Technische Universität Wien
Institut für Raumplanung
Stadt- und Regionalforschung

Resilienz in Stadtregionen: Anforderungen und Forschungsbedarf zu kritischen Infrastrukturen

»RESIST: Endbericht«

Wien, 22. Juli 2021

Dieses Projekt wird **aus Mitteln des Klima- und Energiefonds** im Rahmen des Programms Energy Transition 2050 gefördert und mit **Unterstützung durch den Österreichischen Städtebund** durchgeführt.

powered by klima+ energie fonds

Kurzfassung

RESIST hatte zum **Ziel**, Klarheit in das Verständnis von Resilienz und resilienter Stadtentwicklung zu bringen, Anforderungen an eine resiliente stadtregionale Entwicklung auszuloten und Empfehlungen für künftige Forschung in diesem Themenfeld zu skizzieren. Im Fokus stand die adaptive Kapazität kritischer Infrastruktursysteme gegenüber den Herausforderungen des Klimawandels sowie COVID-19. Festgemacht wurde dies an der Betrachtung der zentralen Komponenten Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit. Auf Basis der Erfahrungen und Erwartungen von Expert*innen aus Praxis und Wissenschaft wurden **Empfehlungen für die zukünftige inter- und transdisziplinäre Forschung und Forschungspolitik** abgeleitet.

Die Informationsgewinnung und Wissensgenerierung erfolgte über zwei Onlinebefragungen, einen digitalen Workshop mit Expert*innen aus österreichischen Stadtregionen, qualitative Interviews mit Forscher*innen, sowie einen transdisziplinären Fokusgruppenworkshop. Die mit der Corona-Pandemie einhergehenden Einschränkungen haben eine vollständig virtuelle Abwicklung des Projekts verlangt Die Kontaktaufnahme mit den Städten und Gemeinden erfolgte dabei mit Unterstützung des Österreichischen Städtebunds.

Zum Verständnis von Resilienz (Kapitel 1)

Resilienz beschreibt im Allgemeinen die Fähigkeit von Systemen mit unerwarteten Störungen in geeigneter Weise umzugehen. Unter städtischer Resilienz ist die Fähigkeit eines Systems und all seiner konstituierenden sozial-ökologischen und sozio-technischen Subsysteme zu verstehen, nach unerwarteten Störungen wichtige Funktionen beizubehalten bzw. sich im Lauf der Zeit und über verschiedene Maßstäbe hinweg an neue Bedingungen anzupassen, oder sich mittel- bis langfristig vollständig zu transformieren.

Zentrale Komponenten dieses Resilienzprozesses sind daher die **Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit von Systemen**.

Strategien und Interventionen zur Stärkung der Resilienz stehen dabei vor einer doppelten Herausforderung. Einerseits herrscht Unsicherheit über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Störungen und ihre Auswirkungen, was eine Vorbereitung auf derartige Eventualitäten schwierig gestaltet. Andererseits herrschen unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf die Resilienz gegenüber kurzfristigen Schocks (z.B. durch Naturkatastrophen) und langfristigen Stressoren (z.B. Klimawandel, Migration).

Erfahrungen und Erwartungen zu Klimawandel, Pandemie und kritischer Infrastruktur (Kapitel 2)

aus der Sicht der stadtregionalen Praxis

Die Umfrage zeigt deutlich, wie bewusst Österreichs Städten und Gemeinden die erwartbaren Auswirkungen des **Klimawandels** sind. Der potentielle Impakt wird in Abhängigkeit von den jeweiligen geographischen Bedingungen und der unterschiedlichen Exposition konzise eingeschätzt. Allen gemein ist die Erwartung von starken Auswirkungen durch Hitzewellen, saisonale Veränderungen in den Niederschlägen und regionale Veränderungen der Frost-Tau-Zyklen. Daraus leitet sich eine klare Einschätzung gefährdeter Infrastruktursysteme ab: **Grüne, Wasser- und Gebäudeinfrastruktursysteme** werden als am meisten gefährdet angesehen. Gleichzeitig wird erwartet, dass die Lebensqualität von sozial und wirtschaftlich benachteiligten Gruppen am stärksten beeinträchtigt und die soziale Polarisation daher weiter steigen wird.

Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz gegenüber dem Klimawandel konzentrieren sich bislang auf strategische Aktivitäten und professionelle Managementkonzepte. Partizipative und ko-kreative Prozesse spielen kaum eine Rolle. Städte und Gemeinden sehen aufgrund der Vulnerabilität dringenden Bedarf an neuen Strategien, insbesondere für **Energie-, Gebäude- und grüne Infrastruktursysteme,**

sowie Verbesserungsbedarf in der Governance dieser drei. Als wichtigste Anpassungsprozesse werden die Kooperation von Expert*innen und von Managementsystemen (Notfälle) unter Verwendung von Monitorings erachtet. Neuen Technologien und neuem Wissen wird große Bedeutung beigemessen.

In der **COVID-19-Krise** entsprach das Leistungsvermögen vorhandener Gesundheitsinfrastrukturen den kurzfristigen Anforderungen besser als soziale Infrastruktursysteme. Zur Steigerung der Anpassungsfähigkeit wurden neben technischer Innovation vor allem Notfallpläne für robuste und lernbasierte Prozesse sowie die Zusammenarbeit zur Stärkung der Redundanz gefordert.

Ganz allgemein wird **Smart City Technologien** hohe Bedeutung zur besseren Verfügbarkeit von Infrastrukturleistungen beigemessen, insbesondere für die Zusammenarbeit von Städten und Regionen und für Managementpläne in Notfallsituationen.

aus der Sicht der Forschung

Forscher*innen schätzen **grüne, Wasser- und Energieinfrastrukturen** als besonders vulnerabel ein. Infolge der COVID-19-Pandemie erachten sie sowohl die **Gesundheits-, als auch die soziale Infrastruktur** als sehr vulnerabel**.** Im Vergleich wird dem Klimawandel aber deutlich mehr Gefahrenpotential in Bezug auf städtische Infrastruktursysteme beigemessen als der Pandemie oder ähnlichen Schockereignissen. Die Anpassungsfähigkeit von Notfall- und Kommunikationsinfrastrukturen wird als sehr gut, jene von Gesundheitsinfrastrukturen hingegen als träge und damit eher schlecht eingeschätzt.

Forschungserfahrungen und -anforderungen

Forschungserfahrungen werden am häufigsten in der **angewandten Forschung** gewonnen. Dabei stehen eher präventive und weniger adaptive Maßnahmen in den Studien zur Bewältigung der Klimaauswirkungen im Vordergrund. In der Grundlagenforschung fokussieren die Themen im Sinne adaptiver sozialökologischer Resilienz auf das Verstehen von Systemzusammenhängen und die Stärkung des Verständnisses von Ökosystemleistungen.

Trans- und interdisziplinäre Ansätze werden in systemanalytischer Sicht zur Erforschung von Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit sowie entsprechender -kapazität ausdrücklich betont. Die Kluft zwischen Wissenschaft und Praxis wird jedoch als Herausforderung gesehen. Zur Verbesserung der Resilienz von Infrastruktursystemen bedarf es eines besseren Verständnisses bestehender Lücken. Dazu bedarf es neben angewandter Forschung mehr unabhängiger Grundlagenforschung, die unter freieren Projekt- und Forschungsbedingungen langfristig erfolgen kann.

