrund.[35] Die Erweiterung der amtlichen Vermessung in die dritte Dimension wird dagegen unabhängig davon weiter verfolgt (BUNDESRAT 2014: 13).

6.1.5 Tauglichkeit der raumplanerischen Instrumente

Eingangs wurde die Frage gestellt, ob denn die bestehenden planerischen Instrumente überhaupt in der Lage sind, den Untergrund ausreichend erfassen können. Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, dass diese Frage grösstenteils zu bejahen ist. Die fehlende Koordination im Untergrund ist weniger auf eine Untauglichkeit der Raumplanungsinstrumente, sondern auf das vorherrschende first-come first-served Prinzip und damit auf eine Nichtanwendung des Instrumentariums zurückzuführen. Dazu kommen die mangelnden Kenntnisse über den unterirdischen Raum.

Die Planungspflicht gilt auch im Untergrund. Und dies – nach hier vertretener Ansicht – auch ohne eine Ergänzung der Planungsgrundsätze im RPG (vgl. Kap. 6.2). Die Koordination ist die zentrale und vordringliche Aufgabe der Raumplanung. Das gilt für die Raumplanung an der Erdoberfläche, wegen der besonderen örtlichen Verhältnisse aber in besonderem Mass für die Raumplanung im Untergrund (RUCH 2016: 674). Für diese Aufgabe ist das raumplanerische Instrumentarium in seiner heutigen Form grundsätzlich gewappnet. Anpassungen sind jedoch bei der Darstellung ins Auge zu fassen. Um den unterirdischen Raum besser einzubeziehen, könnte längerfristig eine dreidimensionale Darstellung in Betracht gezogen werden – sowohl für kantonale Richtpläne als auch für kommunale Nut-

[35] Das Bundesamt für Landestopografie konzentriert sich aktuell auf die dreidimensionale Darstellung von Stockwerkeigentum, da dieses in seiner horizontalen und vertikalen Ausdehnung eindeutig abgegrenzt werden kann (vgl. FUCHS 2017: 54).

zungspläne. Auf der Stufe Baubewilligung wird mittelfristig auch die Integration von digitalen 3D-Daten zum Untergrund ein Thema sein (Building Information Modeling BIM). Diese Entwicklung kann als Katalysator für die Verwendung von geologischen Daten und Informationen in der Raumplanung im Untergrund gesehen werden.[36]

Neben den herkömmlichen im RPG vorgesehenen Instrumenten gibt es jedoch noch weitere – vor allem informelle – Instrumente, die sich der Koordination im Untergrund annehmen können. Zu denken ist an Leitbilder, Konzepte oder Masterpläne (Kap. 3.1.3), die auf kantonaler und kommunaler Stufe vorgeschaltet zu den formellen Planungen erarbeitet werden können.[37] Als Koordinationsinstrumente erlauben sie, räumliche Konflikte zu raumrelevanten Themen wie Wohnen, Arbeiten, Verkehr, Frei- und Grünraume oder Landschaft frühzeitig zu erkennen und zu planen – auch im unterirdischen Raum. Qualitätsaspekte spielen dabei eine grosse Rolle. Da diese informellen Instrumente in ihrer Anwendung flexibel sind, sind sie sehr geeignet, bei neuen Fragestellungen wie der strategischen Planung im Untergrund angewendet zu werden. Sie können ein bestimmtes Teilgebiet oder sogar eine ganze Gemeinde erfassen.[38] Die Stadt Helsinki hat dies mit ihrem Masterplan Untergrund vorgemacht (Kap. 5.2). Zeigt sich bei der Erarbeitung eines solchen Plans oder Konzeptes für den Untergrund, dass sich in einzelnen Gebieten komplexe Fragen stellen, so wäre auch denkbar, für diese Gebiete separate Studienaufträge oder Testplanungen durchzuführen.

6.1.6 Innenentwicklung verstärkt den Druck

Mit der Teilrevision RPG 1 wurde ein Paradigmenwechsel von der Aussen- zur Innentwicklung eingeläutet. Der Druck auf die verbleibenden Flächen im Baugebiet wurde erhöht. Mit dem prognostizierten Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum wird dieser Druck in der nahen Zukunft nicht abnehmen, sondern weiter zunehmen. Um neuen Raum für Wohn- und Gewerbenutzungen zu schaffen, steht die bauliche Nachverdichtung – vor allem in die Höhe – im Zentrum. Verkehrs- und andere Infrastrukturen finden dadurch an der Oberfläche keinen Platz mehr und werden in den Untergrund verlegt. Die damit einhergehenden Herausforderungen und Probleme wurden in den vorangehenden Kapiteln ausführlich skizziert. Sie werden sich in Zukunft noch verstärken. Immer mehr Nutzungen drängen in den Untergrund, wie die Beispiele Cargo sous terrain oder das Hochschulgebiet Zürich Zentrum zeigen.

Das RPG verlangt eine hochwertige Innenentwicklung. Im Zuge dessen darf es nicht sein, dass der Untergrund mit an der Oberfläche unerwünschten Nutzungen «vollgestopft» wird (KLOSTERMANN 2019: 31). Auch der unterirdische Raum muss koordiniert entwickelt werden – und diese Entwicklung muss auch im Untergrund von einer hohen Qualität sein. Nur so können die Chancen, die der unterirdische Raum bietet, auch wahrgenommen werden, sei es für Infrastrukturen, für die Nutzung von Rohstoffen oder für den Städtebau. Unter- und oberirdischer Raum müssen deshalb als Ganzes und

[36] Diesen Fragen wird beim Bund unter Federführung von swisstopo und in Zusammenarbeit mit den betroffenen kantonalen und Bundesstellen nachgegangen (Bundesrat 2018b: 16).

[37] Diese Instrumente sind informelle Planungsinstrumente ohne Grundlage im Raumplanungsgesetz. Deshalb werden auch unterschiedliche Namen verwendet wie räumliche Entwicklungsstrategie, Siedlungsleitbild, Raumkonzept, Raumentwicklungsstrategie oder Entwicklungskonzept. Auch Gesamt- oder Masterpläne fallen darunter.

[38] Denkbar sind auch kantonale oder sogar nationale Konzepte oder Pläne.

gemeinsam in die Überlegungen der Raumplanung einbezogen werden. Dafür müssen die Planungsinstrumente fit gemacht werden (vgl. Kap. 6.1.5).

Die vorliegende Arbeit zeigt deutlich, dass die Innenentwicklung den Druck auf den Untergrund erhöht. Dies nicht nur, weil proportional zum Bevölkerungswachstum neue Leitungen und Infrastrukturen in den Boden verlegt werden müssen oder weil mit der Verdichtung neue Nutzungen in den Untergrund drängen, die an der Oberfläche keinen Platz mehr finden. Indem – auch im Untergrund – der Platz immer enger wird, spielen künftig Aspekte der Qualität und der bestmöglichen Nutzung eine bedeutendere Rolle. Das städtebauliche Denken im Untergrund ist neu – und fordert die Raumplanung zusätzlich heraus. Das Instrumentarium dafür ist vorhanden; es muss nur punktuell weiterentwickelt werden.

6.2 Empfehlungen

Der Untergrund soll künftig besser in die Raumplanung einbezogen werden. In den letzten Jahren hat sich vieles in diese Richtung getan. Dennoch ist der Weg noch lang. Ausgehend von den vorangegangenen Schlussfolgerungen werden abschliessende Handlungsempfehlungen im Sinne einzelner Schritte auf diesem Weg formuliert. Gleichzeitig zeigt sich aber, dass in einigen Themen noch weiter geforscht werden muss oder gewisse Ansätze in der Praxis erprobt werden müssen. Dem «weiteren Forschungsbedarf» wird deshalb ein eigenes Kapitel gewidmet (Kap. 6.3).

Sensibilisierung

Der Untergrund muss aus seinem «Schattendasein» hervor kommen. Bund, Kantone, Städte und Gemeinden, aber vor allem auch Planungsfachleute, die Politik und die breite Öffentlichkeit müssen für den Untergrund sensibilisiert werden. Dazu braucht es nicht nur politische Vorstösse, sondern vor allem auch Fachartikel, Veranstaltungen und öffentliche Diskussionen. Denkbar wäre die Verabschiedung einer «Strategie Raumplanung im Untergrund», die der Bund in Zusammenarbeit mit den Kantonen und Gemeinden sowie weiteren Akteuren erarbeiten könnte.

Planungspflicht verankern

Die aus der Bundesverfassung fliessende Planungspflicht nach Artikel 2 RPG gilt nicht nur an der Erdoberfläche, sondern auch im Untergrund. Auch wenn er im RPG nicht explizit erwähnt wird, muss der unterirdische Raum in die Raumplanung einbezogen werden. Um dies zu verdeutlichen und eine gerichtlich durchsetzbare Verbindlichkeit zu schaffen, sollte der Untergrund ausdrücklich im eidgenössischen RPG erwähnt werden. Dies hat der Bundesrat im Rahmen der Teilrevision RPG 2 vorgeschlagen. Die neue Bestimmung über die Nutzung des Untergrunds (Art. 3 Abs. 5 E-RPG) ist bei den Planungsgrundsätzen in Artikel 3 RPG eingeordnet. Planungsgrundsätze regeln den Planungsvorgang näher, wenn die Planung bereits Pflicht beziehungsweise Aufgabe ist. Somit scheint die neue Bestimmung am richtigen Ort zu sein. Zu beachten ist jedoch, dass der Bundesrat in der Botschaft zur Teilrevision RPG 2 festgehalten hat, dass «mit der Aufnahme dieses Planungsgrundsatzes ins RPG keine Verpflichtung zu einer umfassenden Raumplanung im Untergrund geschaffen» werde (BUNDESRAT 2018a: 7463). Nach hier vertretener Ansicht gilt jedoch die umfassende Planungspflicht wie erwähnt auch im Untergrund. Die sektorielle Betrachtung des Untergrunds soll einer integralen Be-

trachtung weichen. Deshalb wäre eine Verschiebung dieser Bestimmung zu prüfen: Nämlich in den Artikel 2 RPG zur Planungspflicht.

Grundlagen schaffen

Für eine geordnete und haushälterische Nutzung des Untergrunds braucht es gute Grundlagen. Zur Grundlagenarbeit im Untergrund sind verschiedene Projekte am Laufen. Die Federführung ist dabei fast durchgehend beim Bund. Diese Projekte und Arbeitsgruppen müssen weitergeführt und unterstützt werden und zwar von allen betroffenen Akteuren.

Kantonale Vorreiter

Wie die Raumplanung den Kantonen obliegt, so ist auch der Untergrund mehrheitlich Sache des Kantons. Die Kantone sollten deshalb als Vorreiter voran gehen und den Untergrund in ihre Richtplanung einbeziehen. Dazu braucht es kurzfristig keine Gesetzesanpassungen, sondern lediglich den Willen, den ober- und unterirdischen Raum gemeinsam zu denken. Die Koordination sollte auch im Untergrund Raumplanungs-Alltag werden.

Gute Beispiele sammeln

Die Raumplanung braucht gute Beispiele. Sie können illustrieren, wie Raumplanung im Untergrund funktionieren kann und welche Werkzeuge dafür geeignet sind. Hier sind vorab die Städte und Gemeinden sowie die Planer gefordert. Sie können Projekte im Untergrund vorantreiben und diese entsprechend dokumentieren. Die Beispiele könnten zentral gesammelt und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.[39]

Leitfaden zur Raumplanung im Untergrund

Um die Raumplanung im Untergrund voranzutreiben, soll ein Leitfaden zum planerischen Umgang mit dem Untergrund erarbeitet werden.[40] Dieser kann den Planungsbehörden helfen, eine Praxis zu etablieren, ohne dass in einem ersten Schritt grössere Gesetzesanpassungen nötig wären. In diesem Sinne soll der Leitfaden Klarheit schaffen über die Rahmenbedingungen und die möglichen Vorgehensweisen bei der Planung im Untergrund. Die oben genannte Beispielsammlung könnte ein Teil dieses Leitfadens sein. Der FNU hat erste Arbeiten zu einem solchen Leitfaden («Handbuch» genannt) aufgenommen. Diese Anstrengungen sollten durch Bund, Kantone und Gemeinden unterstützt werden.

[39] Eine solche Beispielsammlung für die Innenverdichtung gibt es auf densipedia.ch.

[40] Der Bundesrat hat dies bereits 2008 in seinen Erläuterungen zum Entwurf für das neue Raumentwicklungsgesetz REG festgehalten: «Da es darum geht, in einem eher technischen Bereich [dem Untergrund] eine neue Praxis einzuführen, wird [...] zu gegebener Zeit ein entsprechender Leitfaden verfügbar gemacht werden müssen» BUNDESRAT 2008: 26).

6.3 Weiterer Forschungsbedarf

Die vorliegende Arbeit hat sich zum Ziel gesetzt, den planerischen Umgang mit dem Untergrund im Spannungsfeld der Innenentwicklung zu untersuchen. Es wurde gezeigt, dass die planerische Erfassung des Untergrunds viele Herausforderungen mit sich bringt. Da ist auf der einen Seite das schwierige und unbekannte Terrain und auf der anderen Seite die fehlende Erfahrung der Planungsbehörden und -büros im Umgang mit dem unterirdischen Raum. Der Untergrund wird demzufolge auch als «Wundertüte» bezeichnet (KÜNG 2019: 5). Viele in den Schlussfolgerungen (Kap. 6.1) angesprochene Themen bedürfen deshalb einer vertieften Untersuchung.

Beim Thema Grundeigentum wurde die Frage offen gelassen, ob über eine Revision des Sachenrechts eine klare Begrenzung des Grundeigentums in die Tiefe angestrebt werden soll. Auch wenn nach hier vertretener Ansicht dies nicht zwingend nötig ist, sollte in diesem Bereich weiter geforscht werden. Dies rechtfertigt sich umso mehr, als eine statische Begrenzung eine dreidimensionale Darstellung des Eigentums erleichtern würde.

Die Raumplanung ist im Zeitalter der Digitalisierung angekommen (ROR 2019: 27). Sogenannte «Smart Cities» wollen digitale Daten erheben und diese effizient und zugunsten der Bewohner nutzen. «Building Information Modeling BIM» und «Augmented Reality AR» sind keine Zukunftsmusik mehr, sondern Verfahren, die bereits angewendet werden. Mit dieser Entwicklung ergeben sich neue Möglichkeiten: Beim Untergrund wird man künftig nicht mehr um 3D-Daten herumkommen. Neue Vermessungs- und Untersuchungstechniken erleichtern zusammen mit der fortschreitenden Digitalisierung die Einführung neuer Methoden. Das gilt einerseits für Datengrundlagen, aber vor allem auch für das Raumplanungsinstrumentarium. Auf allen Ebenen sollte geprüft werden, inwiefern die herkömmlichen Instrumente zur dreidimensionalen Darstellung fähig sind. Mittels Testplanungen könnten konkrete Lösungsansätze in der Praxis ausprobiert werden.

Damit in Zukunft der Untergrund nicht im Chaos versinkt, sondern sich zu einem städtebaulich genutzten unterirdischen Raum entwickelt, sind grosse Anstrengungen nötig. Nutzungen müssen geplant und koordiniert werden – auch die Qualität muss eine Rolle spielen. Der Untergrund darf nicht zu einem Restraum werden, wo an der Oberfläche unerwünschte Nutzungen «versorgt» werden – niemand will «Metropolis» zur Wirklichkeit werden lassen. Akteure auf allen Ebenen sind gefordert, diese komplexen Herausforderungen anzunehmen und gemeinsam auf das Ziel einer umfassenden Planung im Untergrund hinzuwirken. Die Politik, die Forschung und vor allem die Praxis müssen ihren Anteil beisteuern.

Anhang

Literatur

ABEGG/DÖRIG 2018
Abegg Andreas, Dörig Leonie (2018): Untergrund im Recht. Rechtsgutachten im Auftrag der Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz BPUK und der Energiedirektorenkonferenz EnDK, Winterthur.

ABEGG/DÖRIG 2019
Abegg Andreas, Dörig Leonie (2019): Wie der Untergrund vom Recht erfasst wird. In: EspaceSuisse, Inforaum 1/2019. Bern: 4-9.

AEMISEGGER/KISSLING 2016
Aemisegger Heinz, Kissling Samuel (2016): Art. 15. In: Aemisegger Heinz, Moor Pierre, Ruch Alexander, Tschannen Pierre (Hrsg): Praxiskommentar RPG. Nutzungsplanung. Zürich, Basel, Genf: 289-362.

ARE 2011
Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2011): Weshalb sich die Raumplanung um den Untergrund kümmern muss. Bericht der Arbeitsgruppe «Raumplanung im Untergrund», erstellt im Auftrag des Leitungsgremiums der Arbeitsgruppen zum 2. Teil der RPG-Revision. Bern.

ARL/VLP-ASPAN 2008
Akademie für Raumforschung und Landesplanung ARL, Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP-ASPAN (2008): Deutsch-Schweizerisches Handbuch der Planungsbegriffe, 2. Auflage. Hannover, Bern.

BAFU 2019a
Bundesamt für Umwelt BAFU (2019): Boden und seine Funktionen. Bern. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/fachinformationen/boden-und-seine-funktionen.html> Zugriff 20.2.2015.

BAFU 2019b:
Bundesamt für Umwelt BAFU (2019): Bericht der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA. Bern.

BAFU 2019c
Bundesamt für Umwelt BAFU (2019): Grundwasservorkommen. Bern. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-des-grundwassers/grundwasservorkommen.html> Zugriff 20.2.2015.

BAV 2016
Bundesamt für Verkehr (2016): Bundesrat legt weiteres Vorgehen für Projekt "Cargo sous terrain" fest. Medienmitteilung vom 24.11.2016. Bern.