Erhofft werden Forschungsthemen in den Bereichen **prozessorientierter Forschung** (z.B. bodenschonende Landwirtschaft), **systemanalytischer Forschung** (z.B. Flexibilität und Redundanzen von Systemen) und **sozialwissenschaftlicher Forschung** (z.B. Polarisierungen bedingt durch Vulnerabilitäten). Angewandte Forschung soll außerdem durch inter- und transdisziplinäre Forschungsansätze Kommunalverwaltungen, Praktiker*innen und Entscheidungsträger*innen auf verschiedenen Ebenen sowie Schlüsselorganisationen einbeziehen. Zentrale Charakteristika einer solchen zukünftigen Forschung sind Inklusion, überregionale Ansätze, sowie Kommunikation, Austausch und wechselseitiges Lernen. Auch die fehlende Beteiligung von Bürger*innen wird als eine Ursache für die fehlende Verbindung von Wissenschaft und Praxis gesehen.

Erwartungen und Anforderungen zu kritischen Infrastruktursystemen (Kapitel 3)

Im Zuge eines **Workshops mit Expert*innen aus Städten und Gemeinden** in österreichischen Stadtregionen konnte eine Reihe von Defiziten zur Stärkung resilienter Entwicklung festgestellt werden. Diese sind als **Anforderungen an zukünftige Forschung** formuliert*:*

» Forschung darf nicht in der Schublade landen

- Forschung soll Verwaltung unterstützen/anstoßen, indem wissenschaftliche Arbeiten bereitgestellt und umsetzungsorientiert vermittelt werden
- Komplexität zu reduzieren, ist Forschungsaufgabe, um eine bessere Überschaubarkeit und Kommunizierbarkeit zu erlangen
- die Komplexität des Themas bedarf einer geeigneten, oft neuen regionalen Perspektive
- Strategien und Ansätze zur resilienten Entwicklung sind bürgernahe und „mundgerecht" zu präsentieren, um das Engagement der Bürger*innen leichter zu erlangen
- Wissenschaft soll helfen, aus Verletzlichkeiten eine Chance zur Adaption zu machen
- Wissen der Bürger*innen sollte frühzeitig miteinbezogen werden

Gleichzeitig wurde eine Reihe von **Forschungsfragen** zu folgenden Inhalten formuliert:

- geeignete kollaborative Ansätze und Kommunikationsformen, um Anpassungsprozesse effektiv zu realisieren
- zukünftige Anforderungen für gut funktionierende IS-Netze (Netzstabilität, Robustheit, etc.)
- gesellschaftliches Bewusstsein schaffen, damit aus Trends der Achtlosigkeit und Entfremdung ein intensiver Prozess des kritischen Bewusstseins und des zivilen Engagements entsteht
- eine Neukonzeption funktionaler Räume und Regionen, um Klimaresilienz und Klimaschutz unter Berücksichtigung von Kriterien der Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit zu stärken
- geeignete Governancemodelle (horizontal, vertikal) sowie Good-Practice-Beispiele von Governance, die schon derzeit Informalität in Einklang mit rechtlichen Bestimmungen bringt
- interdisziplinäres und transdisziplinäres Handeln auf regionaler Ebene in der Verwaltung
- eine gesamtheitliche Betrachtung mittels eines „Framings" im Sinne einer klaren Kontextualisierung oder mittels Nischenansätzen in einer Mehr-Ebenen-Perspektive
- das Einbinden stark betroffener Gruppen in Lösungs- und Lernansätze zur Erhöhung von Akzeptanz für notwendige Anpassungsmaßnahmen
- geeignete zentrale Akteur*innen als Opinion-Leader zur inhaltlichen Erarbeitung und für die Kommunikation von Entwicklungskonzepten

Aus den **qualitativen Interviews mit Expert*innen aus verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen** *lassen sich folgende Erkenntnisse zur Forschung zusammenfassen:*

- Das Wissen über die Funktionsweisen und Unzulänglichkeiten bzw. Verletzlichkeiten verschiedener Infrastruktursysteme ist sehr weit entwickelt und ausgereift. Im Zentrum der Forschungsarbeit sollen daher künftig eher Ansätze zum besseren Verständnis und der Erhöhung der Anpassungsfähigkeit dieser Systeme stehen.
- Grün-blaue Infrastrukturen werden nicht nur als besonders verletzlich erachtet, sondern auch als Schlüssel zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit an die Folgen des Klimawandels. Ein Fokus künftiger Forschung im Kontext resilienter Stadtregionen sollte daher auf die Entwicklung grün-blauer Infrastrukturen und die Erhöhung ihrer Ökosystemleistung abzielen.
- Es herrschen deutliche Unterschiede hinsichtlich der von den Forscher*innen verwendeten Resilienzkonzepte für die Arbeit an Fragen der Infrastrukturentwicklung im Klimawandel. Einerseits wird Resilienz als Ableitung von Katastrophenschutz und Risikomanagement verstanden und in der Forschung entsprechend auf den Umgang mit Schocks wie Naturkatastrophen fokussiert. Andererseits wird der Blick auf Anpassungsmaßnahmen im Bereich städtischer grauer und grüner Infrastruktur gerichtet und auf den Umgang mit lang andauernden Krisen geblickt. Im Kontext der klimaresilienten Entwicklung werden beide Perspektiven auch in Hinkunft bedeutend sein.
- Uneinigkeit herrscht hinsichtlich des geeigneten Governance-Ansatzes zur Erhöhung der Resilienz. Während einerseits verstärkt klare Top-down-Regelwerke auf nationalstaatlicher und internationaler Ebene gefordert werden, die das lokale Handeln im Sinne klimaresilienter Entwicklung rahmen, wird andererseits mehr Handlungsspielraum für den angepassten Umgang mit lokalspezifischen

Herausforderungen eingefordert. Die Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen des jeweiligen Politikansatzes in der „Climate Governance" erscheint daher ebenso wichtig wie die Beforschung der adaptiven Kapazität der Systeme selbst.

» Schließlich wird unisono die effektivere Verbreitung von Forschungsergebnissen und Erkenntnissen gefordert: „Es ist wichtig, Forschungsergebnisse besser verfügbar zu machen und intensiver an ihrer Verbreitung zu arbeiten." Ein Schwerpunkt auf die zielgerichtete Vermittlung von Klimaresilienz-Wissen erscheint daher zentral.

Empfehlungen zur Stärkung der resilienten stadtregionalen Entwicklung (Kapitel 4)

Auf Basis eines Fokus-Workshops zum **‚Thema Ansätze für bessere Kooperation zwischen Infrastrukturverantwortlichen und Wissenschaft für mehr Resilienz'** konnten **8 Schätze** in Sinne allgemeiner Anforderungen für die Forschung erarbeitet werden:

Schatz 1 zu Mindset und Sprache betont ein gemeinsames Verständnis von Resilienz;

Schatz 2 unterstreicht den inter- und transdisziplinären Charakter in der kollaborativen Strategiefindung;

Schatz 3 hebt die Notwendigkeit eines neuen Regionalisierungsansatzes hin zur effektiveren adaptiven Resilienzsteuerung unter Verwendung zeitgemäßer inklusiver Wissensgenerierung hervor;

Schatz 4 empfiehlt ‚Stadtlabore' als neue Formate zur Stärkung offener Kooperation;

Schatz 5 betont die Augenhöhe in wertschätzenden Kooperationen zwischen Wissenschaft und Praxis von Beginn an;

Schatz 6 unterstreicht das Wissensmanagement zur dessen Generierung und Kommunikation;

Schatz 7 empfiehlt neue Förderregimes zur besseren Integration von Wissenschaft mit den anderen Sektoren Verwaltung/Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft/NGOs;

Schatz 8 betont moderne, aber leicht verständliche Kommunikationsformen zu entsprechenden Resilienzprojekten – differenziert nach deren Charakter Notfall, Prävention und Vulnerabilitätsrisiko oder Anpassungsfähigkeit.