BERTOLDI 2017:
Bertoldi Claudia (2017): Die Zukunft liegt im Untergrund. In: Kommunalmagazin Nr. 5 Oktober/November 2017: 72-74. Adliswil.

BFE 2010
Bundesamt für Energie BFE (2010): Sachplan geologische Tiefenlager: Etappe 1, Ergebnisbericht: Festlegungen und Objektblätter. Bern.

BFE 2017
Bundesamt für Energie BFE (2017): Geothermie in der Schweiz. Eine vielseitig nutzbare Energiequelle. Bern.

BFE 2018
Bundesamt für Energie BFE (2018): Sachplan geologische Tiefenlager: Ergebnisbericht zu Etappe 2: Festlegungen und Objektblätter. Bern.

BFE 2019
Bundesamt für Energie BFE (2019): Geothermie. Bern.
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien/geothermie.html> Zugriff 20.2.2015

BGS 1998
Bodenkundliche Gesellschaft Schweiz BGS (1998): Definition Boden, Wädenswil.
<http://www.soil.ch/cms/was-ist-boden/> Zugriff 20.2.2015.

BOISVERT 2012
Boisvert Michel (2012): La ville intérieure montréalaise. In: FSU/KPK, Collage Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau 2/12. Bern: 13-16.

BUNDESRAT 1987
Schweizerischer Bundesrat (1987): Bericht über den Stand und die Entwicklung der Bodennutzung und Besiedlung in der Schweiz. Raumplanungsbericht 1987. Bern.

BUNDESRAT 2008
Schweizerischer Bundesrat (2008): Revision des Raumplanungsgesetzes (Entwurf REG). Erläuternder Bericht vom 12. Dezember 2008. Bern.

BUNDESRAT 2014
Schweizerischer Bundesrat (2014): Bericht des Bundesrates zur Nutzung des Untergrundes in Erfüllung des Postulats Riklin 11.3229 vom 17. März 2011. Bern.

BUNDESRAT 2018a
Schweizerischer Bundesrat (2018): Botschaft zur zweiten Etappe der Teilrevision des Raumplanungsgesetzes vom 31.Oktober 2018. In: BBl 2018 7433-7498. Bern.

BUNDESRAT 2018b
Schweizerischer Bundesrat (2018): Geologische Daten zum Untergrund. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats Vogler 16.4108 vom 16. Dezember 2016. Bern.

BUNDESRAT ET AL. 2012
Schweizerischer Bundesrat, Konferenz der Kantonsregierungen, Schweizerische Bau-, Planungs-

und Umweltdirektoren-Konferenz, Schweizerischer Städteverband, Schweizerischer Gemeindeverband (2012): Raumkonzept Schweiz. Bern.

BLUNIER 2009
Blunier Pascal (2009): Méthodologie de gestion durable des ressources du sous-sol urbain. Doktorarbeit, EPFL. Lausanne.

BOBYLEV 2009
Bobylev Nikolai (2009): Mainstreaming sustainable development into a city's Masterplan: A case of Urban Underground Space use. In: Land Use Policy 26/2009. Amsterdam: 1128-1137.

BVE 2018:
Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern (2018): Zweckmässigkeitsbeurteilung zur Erschliessung des Inselareals. Medienmitteilung vom 18.6.2018. Bern.

DAUM 2011
Daum Matthias (2011): Ab in die Tiefe. In: Neue Zürcher Zeitung vom 13.7.2011. Zürich.

EBP 2019
EBP Schweiz AG (2019): Eine neue Generation der Nutzungsplanung. Ansätze für die Weiterentwicklung im Zeitalter der Innenentwicklung. Zürich.

EGK 2013
Eidgenössische Geologische Fachkommission EGK (2013): Handlungsempfehlungen der Eidgenössischen Geologischen Fachkommission (EGK) zur Regelung der Nutzung des tiefen Untergrundes. Wabern.

EKD 2018
Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege EKD (2018): Unterirdische Bauten im historischen Bereich. Grundsatzdokument vom 22. Juni 2018. Bern.

ENDER 2014
Ender, Thomas (2014): Wem gehört der Untergrund. In: Vereinigung für Umweltrecht VUR, Umweltrecht in der Praxis 5/2014. Winterthur: 354-370.

FLURY 2019
Flury Andreas (2019): Dichtestress im Untergrund. Vortrag im Rahmen des Parlamentarieranlasses «Dicht besiedelte Schweiz: Müssen wir nun unten durch?» vom 5. Juni 2019 von bauenschweiz. Bern.

FUCHS 2017
Fuchs Michael (2017): Die vertikale Ausdehnung des Grundeigentums – unter besonderer Berücksichtigung der Nutzung des (tiefen) Untergrundes. Abschlussarbeit zur Erlangung des MAS in Real Estate am CUREM Zürich.

GRÊT-REGAMEY ET AL. 2018
Grêt-Regamey Adrienne, Kool Sander, Bühlmann Lukas, Kissling Samuel (2018): Eine Bodenagenda für die Raumplanung. Thematische Synthese TS3 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» NFP 68, Bern.

GUTSCHER 2012
Gutscher Daniel B. (2012): Bauen im Untergrund – Allheilmittel gegen Raumknappheit?. In: FSU/KPK, Collage Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau 2/12. Bern: 24-27.

HAAG 2011
Haag, Susanne (2011): Braucht es neue Regelungen für eine untertägige Raumplanung? Situationsanalyse zum Stand der Planung im Untergrund. Abschlussarbeit des CAS-Programms in Raumentwicklung der ETH Zürich.

HAAG 2012
Haag, Susanne (2011): Braucht es neue Regelungen für eine untertägige Raumplanung? In: FSU/KPK, Collage Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau 2/12. Bern: 10-12.

HÄBERLI 2019
Häberli Stefan (2019): «Tische» unter dem PostParc. RBS-Blog vom 11.6.2019. Bern.

HÄNNI 2016
Hänni Peter (2008): Planungs-, Bau- und besonderes Umweltschutzrecht, 6. Auflage. Bern.

HOFER 2018
Hofer Nicolas (2018): Raumplanung im Untergrund. Instrumente und Strategien der Raumplanung im Umgang mit Nutzungskonflikten im Untergrund. Masterarbeit der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät, Universität Bern.

HUSER 2014
Huser Meinrad (2014): Nutzung des Untergrundes. Umfang des Grundeigentums – ein Diskussionsbeitrag. In: Vereinigung für Umweltrecht VUR, Umweltrecht in der Praxis 5/2014. Winterthur: 431-440.

IPCC 2019
Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2019): IPCC-Sonderbericht über Klimawandel und Landsysteme (SRCCL). Hauptaussagen des IPCC-Sonderberichts über Klimawandel, Desertifikation, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen (deutsche Übersetzung). 2019.

JUD 2012
Jud Barbara (2012): Der Abbau von Steinen und Erden. Raumplanerische Voraussetzungen. In: VLP-ASPAN, Raum & Umwelt 5/12. Bern.

KANTON ZÜRICH 2018
Baudirektion des Kantons Zürich (2018): FORUM UZH Zürich Zentrum. Projektwettbewerb im selektiven Verfahren. Bericht des Preisgerichts. Zürich.

KLOSTERMANN 2019
Klostermann Rainer (2019): Städtebau im Untergrund. In: Hochparterre Themenheft Januar 2019. Zürich: 31.

KNOEPFEL ET AL. 2011
Knoepfel Peter, Eisenhut Thomas und Laurent Vincent (2011): Etude sur la règlementation des usages du sous-sol au niveau fédéral et cantonal. IDHEAP Lausanne.

KNÜSEL 2015
Knüsel Paul (2015): Erdwärmesonden im Dichtestress. In: TEC21 9-10/2015. Zürich: 26-28.

KRUMMENACHER 2013
Krummenacher Jörg (2013): Bohren im rechtsfreien Raum. In: Neue Zürcher Zeitung vom 19.3.2013. Zürich: 13.

KÜNG 2019
Küng Lukas (2019): Der Baugrund darf keine Wundertüte bleiben. In: Hochparterre Themenheft Januar 2019, Zürich: 5.

LAURENT 2011
Laurent Vincent (2011): Perspectives et défis de la gestion durable du sous-sol en Suisse. Abschlussarbeit im Fachbereich öffentliche Politik und Nachhaltigkeit, IDHEAP Lausanne.

LI ET AL. 2012
Li Huan-Qing, Parriaux Aurèle, Thalmann Philippe (2012): The Way to Plan a Sustainable «Deep City». The Strategic Framework and Economic Model. 13th ACUUS conference «Underground Space Development – Opportunities and Challenges. Singapur.

MARTI 2019
Marti Rahel (2019): Was gilt unter dem Boden?. In: Hochparterre Themenheft Januar 2019. Zürich: 14-15.

MÜLLER 2019
Müller Matthias (2019): Im Pekinger Untergrund haust Chinas «Rattenstamm». In: Neue Zürcher Zeitung vom 11.7.2011. Zürich.

NEUHAUS 2019
Neuhaus Gabriela (2019): Platznot im Untergrund. In: Hochparterre Themenheft Januar 2019. Zürich: 8-10.

PFISTERER 1986
Thomas Pfisterer (1986): Einordnung und Gehalt des kantonalen Richtplanes nach Bundesrecht. In: Festschrift für den Aargauischen Juristenverein 1936–1986. Aarau.

ROR 2019
Rat für Raumordnung ROR (2019): Megatrends und Raumentwicklung Schweiz. Bern.

RUCH 2016
Ruch Alexander (2016): Stadtentwicklung im Untergrund. Skizzen aus der Schweiz. In: REAL CORP 2016 Proceedings/Tagungsband 22-24, Juni 2016: 667-677.

RUIZ 2018
Ruiz Geneviève (2018): Niemandsland unter der Schweiz. In: Schweizerischer Nationalfonds SNF, Horizonte Nr. 118, September 2018. Bern: 12-13.

SBB ET AL. 2019
SBB, RBS, Stadt Bern (2019): Zukunft Bahnhof Bern.
<https://www.zukunftbahnhofbern.ch> Zugriff 20.8.2019.

SRF 2017
SRF (2017): Platzmangel. Die Zukunft liegt im Untergrund. TV-Beitrag in: Einstein vom 16.2.2017.

SWISSTOPO 2019
Bundesamt für Landestopografie swisstopo (2019): Leitungskataster Schweiz –LKCH. Vision, Strategie und Konzept. Version V1.16 von 6. Mai 2019 (in Vernehmlassung bis am 7.10.2019). Wabern.

TSCHANNEN 2019a
Tschannen Pierre (2019): Art. 2. In: Aemisegger Heinz, Moor Pierre, Ruch Alexander, Tschannen Pierre (Hrsg): Praxiskommentar RPG. Richt- und Sachplanung, Interessenabwägung. Zürich, Basel, Genf: 45-104.

TSCHANNEN 2019b
Tschannen Pierre (2019): Art. 6. In: Aemisegger Heinz, Moor Pierre, Ruch Alexander, Tschannen Pierre (Hrsg): Praxiskommentar RPG. Richt- und Sachplanung, Interessenabwägung. Zürich, Basel, Genf: 181-206.

TSCHANNEN 2019c
Tschannen Pierre (2019): Art. 8. In: Aemisegger Heinz, Moor Pierre, Ruch Alexander, Tschannen Pierre (Hrsg): Praxiskommentar RPG. Richt- und Sachplanung, Interessenabwägung. Zürich, Basel, Genf: 225-252.

UMWELTBUNDESAMT 2015a
Umweltbundesamt (2015): Unterirdische Raumplanung. Vorschläge des Umweltschutzes zur Verbesserung der über- und untertägigen Informationsgrundlagen, zur Ausgestaltung des Planungsinstrumentariums und zur nachhaltigen Lösung von Nutzungskonflikten. Teilvorhaben 1: Geologische Daten. Dessau-Rosslau.

UMWELTBUNDESAMT 2015b
Umweltbundesamt (2015): Unterirdische Raumplanung. Vorschläge des Umweltschutzes zur Verbesserung der über- und untertägigen Informationsgrundlagen, zur Ausgestaltung des Planungsinstrumentariums und zur nachhaltigen Lösung von Nutzungskonflikten. Teilvorhaben 2: planerische und rechtliche Aspekte. Dessau-Rosslau.

UMWELTBUNDESAMT 2018
Umweltbundesamt (2018): Unterirdische Raumplanung und nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung am Beispiel von ausgewählten Regionen. Abschlussbericht. Dessau-Rosslau.

VÄHÄAHO 2014
Vähäaho Ilkka (2014): Underground space planning in Helsinki. In: Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 6/2014. Wuhan: 387-398.

VAHLENSIECK 2018
Vahlensieck Yvonne (2018): Kartierung einer unsichtbaren Welt. In: Schweizerischer Nationalfonds SNF, Horizonte Nr. 118, September 2018. Bern: 19-20.

VLP-ASPAN 2014
Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP-ASPAN (2014): Einführung in die Raumplanung. Bern.

WIRTH 2019
Wirth Dominic (2019): Die Schweiz verlocht Milliarden. In: St. Galler Tagblatt vom 15.7.2019. St. Gallen: 6.

Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Baustelle beim Berner Inselspital (Quelle: Felix WYSS, EspaceSuisse) 1

Abbildung 1: Die Ressourcen des Untergrunds nach BLUNIER (Quelle: BLUNIER 2009: 17) 10

Abbildung 2: Übersicht über die verschiedenen Nutzungsarten im Untergrund (Quelle: ABEGG/DÖRIG 2018: 31) 13

Abbildung 3: Unterirdische Nutzungszonen in der Gemeinde Sargans (Quelle: Zonenplan der Gemeinde Sargans, Geoportal. Zugriff 16.8.2019) 24

Abbildung 4: Überblick über das Projekt Cargo sous terrain (Quelle: <http://www.cargosousterrain.ch>. Zugriff 6.8.2019.) 27

Abbildung 5: Der künftige RBS-Bahnhof Bern (Quelle: Zjörjen Baumanagement. <https://www.zioerjen-baumanagement.ch/8931321/rbs-bahnhof-bern>. Zugriff 20.8.2019) 28

Abbildung 6: Der PostParc Mitte über dem künftigen RBS-Bahnhof (Quelle: Eigene Darstellung, GoogleMaps) 29

Abbildung 7: Unterfangung des PostParcs Mitte (Quelle: RBS 2018) 30

Abbildung 8: Die in der zweiten Etappe vorgeschlagenen Standortgebiete (Quelle: BFE 2018: 21) 32

Abbildung 9: Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme (Quelle: Cattin Stéphane, CREGE) 35

Abbildung 10: Visualisierung des Siegerprojekts Gloria (Quelle: Visualisierung von Herzog & deMeuron. <https://www.stadtuniversitaet.uzh.ch> Zugriff 20.8.2019) 38

Abbildung 11: Städtebauliche Nutzung des Untergrunds in verschiedenen Stufen (Quelle: Carmody/Sterling 1993. In: LI ET AL. 2012: 4) 39

Abbildung 12: Querschnitt des geplanten «Erdkratzers» in Mexico City (Quelle: Bunker Arquitectura. <http://www.bunkerarquitectura.com> Zugriff 20.8.2019) 44

Abbildung 13: Auszug aus dem Masterplan Untergrund (Quelle: VÄHÄAHO 2014: 391) 46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kategorisierung der Nutzungen im Untergrund gemäss Bundesrat (Quelle: BUNDESRAT 2014: 4) 12

Tabelle 2: Kategorisierung der Nutzungen im Untergrund gemäss ABEGG/DÖRIG (Quelle: ABEGG/DÖRIG 2018: 31) 12

Tabelle 3: Übersicht über die Bundeskompetenzen für Infrastrukturanlagen im Untergrund (Quelle: ABEGG/DÖRIG 2018: 24) 21

A. Der Untergrund in den kantonalen Gesetzen

Der Untergrund kann ausgehend vom Eigentum noch weiter in einen privaten und einen öffentlichen Untergrund unterschieden werden. Folgen eine Auswahl an Begriffsdefinition des Untergrund in kantoanlen Gesetzen (ABEGG/DÖRIG 2018: 3)

	Untergrund	Privater Untergrund	Öffentlicher Untergrund
AG		Eigentum	Tiefer Untergrund
AI	Erdinneres		
BE			Untergrund
BL	Erdinneres	Eigentumsbereich	Untergrund, unterteilt in oberflächennaher und tiefer Untergrund
FR	Untergrund / sous-sol		
LU	Erdinneres	Eigentumsbereich	Untergrund
NE	Sous-sol	propriété	Sous-sol profond
SG	Erdinneres		Untergrund
SO	Erdinneres	Eigentum	Tiefer Untergrund
SZ	Erdinneres		Untergrund
TG	Erdinneres		Untergrund
UR	Erdinneres		Untergrund
VD	Sous-sol		
VS	«unterirdischer Raum» «espace souterrain»		«unterirdischer Raum ausserhalb des Privatbesitzes» «espace souterrain au-delà de la propriété privé»
ZG	Erdinneres		
ZH	Untergrund		

B. Aktuelle parlamentarische Vorstösse zum Thema Untergrund

Die folgende Liste stellt eine Auswahl von parlamentarischen Vorstössen aus den letzten zehn Jahren zum Thema Untergrund dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wo nichts anderes vermerkt ist, sind die Vorstösse erledigt bzw. abgeschrieben.