Aus diesen Anforderungen an Forschung, Praxis und Förderregimes kann eine **Reihe an Empfehlungen** abgeleitet werden:

Empfehlung 1: Fokus auf Anpassungsfähigkeit

Stärkung der Anpassungsfähigkeit von kritischen Infrastruktursystemen durch österreichweite Bewusstseinsbildung und nationale problemorientierte Förderpolitiken zur Stärkung regionaler und lokaler Resilienz; d.h., neben Verbesserung der unmittelbaren Prävention insbesondere der Ausbau der integrativen und adaptiven Kapazitäten für zukünftige Anforderungen.

Empfehlung 2: Mut zu innovativen Formaten

Neue Innovationsräume sind durch die Neukonzeption von Regionen in Österreich unter Berücksichtigung sozioökonomischer, klimabezogener und IS-bezogener Verflechtungen als Kriterien zur besseren Einschätzung und Kommunikation von Herausforderungen sowie unter Einbeziehung lokalen und regionalen Wissens (citizens science-Ansatz) zu ermöglichen. Die Netzwerkbildung auf geeigneter regionaler Ebene soll darauf aufbauend forciert werden.

Empfehlung 3: Förderung von Transdisziplinarität

Die Anpassungsfähigkeit von Stadtregionen an zukünftige Herausforderungen muss neben dem Einsatz neuer Technologien insbesondere durch umsetzungsorientierte

transdisziplinäre Projekte durch flexiblere und gleichzeitig präzisere Förderbedingungen verbessert werden: (1) Flexibler durch eine stärker experimentelle Ausrichtung mit jeweils adäquater Kooperation von Akteuren aus Forschung/Planung, Verwaltung/Politik Wirtschaft und Zivilgesellschaft/NGOs, wobei insbesondere die Kommunikation und Beteiligung von Anfang an transparent und offen geführt werden muss; (2) Präziser durch ein gezieltes Monitoring und permanent Bewertung der zu erreichenden Projektziele sowie durch eine intensivere Disseminationsstrategie vor allem bezüglich des gesellschaftlichen Mehrwerts.

Empfehlung 4: Betonung lokaler Prozesse

Die Etablierung und Stärkung von resilienter Entwicklung bedarf der Stärkung adaptiver Kapazitäten auf der regionalen und lokalen Ebene unter Einbeziehung der unterschiedlichen Interessen von Akteuren. Innovationen müssen eingebettet in regionalen Bedingungen als erstes auf der lokalen Ebene wirksam werden, um davon ausgehend in Teilebieten von Stadtregionen oder für bestimmte Gruppen sukzessive die regionale Klimaresilienz zu stärken. Hierzu sollten niedrigschwellige Zugänge in der Ideensammlung auf lokaler Ebene, der Unterfütterung mit Fachwissen und der Einholung der Interessen aller Akteure durch geeignete Kommunikationsformen geschaffen werden. Es bedarf somit eines Innovationsraumes auf lokaler Ebene, in dem fachliches Wissen und lokale Interessen aufeinandertreffen, Lernprozesse durch geeignete Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Gruppen forciert sowie Innovationsprozesse (technische wie soziale) durch klare Beteiligungsbedingungen unterstützt werden.

Executive Summary

RESIST aimed to bring clarity to the understanding of resilience and resilient urban development, to explore requirements for resilient urban-regional development, and to outline recommendations for future research priorities in this topic area. The focus was on the adaptive capacity of critical infrastructure systems in the face of climate change and COVID-19. This was determined by considering the central components of vulnerability and adaptive capacity. Based on the experiences and expectations of experts from practice and research, ***recommendations for future inter- and transdisciplinary research and research policy*** *were derived.*

The information gathering and knowledge generation was done through two online surveys, a digital workshop with experts from Austrian urban regions, qualitative interviews with researchers, and a transdisciplinary focus group workshop. The contacting of cities and municipalities was done with the support of the Austrian Association of Cities and Towns. Due to Corona regulations in Austria all project activities had been realized by virtual meetings.

Understanding resilience (Chapter 1)

Resilience generally describes the ability of systems to deal with unexpected impacts in an appropriate manner. Urban resilience is understood as the ability of a system and all its constituent socio-ecological and socio-technical subsystems to maintain important functions after unexpected disturbances, or to adapt to new conditions over time and across different scales, or to transform completely in the medium to long term. Thus, central components of this resilience process are the vulnerability and adaptive capacity of systems.

Strategies and interventions to strengthen resilience face a double challenge in this regard. On the one hand, there is uncertainty about the likelihood of disruptions and their impact, making it difficult to prepare for such contingencies. On the other hand, there are different requirements in terms of resilience to short-term shocks (e.g., from natural disasters) and long-term stressors (e.g., climate change, migration).

Experiences and expectations on climate change, pandemic, and critical infrastructure (Chapter 2).

From the perspective of city-regional practice

The survey clearly shows how aware Austria's cities and municipalities are of the expected impacts of climate change. The potential impact is concisely estimated depending on the respective geographical conditions and the different exposure. Common to all is the expectation of strong impacts due to heat waves, seasonal changes in precipitation and regional changes in freeze-thaw cycles. This leads to a clear assessment of vulnerable infrastructure systems: Green, water, and building infrastructure systems are considered most at risk. At the same time, the quality of life of socially and economically disadvantaged groups is expected to be most affected and social polarization will continue to increase.

Measures to strengthen resilience to climate change have so far focused on strategic activities and professional management approaches. Participatory and co-creative processes hardly play a role. Cities and municipalities see an urgent need for new strategies due to vulnerability, especially for energy, building and green infrastructure systems, as well as a need for improvement in the governance of these three. Cooperation of experts and management systems (emergencies) using monitoring are considered the most important adaptation processes. Great importance is attached to new technologies and new knowledge.

In the COVID-19 crisis, the capacity of health infrastructures met short-term needs better than social IS-systems. To increase adaptive capacity, in addition to technical innovation, contingency plans for robust and learning-based processes and collaboration to strengthen redundancy were called for.

More generally, smart city technologies are seen as important for improving the availability of infrastructure services, especially for city-region collaboration and management plans in emergency situations.

From the research perspective

Researchers rate green, water, and energy infrastructures as particularly vulnerable. As a result of the COVID-19 pandemic, they consider both health and social infrastructure to be highly vulnerable. However, in comparison, climate change is considered to have significantly more hazard potential with respect to urban infrastructure systems than the pandemic or similar shock events. The adaptive capacity of emergency and communication infrastructures is assessed as very good, while that of health infrastructures is assessed as rather poor.

Research experiences and requirements

Research experiences are most often gained in applied research. Preventive rather than adaptive measures tend to be the focus of studies on coping with climate impacts. In basic research, topics in adaptive social-ecological resilience focus on understanding systems and ecosystem services.

Trans- and interdisciplinary approaches are explicitly emphasized in a systems analysis perspective to explore vulnerability and adaptive capacity. However, the gap between research and practice is seen as a challenge. Improving the resilience of infrastructure systems requires a better understanding of existing gaps. In addition, this requires more independent, long-term basic research.

Calls in the areas of process-oriented research (e.g., soil-conserving agriculture), systems analysis (e.g., flexibility and redundancies of systems), and social science research (e.g., polarizations caused by vulnerabilities) are hoped for. Applied research should also involve local governments, practitioners and decision-makers at different levels, and key organizations through inter- and transdisciplinary approaches. Central characteristics of such future research are inclusion, transregional approaches, as well as communication, exchange and mutual learning. The lack of citizen participation is seen as a cause for the missing link between science and practice.