- Standesinitiative 18.311. Kanton Genf: «Import, Exploration und Förderung von Schiefergas. Schweizweites Moratorium» (in Vorprüfung - Behandelt vom Ständerat)
- Postulat 16.4108. NR Vogler Karl: «Geologische Daten zum Untergrund»
- Interpellation 14.3525. NR Chevalley Isabelle: «Radioaktive Abfälle. Viele Fragen, wenig Antworten»
- Postulat 14.3097. NR Schelbert Louis: «Bericht zu den Empfehlungen der Eidgenössischen geologischen Kommission»
- Postulat 13.4158. NR Bourgeois Jacques: «Potenzial des Untergrundes. Konflikt- und Aufgabenmanagement»
- Interpellation 13.3966. NR Favre Laurent: «Konventionelle Erdgasexploration in der Schweiz»
- Motion 13.3954. NR Bourgeois Jacques: «Untergrund. Einrichtung einer Koordinationsstelle des Bundes»
- Postulat 13.3021. NR Böhni Thomas: «Wärmenutzung bei Geothermiekraftwerken»
- Motion 11.3558. NR Bourgeois Jacques: «Nationaler Richtplan für Geothermie und Windenergie. Vereinfachung der Verfahren»
- Postulat 11.3229. NR Riklin Kathy: «Nutzung des Untergrundes»
- Motion 11.3497. NR Theiler Georges: «Tiefe Geothermie. Schweizweite geologische Erkundung»
- Motion 09.4291. NR Riklin Kathy: «Regelung der nachhaltigen Nutzung des Untergrundes»
- Motion 09.4067: SR Gutzwiller Felix: «Im Untergrund herrscht Chaos. Ergänzung im Raumplanungsgesetz nötig»
- Interpellation 09.3806. NR Riklin Kathy: «Regelung der nachhaltigen Nutzung des Untergrundes»

C. Beispiele aus anderen Städten

Übersicht über Untergrundplanungen in fünf verschiedenen Grossstädten (Planungsinstrumente, Geschichte und Zusammenarbeit): Amsterdam, Montreal, Tokyo, Helsinki und Paris (LI ET AL. 2012: 6).

Cities	Strategic plans	Milestones in Policy History	Capacity building with Collaboration bodies	Instruments and Methods
Amsterdam	AMFORA (Alternative Multifunctional Underground Space Amsterdam) (Rein 2009)	▪ 1998 policy initiation for assessing „underground development" possibility (Monnikhof, Edelenbos et al. 1998) ▪ 1999 policy application on Great Randstad spatial planning revision (Monnikhof, Edelenbos et al. 1999) ▪ 2008 mainstream into Amsterdam Action Plan Healthy City	▪ COB (Netherlands Knowledge Center for Underground Space and Construction) ▪ TUD (Delft University of Technology) ▪ RPD (National Physical Planning Service) ▪ Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (Edelenbos, Monnikhof et al. 1998)	▪ Layered land planning and Area-scale mapping ▪ Multi-criteria decision making process(Monnikhof and Bots 2000) ▪ Economic valuation for resources(ir. K.R. Weytingh and Roovers 2007)
Montreal	Indoor City Master plan (Boisvert 2004)	▪ 1960s conception and initiation ▪ 1970s network expansion (RESO) ▪ 1980s maturity with functions (commerce, mobility, institution, office, culture) (El-Geneidy, Kastelberger et al. 2011) ▪ 1992 adoption of Master Plan ▪ 2002 revision of Master Plan	▪ OVI (L'Observatoire de la Ville Intérieure) ▪ University of Montreal ▪ City Council of Montreal ▪ Association of owners (ARQIM) ▪ CNR (Canadian National Railway) ▪ STM (Société de Transport)(Besner 1997)	▪ Public-private partnership (Boisvert 2007) ▪ Land use rights and incentives (Besner 2007) ▪ Layered planning and inventory ▪ (Boivin 1989; Boivin 1990)
Tokyo	Deep Space Utilization Law (Nishioka, Tannaka et al. 2007)	▪ 1955 construction of large volumes of underground shopping arcades ▪ 1965 —Golden age‖ ▪ 1980 regulation restriction ▪ 1988 promotion of effective land use with subsurface ▪ 2000 new legal system(Japan Tunnelling, Takasaki et al. 2000)	▪ USJ (Urban Underground Space center of Japan) ▪ JTA(Japan Tunneling Association) ▪ Investigation Committee for Deep Underground Space use ▪ (MITI) Ministry of International Trade and Industry(Tetsuya 1990) ▪ Urban Development Department ▪ National Land Policy Institute	▪ Legalization of deep space (-40m public domain) ▪ Planning method for zoning(Barles and Jardel 2005) ▪ Numbers of building investigations and social surveys ▪ (Nishi, Kamo et al. 1990; Nishida and Uchiyama 1993; Nishida, Fabillah et al. 2007; Okuyama 2007)
Helsinki	Underground Master Plan (VÄHÄAHO 2009)	▪ 1955 database building (Real Estate Department 2005) ▪ 1996 initiation of feasibility study for under-	▪ Helsinki City Real Estate Department ▪ Geotechnical division ▪ Ministry of Environment	▪ Detail mapping of existing & planned facilities and potential geo-space (Chow, Paul et al.

		ground space (Rönkä, Ritola et al. 1998) ▪ 2006 working group on 3D property cadastral system ▪ 2009 adoption of rock space Master Plan	▪ Land use department ▪ Ministry of Agriculture and Forestry (3D cadaster)	2002; Paul, Chow et al. 2002) ▪ Public acquisition of land ▪ Legalization of underground (rock) space utilization
Paris	Development Program (Ville 10D) (Labbé 2011)	▪ 1972 initiation study for underground urbanism (Utudjian 1972) ▪ 1995 feasibility research for underground urbanism(Barles and Guillerme 1995) ▪ 2006 policy initiation for sustainable subsurface use ▪ 2010 action plan of „Ville 10D"	▪ Underground Space Committee (AFTES-COMES) ▪ Regional Economic and Social Council ▪ Ministry of Ecology, Energy and Sustainable Development ▪ IREX (Institut de la Recherche appliquée et l'Expérimentation en génie civil)	▪ Economic valuation for subsurface use right(Barles 2000) ▪ Integration with existing planning instruments(Barles 1999) ▪ Sustainability indicators (M. Deffayet and d'Aloïa-Schwartzentruber 2011)

D. Planungsgrundsätze für den Masterplan Untergrund in Helsinki

Das Planungsamt der Stadt Helsinki hat in Vorbereitung für den Masterplan Untergrund folgende Grundsätze festgelegt (VÄHÄAHO 2014: 389).

In accordance with the decision of 9 December 2004, the planning principles were:

(1) The UMP will cover the whole of the city at a print scale of 1:10,000 south of Pasila and 1:20,000 elsewhere.

(2) The UMP may have legal effect in part, but is mainly without legal consequence. The areas will be determined later (The result was that the entire Master Plan does, in fact, have legal effect. Commented by Ilkka Vähäaho).

(3) Connected to the UMP will be an underground space allocation plan, which will support the City's underground facilities management system and the exchange of information.

(4) The UMP will include space allocations for various facilities: transport, civil defence, sports, various installations and establishments, water and energy supply, parking, storage, waste management and similar.

(5) The aim is to achieve joint use of facilities (e.g. use of civil defence facilities in normal circumstances; multi-purpose tunnel network; shared parking).

(6) Current functions could be studied to see if they can be locatedunderground if this would release land above ground or otherwise improve matters.

(7) Underground spaces are to be located mainly in bedrock. Bedrock resources are to be investigated in sufficient detail.

(8) Bedrock resources are to be reserved mainly for uses which are for the public good.

(9) Bedrock resources below recreational areas may be used if this does not present problems for such recreation or for valued natural environments.

(10) Planning will support arrangements for underground parking in new residential areas with due consideration of the potential for its implementation.

E. Vorstoss Kanton Basel Stadt betreffend «die Raumplanung im Untergrund»

Regierungsratsbeschluss 17.5024.02 vom 18. Juni 2019 (in gekürzter Fassung): Ratschlag betreffend Einführung einer Dokumentationspflicht unterirdischer Anlagen – Neue Bestimmung § 46a im kantonalen Bau- und Planungsgesetz
sowie
Beantwortung Anzug Raphael Fuhrer und Konsorten betreffend «die Raumplanung für den Untergrund»

3.1 Raumplanerische Instrumente

Für die Nutzung des Untergrundes existiert heute im Kanton Basel-Stadt kein kantonaler Teilrichtplan und auch kein grundeigentümerverbindlicher kantonaler Nutzungsplan.

Gemäss Koordinationsauftrag nach dem Raumplanungsgesetz (RPG) Art. 2 Abs. 1 haben Bund, Kantone und Gemeinden für ihre raumwirksame Tätigkeit die nötige Planung zu erarbeiten und aufeinander abzustimmen. Weiter sind nach Art. 8 und 25a RPG jene raumwirksamen Tätigkeiten aufeinander abzustimmen, die einander ausschliessen, behindern, bedingen oder ergänzen. Ausserdem soll mit der zweiten Etappe der RPG-Teilrevision die Thematik „Raumplanung im Untergrund" explizit in das Gesetz aufgenommen werden. Diese Planungspflicht beinhaltet u.a. das Erarbeiten eines kantonalen Richtplans als Planungsinstrument zur Abstimmung der raumwirksamen Tätigkeiten. Daraus leitet sich auch die Kompetenz zur Koordination und Abstimmung der Untergrundnutzung ab.