Expectations and requirements for critical infrastructure systems (Chapter 3)

In the course of a workshop with experts from cities and municipalities in Austrian urban regions, a number of deficits for strengthening resilient development were identified. These are formulated as requirements for future research:

- *Research results must not be taken serious and not be put „back on the shelf".*
- *Research should support administration by communicating new knowledge in an implementation-oriented manner*
- *Reducing complexity is a research task and is necessary in order to achieve a better manageability and communicability*
- *Complexity of the topic requires an appropriate, often new, regional perspective*
- *Strategies and approaches for resilient development have to be presented in a citizen-oriented and understandable way in order to gain the commitment of citizens more easily*
- *Research should help turn vulnerabilities into opportunities for adaptation*
- *Citizens' knowledge should be incorporated at an early stage*

At the same time, a set of research questions was formulated to address the following content:

- *Appropriate collaborative approaches and forms of communication to effectively implement adaptation processes*
- *Future requirements for well-functioning IS networks (network stability, robustness, etc.)*
- *Create critical social awareness and civic engagement*

- *A reconceptualization of (functional) regions to strengthen climate resilience and mitigation, taking into account vulnerability and adaptive capacity criteria*
- *Appropriate governance models (horizontal, vertical) as well as good-practice examples of governance, which already bring informality in line with legal regulations*
- *Interdisciplinary and transdisciplinary action at the regional level*
- *A holistic view by means of „framing" in the sense of a clear contextualization or by means of niche approaches in a multi-level perspective*
- *The inclusion of affected groups in solution and learning approaches to increase acceptance for necessary adaptation measures*
- *Suitable central actors as opinion leaders for the elaboration of content and for the communication of development concepts*

From the qualitative interviews with experts from different scientific disciplines, the following research findings can be summarized:

- *The knowledge about the modes of operation and inadequacies or vulnerabilities of different infrastructure systems is very well developed and mature. Future research should therefore focus more on approaches to better understand and increase the adaptive capacity of these systems.*
- *Green-blue infrastructures are not only considered to be particularly vulnerable, but also key to increasing adaptive capacity to the impacts of climate change. A focus of research in the context of resilient urban regions should therefore be on developing green-blue infrastructures and enhancing their ecosystem services.*
- *There are clear differences in terms of the resilience concepts used by researchers to work on climate change infrastructure development issues. On the one hand, resilience is understood as a derivative of disaster mitigation and risk management, and research focuses accordingly on dealing with shocks such as natural disasters. On the other hand, the focus is on adaptation measures in the field of urban grey and green infrastructure and how to deal with long-lasting crises. In the context of climate resilient development, both perspectives will continue to be important in the future.*
- *There is disagreement on the appropriate governance approach to increase resilience. On the one hand, there is an increasing demand for clear top-down regulations at the national and international level that frame local action in terms of climate-resilient development; on the other hand, there is a call for more room for maneuver in dealing with locally specific challenges. Addressing the advantages and disadvantages of each policy approach in climate governance therefore appears to be just as important as exploring the adaptive capacity of the systems themselves.*
- *Finally, there is an unanimous call for more effective dissemination of research results and findings: „It is important to make research results more available and to work more intensively on their dissemination." A focus on targeted dissemination of climate resilience knowledge therefore seems central.*

Recommendations for strengthening resilient city-regional development (Chapter 4).

Based on a focus workshop on 'Approaches for better cooperation between city managers and science for more resilience', 8 treasures in terms of general requirements for research could be elaborated:

Treasure 1 on mindset and language emphasizes a shared understanding of resilience

Treasure 2 emphasizes the inter- and transdisciplinary nature in collaborative strategy making

Treasure 3 points to the need for a new regionalization approach to more effective adaptive resilience management using contemporary inclusive knowledge generation

Treasure 4 recommends living labs as new formats for strengthening open collaboration

Treasure 5 emphasizes eye-level in appreciative collaborations between science and practice from the beginning

Treasure 6 *emphasizes knowledge management for its generation and communication*

Treasure 7 *recommends new funding regimes to better integrate science with the other sectors of administration/policy, business, and civil society/NGOs*

Treasure 8 *emphasizes modern but easy-to-understand forms of communication on relevant resilience projects – differentiated according to their nature of emergency, prevention, and vulnerability risk or adaptive capacity*

A number of recommendations can be derived from these requirements for research, practice, and funding regimes:

Recommendation 1: Focus on adaptive capacity

Strengthen the adaptive capacity of critical infrastructure systems through awareness raising in Austria and national problem-oriented funding policies to strengthen regional and local resilience; i.e., in addition to improving immediate prevention, especially building integrative and adaptive capacities for future demands

Recommendation 2: Courage for innovative formats

New innovation spaces are to be enabled through the reconceptualization of regions in Austria, considering socio-economic, climate-related and IS-related interdependencies as criteria for better assessment and communication of challenges, and incorporating local and regional knowledge (citizens science approach). Based on this, the formation of networks on an appropriate regional level should be accelerated.

Recommendation 3: Promote transdisciplinarity

In addition to the use of new technologies, the adaptability of urban regions to future challenges must be improved by implementation-oriented transdisciplinary projects through more flexible, yet more precise funding conditions: (1) Increased flexibility via a more experimental orientation with adequate cooperation between actors from research, planning, administration, business and civil society/NGOs; (2) More precision via targeted monitoring and permanent evaluation of project goals and a more intensive dissemination strategy, especially with regard to social added value.

Recommendation 4: Emphasize local processes

The establishment and strengthening of resilient development require the strengthening of adaptive capacities at the regional and local level, taking into account the different interests of stakeholders. Innovations must be embedded in regional conditions and first take effect at the local level, from where they can successively strengthen regional climate resilience in specific areas or for specific groups. For this purpose, low-threshold access should be created in the collection of ideas at the local level, the underpinning with expert knowledge and the collection of the interests of all actors through suitable forms of communication. Thus, an innovation space at the local level is needed in which technical knowledge and local interests meet, learning processes are forced by suitable communication possibilities between groups, and innovation processes (technical as well as social) are supported by clear participation conditions.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Problemhintergrund und Ziele 1

1.1 Methodik und Arbeitsplan 2

1.2 Projektmanagement 3

1.3 Literatur 3

Kapitel 2: Resilienz als handlungsleitendes Konzept: Erfahrungen und Erwartungen in Praxis und Forschung 4

2.1 Resilienz: Annäherung an ein vielgestaltiges Konzept 4

2.2 Wichtige Punkte des aktuellen Resilienzdiskurses 5

2.3 Resilienz als normative Größe: eine Inhaltsanalyse ausgewählter Strategiedokumente 7

2.3.1 Methodische Vorgehensweise 8

2.3.2 Überblick über den strategischen Resilienzdiskurs 9

2.3.3 Der strategische Diskurs zur Resilienz kritischer Infrastrukturen im Detail 11

Zum Verständnis von Resilienz 11

Zu den Begriffen Vulnerabilität und adaptive Kapazität 13

Die Ausprägung des Resilienzdiskurses auf unterschiedlichen Steuerungsebenen 13

Die handelnden Akteur*innen in der resilienten Infrastrukturentwicklung 14

Meilensteine in der Entwicklung des Resilienzdiskurses 14

Die Einbettung der österreichischen Strategielandschaft in den internationalen Resilienzdiskurs 15

2.3.4 Erkenntnisse 15

2.4 Erfahrungen und Erwartungen der Städte zu resilienter Entwicklung und kritischen Infrastrukturen 17

2.4.1 Zur RESIST-Befragung ausgewählter Städte und Gemeinden in Österreich 17

Grundlagen zum Sample 17

Kennzeichnung der Städte und Gemeinden im Sample 18

Städte und Gemeinden im Klimawandel 18

Städte und Gemeinden in der COVID-19 Krise 21

Smart City Technologien in Städten und Gemeinden im Klimawandel und bei COVID-19 23

2.5 Erfahrungen und Erwartungen von Forscher*innen verschiedener Disziplinen zu resilienter Entwicklung und kritischen Infrastrukturen 24

2.5.1 Wissenschaftlicher Hintergrund der Befragten 24

Resilienz als Thema ihrer Expertise 24

Individuelle fachspezifische Beiträge zum Thema Vulnerabilität und adaptive Kapazitäten von Infrastruktursystemen 24

Qualitative Einschätzung von Vulnerabilität 25

Einschätzung der Resilienz von IS-Systemen in Österreich 25

Forschungsbedarf aus qualitativer fachdisziplinärer Sicht 26

2.5.2 Schlussfolgerungen 27

2.5.3 Zusammenfassung im Vergleich Praxis und Forschung 28

Praxissicht der Akteure in Städten und Gemeinden 28

*Sicht der Forscher*innen aus verschiedenen Disziplinen 29*

2.6 Glossar zu wichtigsten Begriffen der Resilienzdebatte 30

2.7 Verwendete Literatur 40

Kapitel 3: Kritische Infrastrukturen: Erwartungen, Anforderungen und Forschungsbedarf 41

3.1 Erfahrungen und Probleme zur Stärkung gefährdeter Infrastrukturen 41

3.2 Leistungen, Erfahrungen und Probleme zur Stärkung gefährdeter Infrastrukturen aus der Sicht der Forscher*innen ..44

3.2.1 Methode 44

3.2.2 Forschungsschwerpunkte und -zugänge 44

3.2.3 Resilienz-Perspektiven 45

3.2.4 Vulnerabilität & Anpassungsfähigkeit 45

3.2.5 Verletzliche Infrastruktursysteme 45

3.2.6 Forschungsbedarfe zur Stärkung der resilienten Entwicklung von Stadtregionen 46

3.3 Zusammenfassung 47

Kapitel 4: Empfehlungen zur Stärkung der resilienten stadtregionalen Entwicklung 48

4.1 Acht Schätze zur transdisziplinären kooperativen Forschung 48

4.2 Vier Empfehlungen zur Forschungsförderung 50

Kapitel 1:
Problemhintergrund und Ziele

Resilienz hat angesichts der aktuellen globalen Trends von Klimawandel und zuletzt Covid-19 verstärkte Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit erfahren. Sehr im Sinne des lateinischen Begriffs ‚resilio' fokussieren aktuelle Diskussionen ja immer wieder auf der Hoffnung des ‚Zurückspringens' in gewohnte Bahnen oder ‚des Abprallens' von Impakts von gewohnten Entwicklungspfaden. Nicht überraschend wurde der Begriff im Laufe der Jahrhunderte auch auf verschiedene Sachbereiche wie Absorptionsfähigkeit von Materialien wie Stahl, im Zusammenhang mit der Widerstandsfähigkeit von Gebäuden bei Erdbeben oder zunehmend auch zur Anpassungsfähigkeit von ökologischen Systemen verwendet. *(Holling, 1973)*

Angesichts aktueller Impakts von Klimawandel und COVID-19 verwenden wir den Begriff der Resilienz aus sozial-ökologischer Sicht, die die Beziehung Umwelt – Mensch bzw. Umwelt – Stadtregion in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt. *(vgl. hierzu Davoudi, 2012; 2013)* Speziell die Stadt(-region) wird dabei als ein Zusammentreffen, ein Überlagern von verschiedenen wirtschaftlichen, technischen, sozialen und insbesondere umweltbezogenen Systemen verstanden und auf die Anforderungen ihrer Steuerbarkeit hinterfragt. *(Meerow, 2016)* Impakts aus solchen Trends wie Klimawandel, sozioökonomischen Krisen oder Pandemien und Erdbeben können sich dabei entweder langsam über Monate, Jahre und Jahrzehnte hinweg oder sehr rasch innerhalb von Minuten, Stunden und Tagen etablieren. Gleichzeitig erweisen sich die Impakts auf regionaler und lokaler Ebene aufgrund unterschiedlicher Voraussetzungen als sehr variabel, was die Auswirkungen von solchen Megatrends auf verschiedene Bevölkerungsgruppen, auf bestimmte Regionen und Städte oder auch auf lokaler Ebene nur schwer abschätzbar machen.

Durch die bestehenden wechselseitigen Einflüsse aus den Impakts verschiedener Trends wie Klimawandel oder Pandemien wird zudem leicht erkennbar, dass heute nicht nur übliche Probleme der Entwicklung entstehen, sondern vielmehr tiefgreifende Veränderungen und gesellschaftliche Transformationsprozesse anstehen. Da Lebensqualität und öffentliche Gesundheit einzelner Bevölkerungsgruppen oder bestimmter Gebiete (Regionen, Stadtteilgebiete) als zentrale Voraussetzung für zukünftige Entwicklung gefährdet ist, wird Politik und Planung in ihren Steuerungsanforderungen nur noch mehr herausgefordert. In diesem Zusammenhang wird klar erkennbar, dass soziale, wirtschaftlich-technische und umweltspezifische Infrastruktur-Systeme eine herausragende Rolle spielen, da sie mehr oder weniger stark solchen Impakts ausgesetzt sind und sich mehr oder weniger vulnerabel (verletzbar, störbar) in ihren Systemleistungen erweisen. Daraus resultiert aus strategisch- planerischer Sicht selbstverständlich die Anforderung, dass die jeweiligen Kapazitäten von IS-Systemen an neue Herausforderungen anzupassen sind. Gezielte Transitionsprozesse in einzelnen Teilbereichen städtisch-regionaler Entwicklung sind daher notwendig. Wissenschaftliche Expertise und praxisbezogene Anforderungen sind somit mehr denn je gefragt, ‚kritische Infrastrukturen' zu erkennen und rechtzeitig zu stärken, um resiliente Entwicklung zu ermöglichen. Dabei muss den Anforderungen an IS-Systemen wegen ihrer Wirkungen im Siedlungsgefüge auf zwei Ebenen besondere Beachtung geschenkt werden: der lokalen Ebene und der (stadt-)regionalen Ebene, um die jeweils unterschiedlichen territorialen Bedingungen und Interessenslagen zu berücksichtigen.

RESIST hat nun zum Ziel, wichtigste Anforderungen an resiliente stadtregionale Entwicklung sowie Empfehlungen zu wichtigen Forschungsschwerpunkten auszuloten. Hierzu werden im sozial-ökologischen Verständnis von Resilienz in innovativer Art und Weise deren wichtigste Komponenten Vulnerabilität sowie Anpassungsfähigkeit und adaptive Kapazität von IS-Systemen behandelt.