Im kantonalen Richtplan von Basel-Stadt bereits erfasst sind grössere Infrastrukturprojekte wie beispielsweise das Herzstück (Eisenbahntunnel). Zurzeit erfolgt die Anpassung der Objektblätter Mobilität des kantonalen Richtplans. Im Rahmen dieser Anpassung wird das Thema „Nutzung des Untergrunds" explizit aufgenommen. Im strategischen Teil (Strategie ST11) ist neu enthalten, dass eine frühzeitige Koordination von unterirdischen Infrastrukturanlagen mit anderen unterirdischen Nutzungen und eine haushälterische Nutzung im Untergrund vorzunehmen ist. Zudem weisen neu formulierte Planungsgrundsätze in den Objektblättern Eisenbahn und Nationalstrassen ebenfalls auf die Koordination im Untergrund hin. Mit diesen Ergänzungen wird der zu erwartende Auftrag aus der Revision RPG 2 an die Kantone zur Koordination und Abstimmung der Nutzungen im Untergrund aufgenommen, und die betroffenen Fachstellen werden für das Thema sensibilisiert.

Grundsätzlich sind der Bund und der Kanton Basel-Stadt der Ansicht, dass die zur Verfügung stehenden raumplanerischen Instrumente wie der kantonale Richtplan, Teilrichtpläne oder Nutzungspläne sich auch für den Untergrund eignen, und es heute schon möglich ist, relevante Vorhaben stufengerecht in diesen Planungsinstrumenten zu verankern. Gestützt auf die verbesserte Datenlage dank der neuen Regelungen im Bau- und Planungsgesetz kann mittelfristig präziser eingeschätzt werden, ob die vorhandenen raumplanerischen Instrumente im Hinblick auf neue Herausforderungen wie besondere Hochhausstandorte noch ausreichen. Aus heutiger Sicht besteht vorerst kein Bedarf für eine flächendeckende Planung des Untergrundes.

Mit der nachfolgend vorgeschlagenen Einführung einer gesetzlichen Dokumentationspflicht für unterirdische Anlagen (siehe unten Ziffer 4.2) macht der Kanton Basel-Stadt den ersten Schritt zur besseren Erfassung der Daten über den Untergrund und damit zur besseren Abstimmung von

Seite 4/10

ober- und unterirdischen Nutzungen und Planungen. Gestützt auf diese inskünftig verbesserte Datenlage kann mittelfristig präziser eingeschätzt werden, ob die vorhandenen raumplanerischen Instrumente im Hinblick auf allfällige neue Herausforderungen wie besondere Hochhausstandorte oder unterirdische Grossprojekte wie z.B. Cargo Sous Terrain noch ausreichen oder ob hier eine partielle Planung des Untergrundes mit entsprechenden Regelungen im Bau- und Planungsgesetz notwendig wird.

3.2 Verbesserung der Datenlage über unterirdische Anlagen

Ausschlaggebend für eine zielgerichtete Koordination der Nutzungen im Untergrund ist die Kenntnis der verschiedenen unterirdischen Anlagen, die unterhalb des untersten Gebäude- oder Geschossteils liegen und somit nicht unter den Begriff der Baute fallen. Dabei ist zu unterscheiden, über welche dieser Anlagen der Kanton bereits Kenntnis verfügt, und über welche zukünftig die Daten erfasst werden müssen.

Die Lage und Ausdehnung von bestehenden öffentlichen unterirdischen Infrastrukturbauten unter Privatparzellen sind in den meisten Fällen bereits heute bekannt oder können aus anderen, beim Kanton vorhandenen Unterlagen wie z.B. Kanalisationsplänen näherungsweise rekonstruiert werden. Für eine annähernde Übersicht wird Archivmaterial ausgewertet, und vorhandene Daten werden zukünftig in einem gemeinsamen Arbeitsinstrument (einer Art „Koordinationsplan") dargestellt. Gestützt auf dieses Arbeitsinstrument kann die Baubewilligungsbehörde bei neuen Bauvorhaben besser einschätzen, ob bereits bestehende, öffentliche Infrastrukturbauten unter Privatparzellen vor Schädigungen durch neue unterirdische Anlagen zu bewahren sind.

Schwieriger ist die Dokumentationslage bei bereits bestehenden, privaten unterirdischen Anlagen unter Privatparzellen, soweit nicht unterirdische Geschoss- oder Gebäudeteile betroffen sind, die aus Baubewilligungsverfahren bekannt sind. Konkret geht es dabei um bereits im Erdreich vorhandene Einrichtungen wie Anker, Pfähle und Ähnliches, die begrifflich nicht als Bauten beschrieben werden. Mit Ausnahme der Erdwärmesonden besitzt der Kanton keine gesicherte Kenntnis darüber, unter welchen privaten Parzellen welche Anlagen bestehen und wie tief diese sich ausdehnen. Diese Anlagen könnten aufgrund dieser Unkenntnis durch spätere Bautätigkeiten im Untergrund beschädigt werden, beispielsweise bei der Bohrung eines Tunnels. Um dieser Schädigungsgefahr entgegen zu wirken, erarbeitet das Bau- und Verkehrsdepartement Näherungswerte für schon bestehende private Anlagen unter Privatparzellen. Diese Näherungswerte können aus bereits vorhandenen Daten aus abgeschlossenen Baubewilligungsverfahren zumindest ungefähr errechnet werden. So kann bei der Planung von möglichen Trassen besser abgeschätzt werden, wo Sicherungsmassnahmen zum Schutz von privaten, unterirdischen Anlagen zu ergreifen sind oder wo der Kanton für die Realisierung seines Bauvorhabens allenfalls den Weg der Enteignung zu beschreiten hat.

Für neu zu erstellende unterirdische Anlagen unter Privatparzellen, die tiefer liegen als das unterste Gebäude- oder Geschossteil, soll die Dokumentationslage für den Kanton zukünftig verbessert werden. Dies, ohne die Grundeigentümerschaft mit zusätzlichem Aufwand zu belasten. Plant die Bauherrschaft beispielsweise ein neues Hochhaus, muss sie für die Statik des Gebäudes zwar sichernde unterirdische Anlagen wie Anker oder Pfähle fachgemäss planen und ausführen, die entsprechenden Pläne aber nicht mit dem Baubegehren einreichen. Das kantonale Bau- und Planungsgesetz sieht dazu vorbehältlich gewisser Spezialnormen (beispielsweise zum Grundwasserschutz oder hinsichtlich Erdbebensicherheit usw.) auch keine Bauvorschriften vor, anhand derer eine Prüfung erfolgen könnte. Im Umkehrschluss werden diese Angaben im Baubewilligungsverfahren nicht erfasst und von der Baubewilligungsbehörde nicht geprüft. Die Daten über Anzahl und Ausmass dieser unterirdischen Anlagen werden in Basel-Stadt daher nur unvollständig erfasst. Der vorliegende Ratschlag setzt an diesem Punkt an und will die Grundeigentümerschaft zukünftig verpflichten, solche unterirdische Anlagen zu dokumentieren (was faktisch in den meisten Fällen von der Bauherrschaft ohnehin geschieht). Konkret wird die Dokumentationspflicht ab Rechtskraft nur für Neubau- und Umbauvorhaben zum Tragen kommen, die eine Bautä-

tigkeit im Untergrund beinhalten. Diese Vorlage führt kein zusätzliches Verfahren für die Erfassung der Daten über unterirdische Nutzungen ein. Die Daten werden inskünftig im jeweiligen normalen Baubewilligungsverfahren für Neu- und Umbauten erfasst. Es wird keine rückwirkende Nachführungspflicht für bereits erstellte unterirdische Anlagen geben.

4. Neue Rechtsgrundlage für die Dokumentation von unterirdischen Anlagen

4.1 Bestehende Regelungen

Schweizweit gilt gemäss Art. 667 ZGB, dass sich das Eigentum an Grund und Boden nach oben und unten auf Luftraum und das Erdreich erstreckt, soweit für die Ausübung des Eigentums ein Interesse besteht. Das kantonale Einführungsgesetz zum Zivilgesetzbuch präzisiert, dass der Kanton im Rahmen des sogenannten Bergregals die hoheitliche Verfügungsbefugnis über den Boden unter dem Eigentum hat. Nicht darunter fallen gemäss § 158 des Einführungsgesetzes zum Zivilgesetzbuch aber kürzere Erdsonden, die dem Eigengebrauch dienen. Dieses zivilrechtliche Ausübungsinteresse für Eigentümer/-innen von Privatparzellen erlaubt ihnen die Erstellung von unterirdischen Anlagen, von denen der Kanton gegebenenfalls keine Kenntnis hat.

Die soeben erläuterte Datenlücke besteht hinsichtlich Privatparzellen, auch wenn der Bund im Bereich der Bearbeitung von raumrelevanten Daten verschiedene Regelungen vorsieht. Beispielsweise enthält das Geoinformationsgesetz des Bundes eine Dokumentationspflicht für sogenannte Geodaten und Geobasisdaten. Für diese Spezialkategorie von Daten besteht eine gesetzliche Pflicht der Grundeigentümerschaft zur Unterstützung bei der Erhebung und Nachführung. Unterirdische bauliche Anlagen gehören nicht zu diesen Datensätzen. Eine Dokumentationspflicht gestützt auf das Geoinformationsgesetz des Bundes besteht deshalb nicht. Auf Bundesebene wird derzeit geprüft, wie durch die Erweiterung der amtlichen Vermessung in die Dritte Dimension (Infrastrukturbauten im Untergrund) sowie durch die Harmonisierung des Leitungskatasters den Anforderungen nach 3D-Daten für die Planung im Untergrund zukünftig besser Rechnung getragen werden kann. Sollte dies zukünftig der Fall sein, wird ein kantonalrechtlicher Nachvollzug der bundesrechtlichen Gesetzgebung unabhängig von der hier vorgeschlagenen Dokumentationspflicht zu prüfen sein. Eine kantonalrechtliche Gesetzgebung im Bereich Geodaten oder Geobasisdaten ist daher derzeit nicht sinnvoll.

4.2 Neue Bestimmung § 46a im kantonalen Bau- und Planungsgesetz

Um den aufgezählten Hindernissen im Untergrund adäquat begegnen zu können, interessieren wie gesagt jene unterirdischen Anlagen, die dauerhaft im Erdreich verbleiben und tiefer liegen als die Unterkante eines Gebäude- oder Geschossteils. Für diese unterirdischen Anlagen fehlen die Bauvorschriften grösstenteils, weshalb jene nicht im Baubewilligungsverfahren überprüft werden können. Will man die Bauherrschaft künftig zu einer Dokumentation für neue unterirdische Anlagen verpflichten, braucht es deshalb eine formell-gesetzliche Grundlage. Aufgrund der Nähe zu den Bauvorschriften und zum Baubewilligungsverfahren ist die Dokumentationspflicht für neue unterirdische Anlagen sinnvollerweise im Bau- und Planungsgesetz des Kantons Basel-Stadt (BPG) zu regeln. Mit dem vorliegenden Ratschlag wird dazu der § 46a BPG vorgeschlagen, welcher den Grundsatz der Dokumentationspflicht enthält und die betroffenen unterirdischen Anlagen beispielhaft aufzählt. Weitere Regelungen zum Verfahren und zu allfälligen Ausnahmen erlässt der Regierungsrat in der Verordnung zum Bau- und Planungsgesetz (BPV, SG 730.110). Dazu gehören insbesondere Regelungen zum behördeninternen Verfahren sowie zu den Kompetenzen betreffend der Bearbeitung und Aufbewahrung der Daten.

Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt

5. Erläuterungen zu § 46a Dokumentation unterirdischer Anlagen

Bemerkungen zu § 46a

§ 46a Dokumentation unterirdischer Anlagen

[1] Die Grundeigentümerschaft ist verpflichtet, unterirdische Anlagen, die sich unterhalb des untersten Gebäude- oder Geschossteils befinden und dauerhaft im Erdreich verbleiben, nach Lage und Anzahl zu dokumentieren.

[2] Zu den dokumentationspflichtigen unterirdischen Anlagen zählen insbesondere:

a) Erdwärmesonden;
b) technische Anlagen;
c) tiefliegende Trageelemente wie Spundwände, Anker, Pfähle und dergleichen;
d) bauliche Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung;
e) Bohrungen;
f) Sicherungselemente und Sicherungsmassnahmen.

[3] Die Dokumentation ist der zuständigen Behörde auf deren Aufforderung hin herauszugeben. Der Regierungsrat regelt das Nähere dazu in der Verordnung.

Absatz 1:
Dieser Absatz stellt die eigentliche Einführung einer gesetzlichen Grundlage für die Dokumentationspflicht für unterirdische Anlagen dar. Mit diesem Absatz wird keine neue Definition der unterirdischen Anlagen eingeführt, sondern nur geregelt, welche unterirdischen Anlagen fortan dokumentiert werden müssen. Die unterirdischen Anlagen, wie sie in Abs. 2 aufgezählt werden, stellen Bauwerke im Untergrund dar, sind aber weder Gebäude- noch Geschossteile. Sie befinden sich üblicherweise noch tiefer als die Unterkante des untersten Gebäude- oder Geschossteils. Diese Anlagen, also beispielsweise Bohrungen oder Erdwärmesonden, verbleiben in der Regel dauerhaft im Erdreich. Die Grundeigentümerschaft ist verantwortlich dafür, die unterirdischen Anlagen nach Lage und Anzahl zu dokumentieren. Das heisst, aus der Dokumentation muss beispielsweise ersichtlich sein, wie viele Sicherungsmassnahmen für ein Gebäude erstellt wurden.

Absatz 2:
Dieser Absatz beinhaltet eine beispielhafte, nicht abschliessende Aufzählung von unterirdischen Anlagen, die der Dokumentationspflicht unterliegen. Mit dieser Aufzählung wird ein Grossteil der überhaupt im Untergrund möglichen Anlagen abgedeckt. Nicht darunter fallen beispielsweise die Kanalisation, Leitungen oder Kunstbauten (Tunnel etc.). Diese werden als eigene Bauten oder als Teile von Bauten in einem Bewilligungsverfahren erfasst.

Absatz 3:
Dieser Absatz beinhaltet eine Herausgabepflicht der Grundeigentümerschaft für diese Dokumentation. Fordert die zuständige Behörde die Eigentümerin/den Eigentümer auf, die Dokumentation auszuhändigen, so hat sie/er die entsprechenden Unterlagen abzugeben. Konkret wir die Dokumentationspflicht ab Rechtskraft im Rahmen von Baubewilligungsverfahren für Neubau- oder Umbauvorhaben zum Tragen kommen, die eine Bautätigkeit im Untergrund beinhalten. Am Baubewilligungsverfahren wird nichts geändert und es wird dazu kein neues Verfahren nötig. Es wird keine rückwirkende Nachführungspflicht für schon erstellte unterirdische Anlagen geben. Der Regierungsrat wird in der Verordnung zum Bau- und Planungsgesetz das Nähere zum behördeninternen Verfahren und zu den Kompetenzen betreffend der Bearbeitung und Aufbewahrung der Daten regeln.

6. Verzicht auf öffentliche Vernehmlassung

Die neue Regelung von § 46a BPG wurde inhaltlich in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Fachstellen und Ämtern verfasst. Zudem wurde bei den Fachverbänden USIC und SIA eine Fachvernehmlassung zur neuen Bestimmung durchgeführt. USIC erkennt den Koordinationsbedarf der unterirdischen Nutzungen und bestätigt den Bedarf einer gesicherten Datengrundlage im Untergrund. Auch der SIA Basel sieht kein Problem bei der Dokumentation der tiefliegenden Bauteile von Neubauten.

Auf eine verwaltungsinterne und öffentliche Vernehmlassung der neuen Regelung wurde verzichtet, da diese vorwiegend technischer Natur ist und für die Grundeigentümerschaft nur geringe Auswirkungen hat. Von der Grundeigentümerschaft wird künftig nichts verlangt wird, was diese nicht ohnehin im Rahmen eines Bauprojekts erstellen lässt. Das heisst, die Dokumentationspflicht wird de facto bereits heute durch die Grundeigentümerschaft umgesetzt.

7. Finanzielle Auswirkungen

Mit der Einführung einer Dokumentationspflicht der Grundeigentümerschaft für unterirdische Anlagen sind für den Kanton keine Aufwände verbunden. Sie führt weder zu zusätzlichen Kosten noch zu zusätzlichem administrativem Aufwand. Im Gegenteil ist für den Kanton im Zusammenhang mit künftigen grossen Infrastrukturprojekten von einer Kostenersparnis in Form von geringerem Planungsaufwand sowie geringeren Haftungsrisiken für Schäden an privaten unterirdischen Anlagen auszugehen. Wie hoch diese Kostenersparnis sein wird, ist im Moment nicht bezifferbar.

8. Formelle Prüfungen und Regulierungsfolgenabschätzung

Das Finanzdepartement hat den vorliegenden Ratschlag gemäss § 8 des Gesetzes über den kantonalen Finanzhaushalt (Finanzhaushaltgesetz) vom 14. März 2012 auf die finanzielle und wirtschaftliche Tragweite geprüft.

Das Justiz- und Sicherheitsdepartement hat die Änderung des Bau- und Planungsgesetzes im Hinblick auf die Aufnahme in die Gesetzessammlung geprüft.

Der Vortest der Regulierungsfolgenabschätzung ergab, dass Unternehmen mit der vorgeschlagenen Einführung einer gesetzlichen Dokumentationspflicht nicht direkt oder indirekt negativ betroffen sind. Auf die Durchführung einer detaillierteren Regulierungsfolgenabschätzung (Fragekatalog, Teil B) konnte daher verzichtet werden.