Folgende Fragen werden unter Berücksichtigung der Praxis und Expertise von Städten in Österreich einerseits und aus disziplinärer wissenschaftlicher Sicht andererseits beantwortet:

- Was wird unter Resilienz in zeitgenössischer Literatur sowie in der Praxis der Stadtentwicklungspolitik verstanden? Und in welchem Verhältnis stehen dabei Vulnerabilität und adaptive Kapazität?
- Was wird unter bisherigen Erfahrungen und unter erkennbaren Trends als kritische Infrastruktur eingeschätzt? Welche IS-Systeme sind dies?
- Welche Erfahrungen und Einschätzungen bestehen bezüglich Vulnerabilität von Infrastruktursystemen?
- Welche Anpassungsfähigkeit weisen einzelne IS-Systeme auf? Wie kann deren jeweilige Anpassungskapazität an veränderte Bedingungen angepasst werden? Wie kann die adaptive Kapazität von IS-Systemen gestärkt werden?
- Welcher Forschungsbedarf und welche Empfehlungen zu kritischen Infrastruktursystemen lassen sich derzeit erkennen?
- Wie kann wissenschaftliche Expertise besser als bisher den praxisbezogenen Anforderungen angepasst werden?
- Welche Formen der Intervention werden in den Stadtregionen schon bislang gesetzt bzw. welche Strategien, Projekte und Prozesse werden zukünftig als sinnvoll und notwendig erachtet?
- Welcher Bedarf an Interventionen (Steuerung, Finanzierung, Forschung) besteht? Wie kann dies durch neue Forschungs- und Projektinitiativen unterstützt werden?
- Welche Akteur*innen sind zur Sicherung und Verbesserung kritischer IS-Systeme involviert und zukünftig besonders wichtig?
- Was sind die jeweils wichtigsten Schlüsselbegriffe in dieser praxisorientierten bzw. wissenschaftlichen Diskussion?

Abb. 1: W-Fragen zur Bildung einer Resilienz-Strategie eigener Entwurf

1.1 Methodik und Arbeitsplan

Gemäß dem Projektziel mit einer Reihe empirischer Fragestellungen werden unterschiedliche qualitative und quantitative Methoden eingesetzt.

Abbildung 2 zeigt den Projektplan mit den Arbeitspaketen und Aufgaben sowie die Deliverables mit den wichtigsten Milestones. Daraus wird folgendes ersichtlich:

- Im Arbeitspaket 2 erfolgten neben der Literaturrecherche zur Präzisierung von Begriffen und Inhalten der Resilienzdiskussion die empirischen Analysen zum Verständnis von Resilienz mit den zwei zentralen Komponenten Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit/-kapazität. Hierzu wurden einerseits Planungsdokumente in Österreich sowie andererseits zwei online Befragungen von Forscher*innen aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen sowie von Akteur*innen aus Städten und Gemeinden in österreichischen Stadtregionen ausgewertet. (siehe Kapitel 2)
- Im Arbeitspaket 3 wurden auf Basis von Erfahrungen spezifische Erwartungen und Anforderungen zu kritischen IS-Strukturen umfassend diskutiert. Dies erfolgte einerseits in einem ausführlichen Workshop mit Expert*innen aus Städten und Gemeinden sowie andererseits durch qualitative Interviews mit ausgewählten Forscher*innen. (siehe Kapitel 3)
- Im Arbeitspaket 4 wurden auf Basis der Auswertungen von AP3 und AP4 erste Ergebnisse den beiden Gruppen präsentiert und in einem integrativen Workshop mit beiden Gruppen Anforderungen und Empfehlungen erarbeitet. (siehe Kapitel 4)

Im Zuge des Projektes, in dem Workshops, Befragungen und Interviews durchwegs in geeigneten online-Formaten stattfanden, wurden verschiedene Methoden so zum Einsatz gebracht, dass der Informationsfortschritt gewährleistet wurde. Gleichzeitig konnte neues Wissen zum Thema an alle Akteur*innen zwischenzeitlich über Kurzberichte und online-Präsentationen kommuniziert werden. Nicht zuletzt entstand kurzfristig auch ein WEBINAR zum Thema, welches nicht nur nach wenigen Tagen des letzten Workshops im Internet den Expert*innen in Forschung und Praxis angeboten wurde, sondern auch zukünftig auf der Energy Transition Timeline des KLIEN zugängig sein wird.

1.2 Projektorganisation

Details siehe technischen Bericht

1.3 Literatur

Davoudi, S. (2012) Resilience: A bridging concept or a dead end? Planning Theory and Practice, 13 (2) 299-307

Davoudi, S., Brooks, E. and Mehmood, A. (2013) Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation, Planning Practice and Research, 28(3):307-322

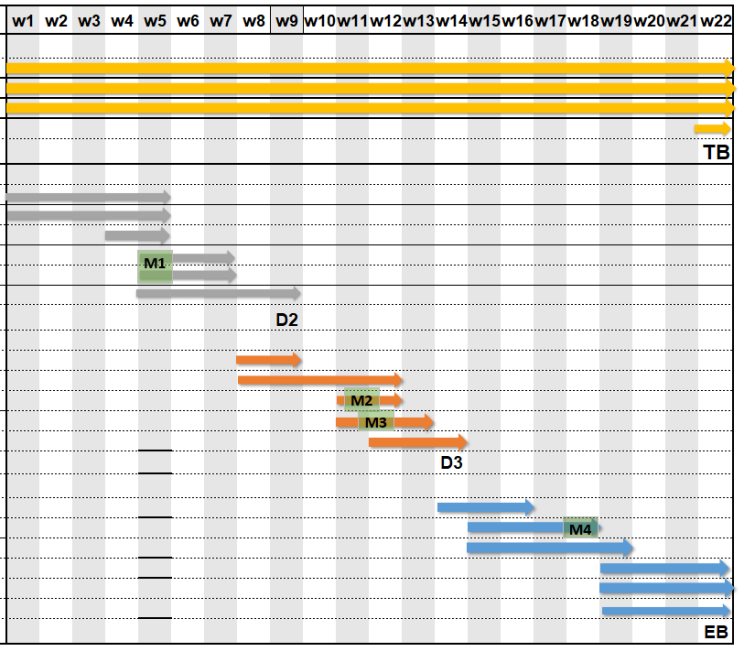
ENSURE – Enhancing resilience of communities and territories facing natural and na-tech hazards. WP 2, Del. 2.2, EC 7thFP - Cooperation, 108 pages. https://forum.eionet.europa.eu/nrc-air-climate/library/public/2010_ itiesproject/interchange/project_deliverables/ ensure_del22pdf/ download/en/1/ENSURE_Del2.2.pdf?action=view.

Holling, C. S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 1–23.

Meerow, Sara, Newell, Joshua P. and Stults, Melissa (2016) Defining urban resilience: A review. Landscape and Urban Planning. Volume 147, March 2016, Pages 38–49

GANTT-Diagramm RESIST

Activities	TU	PS
AP 1: Projektmanagement	Leitung	
T1.1. Interne und externe Kommunikation und Meetings	80%	20%
T1.2 kontinuierliche Kommunikation	100%	-
T1.3. Sicherstellen des Projektfortschritts	100%	-
T1.4 technischer Bericht	100%	-
Deliverable 1 technischer Bericht	100%	-
AP 2: Resilienz und wichtigste Komponenten	Leitung	
T2.1 Literaturüberblick	100%	-
T2.2 Überblick Planungsdokumente	100%	-
T2.3 Konzeptualisierung von zwei Befragungen	70,0%	30,0%
T2.4 Online Befragung: Stakeholder in Städten	-	100%
T2.5 Online Befragung: Wissenschaftler*innen	-	100%
T2.6 Ergebnisauswertung	100%	-
Deliverable 2: Kurzbericht	100%	-
AP 3: Krit. Infrastruktur Kr_Is in Praxis & Wissenschaft	Leitung	
T3.1 Kommunikation Ergebnisse WP2	100%	-
T3.2 Identifikation von Kri_Is	100%	-
T3.3 Online Workshop mit Stakeholdern aus Städten	20%	80%
T3.4 qualitative Interviews mit Wissenschaftler*innen	100%	-
T3.5 Auswertung zu 'kritischer Infrastruktur' Kr_Is	100%	-
Deliverable 3 Kurzbericht	100%	-
AP 4: Anforderungen und Forschungsbedarf	Leitung	
T4.1 Kommunikation Ergebnisse WP3	100%	-
T4.2 Integrativer online Workshop	20%	80%
T4.3 Herausforderungen und Potentiale für Kr_Is	100%	-
T4.4. zukünftiger Forschungsbedarf	100%	-
T4.5. Empfehlungen zu Forschungsbedarf & -schwerpunkten	100%	-
T4.6. Zusammenfassung der Ergebnisse	100%	-
Deliverable 4 Endbericht	100%	-