9. Beantwortung Anzug Raphael Fuhrer und Konsorten

Der Grosse Rat hat an seiner Sitzung vom 17. März 2017 den nachstehenden Anzug Raphael Fuhrer und Konsorten dem Regierungsrat zur Stellungnahme überwiesen:

Immer mehr Aktivitäten und Bauten werden in den Untergrund verlegt. Trotzdem fokussieren die klassischen Instrumente der Richt- und Zonenplanung auf das Geschehen an der Oberfläche. Die dazugehörigen Werkzeuge wie Pläne umfassen nur zwei Dimensionen, Längen- und Breitengrad, wodurch Informationen aller Höhen-Ebenen in einer einzigen Ebene verhandelt werden. Es stellt sich dabei die Frage, ob so die differenzierte Verhandlung aller Nutz- und Schutzansprüche gleich sorgfältig wie an der Oberfläche durchgeführt werden kann.

Bereits heute wird der Untergrund für eine Vielzahl von Nutzungen beansprucht: Kanalisation, Telefon- und Internetanschlüsse, versenkbare Mobilfunkantennen, Untergeschosse, unterirdische Parkanlagen für Autos oder Velos, Unterführungen, Tunnels für Strassen oder Schienen, Gasleitungen, Fernwärmenetz, Wärmepumpen, Verankerungen und Stützwerke hoher Gebäude oder zur Erdbebensicherheit, Trinkwasseraufbereitung, Wurzelraum und vieles mehr.

Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt

Es finden also auch im Untergrund die gleichen Konflikte zwischen privater und öffentlicher Nutzung oder zwischen Schutz und Nutzung statt. In der Zukunft dürften sich diese Konflikte verstärken. Denn mit dem neuen Energiegesetz beispielsweise dürfte die Nachfrage nach Wärmepumpen zunehmen. Auch ist zu beobachten, dass Verkehrsanlagen aus Platz-, Lärm- oder Linienführungsgründen vermehrt in den Untergrund verlegt werden. Schliesslich sind auch die Wechselwirkungen zwischen der Planung an der Oberfläche und dem Untergrund zu berücksichtigen; zum Beispiel die Lage des Ein- und Ausgangs einer Unterführung oder eines Tunnels.
Die Unterzeichnenden bitten den Regierungsrat,
1. zu prüfen, ob die aktuellen Raumplanungsinstrumente den erwähnten Herausforderungen genügen
2. und allfällige Anpassungen an den bestehenden Raumplanungswerkzeugen oder gar neue Werkzeuge (dreidimensionale, Spezialpläne etc.) vorzuschlagen,
damit öffentliche gegen private Interessen abgewogen und Spielraum für zukünftige Entwicklungen im Untergrund gesichert werden können.

Raphael Fuhrer, Thomas Grossenbacher, Mark Eichner, David Wüest-Rudin, Beatrice Messerli, Rudolf Rechsteiner, Tim Cuénod, Oswald Inglin, Heiner Vischer, Tonja Zürcher, Brigitta Gerber.

Wir berichten zu diesem Anzug wie folgt:

Im Wesentlichen beantragen die Anzugstellenden zu prüfen, ob die aktuellen Raumplanungsinstrumente den Herausforderungen an die Nutzungsansprüche im Untergrund genügen und, ob allfällige Anpassungen an den bestehenden Raumplanungswerkzeugen vorzunehmen sind.

Gemäss vorstehender Ziffer 3 hat der Regierungsrat erläutert, dass die Problematik der erforderlichen Koordination betreffend Nutzungen im Untergrund bereits erkannt wurde. Im Rahmen des kantonalen Projektes „Nutzung des städtischen Untergrundes" wurden verschiedene Massnahmen identifiziert und bereits in die Wege geleitet.

Einerseits wird durch die Aufnahme der Thematik „Nutzung im Untergrund" in den kantonalen Richtplan für das wichtige Thema der Koordination raumwirksamer Tätigkeiten im Untergrund sensibilisiert. Diese Anpassung des Richtplans ist aktuell in Umsetzung. Das kantonale Projekt hat gezeigt, dass besonders ein Konfliktpotenzial bei unterirdischen Infrastrukturen besteht. Die Aufgabe der Koordination im Untergrund, insbesondere bei Infrastrukturbauten, kann jedoch vorerst mit den bestehenden raumplanerischen Instrumenten erfüllt werden. Von einer strategischen, flächendeckenden Beplanung des Untergrunds in Basel und der Schaffung von neuen Instrumenten wird daher derzeit abgesehen. Im Gegensatz zu einer flächendeckenden Planung ist jedoch vorgesehen, zu prüfen, ob sogenannte Infrastrukturfreihaltezonen (Korridore) ausgeschieden werden können, die dann von tiefreichenden Bauelementen wie z.B. Pfählungen freizuhalten wären.

Anderseits steht im städtischen Untergrund prioritär die Verfügbarkeit der Daten über die einzelnen Nutzungen im Vordergrund. Dazu schlägt der Regierungsrat, wie vorstehend unter Ziffer 4 beschrieben, die Einführung einer Dokumentationspflicht für unterirdische Anlagen in den bau- und planungsrechtlichen Grundlagen vor. Die Verbesserung der Datenlage ermöglicht, Nutzungskonflikte früh zu erkennen und führt somit bei allen Beteiligten zu einer erhöhten Planungssicherheit. Gestützt auf die verbesserte Datenlage kann mittelfristig präziser eingeschätzt werden, ob die vorhandenen raumplanerischen Instrumente im Hinblick auf neue Herausforderungen wie besondere Hochhausstandorte noch ausreichen.

Mit dem vorliegenden Revisionsvorschlag werden die von den Anzugstellenden beantragten Anliegen umgesetzt. Der Regierungsrat beantragt deshalb, den Anzug Raphael Fuhrer und Konsorten betreffend „die Raumplanung für den Untergrund" abzuschreiben.

Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt

Grossratsbeschluss

betreffend Einführung einer Dokumentationspflicht unterirdischer Anlagen

(vom [Datum eingeben])

Der Grosse Rat des Kantons Basel Stadt, nach Einsichtnahme in den Ratschlag des Regierungsrates Nr. [Nummer eingeben] vom [Datum eingeben] und den Bericht der [Kommission] Nr. [Nummer] vom [Datum eingeben], beschliesst:

I. Bau- und Planungsgesetz (BPG) vom 17. November 1999 1) (Stand 1. Januar 2019) wird wie folgt geändert:

§ 46a (neu) Dokumentation unterirdischer Anlagen

[1] Die Grundeigentümerschaft ist verpflichtet, unterirdische Anlagen, die sich unterhalb des untersten Gebäude- oder Geschossteils befinden und dauerhaft im Erdreich verbleiben, nach Lage und Anzahl zu dokumentieren.

[2] Zu den dokumentationspflichtigen unterirdischen Anlagen zählen insbesondere:

a) Erdwärmesonden;
b) technische Anlagen;
c) tiefliegende Trageelemente wie Spundwände, Anker, Pfähle und dergleichen;
d) bauliche Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung;
e) Bohrungen;
f) Sicherungselemente und Sicherungsmassnahmen.

[3] Die Dokumentation ist der zuständigen Behörde auf deren Aufforderung hin herauszugeben. Der Regierungsrat regelt das Nähere dazu in der Verordnung.

II. Änderung anderer Erlasse
Keine Änderung anderer Erlasse.

III. Aufhebung anderer Erlasse
Keine Aufhebung anderer Erlasse.

IV. Schlussbestimmung
Diese Änderung ist zu publizieren; sie unterliegt dem Referendum und tritt am fünften Tag nach der Publikation des unbenutzten Ablaufs der Referendumsfrist oder im Falle einer Volksabstimmung am fünften Tag nach der Publikation der Annahme durch die Stimmberechtigten in Kraft.

Dieser Beschluss ist zu publizieren. Er untersteht dem Referendum.

---

1) SG 730.100

Den Mitgliedern des Grossen Rates des Kantons Basel-Stadt zugestellt am [Datum eingeben]

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums verfassten Semester-, Bachelor- und Master-Arbeit oder anderen Abschlussarbeit (auch der jeweils elektronischen Version).

Die Dozentinnen und Dozenten können auch für andere bei ihnen verfasste schriftliche Arbeiten eine Eigenständigkeitserklärung verlangen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Betreuer und Betreuerinnen der Arbeit.

Titel der Arbeit (in Druckschrift):

Raumplanung in der Tiefe.
Der Untergrund im Spannungsfeld der Innenentwicklung.

Verfasst von (in Druckschrift):
Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.

Name(n):	**Vorname(n):**
Kissling	Samuel

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:
- Ich habe keine im Merkblatt „Zitier-Knigge" beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

Ort, Datum	**Unterschrift(en)**
Bern, 22. August 2019	

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich. Durch die Unterschriften bürgen sie gemeinsam für den gesamten Inhalt dieser schriftlichen Arbeit.

Kontakt
ETH Zürich
MAS Programm in Raumplanung
Netzwerk Stadt- und Landschaft NSL
Stefano-Franscini-Platz 5 (HIL H41.1)
CH-8093 Zürich
www.masraumplanung.ethz.ch

© ETH Zürich, August 2019