TU - Technische Universität Wien, PS - Plansinn (Subkontraktor), Dx - Deliverables/Kurzberichte, Mx - Milestones, TB - Technischer Bericht, EB - Endbericht

Abb. 2: Arbeitsplan, Deliverables und Milestones

Kapitel 2:

Resilienz als handlungsleitendes Konzept: Erfahrungen und Erwartungen in Praxis und Forschung

Wie schon in der Einleitung angedeutet, wird der Begriff ‚Resilienz' in verschiedenen empirischen Kontexten verwendet, um das ‚Abprallen' oder ‚Zurückspringen' auf einen alten Zustand zu kennzeichnen. Demgemäß fand der Begriff in verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen Eingang, wird aber spätestens mit *Holling's (1973)* Einführung von ‚ökologischer Resilienz' sehr unterschiedlich verwendet.

2.1 Resilienz: Annäherung an ein vielgestaltiges Konzept

„Over the last decade the notion of resilience has attracted increasing attention from economic geographers, as part of an interest in the impact of shocks and disruptions to the process and pattern of regional development." (Martin, 2018: Abstract) Der Resilienzbegriff hat zuletzt im öffentlichen Diskurs an Bedeutung gewonnen, dies vor allem aufgrund eklatanter Entwicklungsunsicherheit und multipler krisenhafter Phänomene *(Tasan-Kok et al., 2013)*. Auch in der Stadt- und Regionalentwicklungspraxis ist die Resilienz bereits vor längerer Zeit angekommen *(vgl. hierzu u.a. Davoudi, 2012; Greiving, 2018)*. Wiewohl der Begriff in aller Munde ist, herrschen Auffassungsunterschiede darüber, was er beschreibt. Das ist auf seine Verwendung und Entwicklung in weitgehend getrennt voneinander agierenden Wissenschafts- und Praxisdisziplinen zurückzuführen. In der Stadt- und Regionalentwicklung, wo diese vielfältigen Perspektiven im Governanceprozess regelmäßig aufeinandertreffen, werden diese Unterschiede deutlich und münden mitunter in nicht unwesentlichen Zielkonflikten, etwa zwischen Redundanz und Leistbarkeit, oder Sicherheit und Flexibilität.

Eine grundlegende Unterscheidung betrifft das **Untersuchungsobjekt** *(Martin-Breen & Anderies, 2011)*. Interessiert sich die Resilienzforschung in der Tradition der Psychologie für das Individuum und seine Fähigkeit mit persönlichen Krisen umzugehen, blickt die systemtheoretisch fundierte Resilienzforschung vor allem auf die Fertigkeit **komplexer Systeme**, mit Schocks und Krisen umzugehen. Der **Systembegriff** spielt in dieser Denkschule also eine zentrale Rolle und lässt die Unterschiede zwischen verschiedenen Resilienz-Interpretationen deutlich werden *(vgl. hierzu Davoudi, 2012; Greiving, 2018; Martin-Breen & Anderies, 2011; Sharifi & Yamagata, 2016)*.[1]

Der ingenieurswissenschaftliche Zugang richtet seinen Blick vorwiegend auf technische Infrastruktursysteme und interpretiert diese als verhältnismäßig rigide Anordnungen von Entitäten, über deren Funktionalität und Logik der Interaktion umfassendes Wissen herrscht. Primäres Ziel im Sinne der Resilienz ist die Erhöhung der **Widerstandsfähigkeit** gegenüber kurzfristigen, nicht vorhersagbaren externen Eingriffen. Nach einem Schock soll der Ausgangs- oder Gleichgewichtszustand des Systems schnellstmöglich wiederhergestellt werden (z.B. die Energieversorgung nach einem Blackout). Anders ist dies in der ökologischen Perspektive. Hier wird, mit besonderem Blick auf Ökosysteme, von anpassungsfähigen Systemen

[1] Ein System beschreibt eine klar abgegrenzte Anordnung von (physischen oder nicht-physischen) Entitäten, die miteinander in wechselseitiger Beziehung stehen. Die einzelnen Entitäten verfügen über bestimmte Eigenschaften, die ihre Rolle oder Funktion im System begründen und Einfluss auf die Qualität der Wechselbeziehungen zu den anderen Systementitäten hat. Aus diesem Umstand folgt eine gewisse Logik der Interaktion zwischen den Entitäten und somit eine gewisse Plan- oder Vorhersagbarkeit der Auswirkung gezielter oder zufälliger Eingriffe (z.B. die Auswirkungen der Veränderung einer Ampelschaltung auf das Verkehrsgeschehen). Dem System wird also eine Form von Regelhaftigkeit und gleichzeitig von Veränderlichkeit unterstellt.

ausgegangen, deren innere Logik nicht vollständig erklärbar oder vorhersagbar ist. Sie reagieren **eigenständig** auf Schocks und können einen neuen, an die veränderten Umweltbedingungen angepassten Systemzustand bilden (z.B. eine Vogelpopulation nach einem Waldbrand). Neben der Widerstandsfähigkeit sind also **Anpassungs- und Lernfähigkeit** relevante Kapazitäten, die im Blick der ökologisch orientierten Resilienzforscher*innen stehen *(Wittmayer & Hölscher, 2017)*.

Der evolutionäre Zugang bringt vor allem eine wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Weltsicht ein. Hier liegt der Fokus auf transformationsfähigen Systemen, deren Funktionsweisen sich grundlegend verändern können. Im Unterschied zur ökologischen Perspektive sind neben externen Schocks auch Krisen „von innen" möglich, die einen Systemwandel herbeiführen. Der Begriff „evolutionär" verweist dabei auf die Pfadabhängigkeit in der Transformationsfähigkeit von Systemen, wonach die bisherige Entwicklung die möglichen Zukunftspfade maßgeblich bedingt. Insbesondere strukturelle, institutionelle oder kulturelle Vorbedingungen erschweren somit ein Ausbrechen aus diesen Pfaden (z.B. die tradierte Wohnform des freistehenden Einfamilienhauses als Treiber der Bodenversiegelung). Wesentliches Augenmerk wird daher zusätzlich auf die **Steuerungsfähigkeit**, d.h., die aktive, willentliche (Um)Gestaltung dieser Systeme, gerichtet *(Sharifi & Yamagata, 2018)*.

2.2 *Wichtige Punkte des aktuellen Resilienzdiskurses*

Nach *Davoudi (2012)* sind im Wesentlichen drei unterschiedliche Verständnisse zu unterscheiden:

- die „technische Resilienz", worunter die Belastbarkeit von Materialien oder Systemen zu verstehen ist, und insbesondere nach deren Grenzen bzw. nach der Geschwindigkeit des Zurückkommens zum ursprünglichen Zustand gefragt wird;
- die „ökologische Resilienz", unter der vor allem die Belastbarkeit von Systemen bzw. der Spielraum zu verstehen ist, in neue Bedingungen überzugehen, ohne das Gleichgewicht zu verlieren, und damit primär nach kritischen Werten und ‚thresholds' gefragt wird;
- die „evolutionäre Resilienz", welche das Hauptaugenmerk weniger auf die Belastbarkeit und Bedingungen des Zurückspringens im Auge hat, sondern sich vielmehr darauf konzentriert, wie die Anpassungsfähigkeit gegenüber potentiellen Impakts gestärkt werden kann, und somit nach einer geeigneten Kapazität für Anpassungs- und Steuerungsprozesse an neue Bedingungen fragt. Da hier die Mensch-Umwelt-Beziehung explizit im Vordergrund steht, sprechen wir in der Folge von „sozial-ökologischer Resilienz".

Tab. 1: Typen von Resilienz

Typen von Resilienz
technische
ökologische
sozial-ökologische oder evolutionäre

Stadtregionen zeichnen sich durch das Zusammenkommen verschiedener Systeme aus, wobei sich die Funktionen und Dienste, die solche Systeme leisten, wechselseitig beeinflussen und damit wesentlich auf Lebensqualität und Gesundheit der Bevölkerung in einer Stadtregion Einfluss haben. Resilienz in der stadtregionalen Entwicklung ist daher insbesondere dann gefragt, wenn es durch Veränderung externer Bedingungen (z.B. durch Klimawandel oder Pandemie) zu Impakts auf solche IS-Systeme kommt, die schockartig eintreten und nach Anpassung verlangen. Die Frage nach der Bedeutung von Stadt und Region für den Klimawandel beschäftigt die Forschung aber schon seit längerem. Während die Nachhaltigkeitsdebatte und -forschung schon spätestens mit dem Bericht (*Grenzen des Wachstums*) von *M. Meadows (1973)* ihren Beginn hatte und schließlich mit dem *Brundtland-Report (1992)* an Intensität und Umfang zulegte, gewann die Resilienzdebatte und -forschung bezüglich Klimawandel (und jüngst bezüglich COVID-19) erst seit Beginn der 2000er Jahre zunehmend Aufmerksamkeit. Berichte der *WHO (2003)* zu Klimawandel und Gesundheit und des *IPCC (2008)* zur Frage des anthropogenen Einflusses auf den Klimawandel brachten zunehmende Evidenz in das Mensch-Umwelt-System. Nicht zuletzt brachten die SDGs

(Sustainable Development Goals, insbesondere Ziel 11), eine klare Aufforderung, dass sich Städte nachhaltig und resilient entwickeln sollen. Politisch-strategische Debatten und auch Forschungsbemühungen zur resilienten stadtregionalen Entwicklung konzentrieren sich somit nach *Meerow et al. (2016)* auf die Fähigkeit zur Anpassung an geänderte Bedingungen: *„… resilience refers to the ability of an urban [regional] ... system and all its constituent socio-ecological and socio-technical networks across temporal and spatial scales to maintain or rapidly return to desired functions in the face of a disturbance, to adapt to change, and to quickly transform systems that limit current or future adaptive capacity."*

Ausgangspunkt der Überlegungen zur Stärkung der Resilienz ist dabei die „Verletzlichkeit/Verletzbarkeit" (Vulnerabilität) von Städten und Regionen in ihren jeweiligen (Infrastruktur-)Systemen sowie in der Einschätzung des Gefahrenrisikos angesichts bestimmter zu erwartender aber nur schwer vorzeitig abschätzbaren Impakts. Dementsprechend liegt das Bemühen in der Präzisierung von lokaler Vulnerabilität in Form des Zusammenhangs von Exposure (Grad des Ausgesetztseins) und der Sensitivität (Ausmaß der Belastbarkeit). Dieser Sichtweise folgen zahlreiche empirische Ansätze *(vgl. z.B. BM für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017)*, die auf meist präventive (Schutz-)Maßnahmen im integralen Gefahrenmanagement. Hierzu gewinnen spezifische planerische Strategien, Instrumente und Verfahren der Risikovorsorge zunehmend Bedeutung *(Greiving, 2018; Kanonier, et al., 2018)*.

Diesem Ansatzpunkt, dem die Idee der Prävention und Risikominimierung zugrunde liegt, steht der Ansatz zur Stärkung der adaptiven Kapazität (Anpassungskapazität) gegenüber. Ausgehend von der Annahme, dass Prävention von Impakts auf bestehende Systeme wegen großer Unwissenheit über zukünftige Ereignisse ein kaum zu überwindendes, immanentes Problem darstellt, wird die Stärkung der Anpassungsfähigkeit bzw. entsprechender Kapazitäten betont. Damit rücken nach *Davoudi et al. (2013)* die Fragen nach dem Vorbereitet-Sein auf Basis von Lernprozessen und Kreativität, der Robustheit und Innovation sowie der Flexibilität in den Vordergrund. Ansätze zur Stärkung der resilienten Stadt- und Regionalentwicklung in einer sozial-ökologischen Perspektive sollten daher Defizite in bestehenden Mensch-Umwelt-Systemen erkennen und beseitigen sowie gleichzeitig so flexibel und kreativ sein, dass sie auch zukünftigen Herausforderungen möglichst gut begegnen können. Daran ist deutlich erkennbar, dass insbesondere Ansätze im sozial-ökologischen Verständnis das Ziel nachhaltiger Entwicklung stärken, was hingegen bei oft technischem Verständnis der Risikoprävention durch Maßnahmen zur raschen Rückkehr zum Ausgangszustand – und damit großer Pfadabhängigkeit – nicht der Fall sein muss.

Dieser Zusammenhang – aus Impakt und jeweiliger Anpassung an neue Bedingungen – stellt einen Prozess dar: Ausgehend von der faktischen Vulnerabilität eines Ortes, einer Bevölkerungsgruppe, eines IS-Systems sollten Lern- und Entscheidungsprozesse stattfinden, die schlussendlich Anpassungsprozesse gewährleisten, welche ihrerseits wieder die Fähigkeit und Kapazität gegenüber zukünftigen Herausforderungen stärken. Eine Abbildung aus dem Projekt *ENSURE (2010)* zeigt die Abhängigkeiten in der Abfolge von Impakt bis zur Transformation eines Systems deutlich auf: Je besser Impakts aus dem Klimawandel erkannt werden, desto eher kann die Vulnerabilität eingegrenzt werden; Je besser sich Systeme als anpassungsfähig erweisen, desto leichter sind Transformationsprozesse an neue Bedingungen möglich bzw. das Schadensausmaß leichter zu begrenzen. Das politisch-strategische Dilemma besteht jedoch heute mehr denn je darin, dass die Art und Intensität von Impakts auf regionaler und lokaler Ebene nur sehr begrenzt erkennbar sind und daher die Anpassungsfähigkeit von IS-Systemen auf dem Prüfstand steht und sich unbekannten Belastungen gegenübersieht. Je geringer somit die Anpassungsfähigkeit und entsprechende Kapazitäten sind, umso weniger können Transformationsprozesse gesteuert werden. In einer rekursiven Schleife über die Zeit kommt es daher umso stärker zum ungewollten Verlust von IS-Systemen oder von deren Funktionen, welche ihrerseits negative Auswirkungen auf andere Systeme oder auf die exogenen Kräfte nehmen können, sodass zukünftig resiliente Entwicklung gefährdet ist. Die Vulnerabilität bzw. die bislang unzureichende Anpassung von Gemeinden und Städten mit ihren IS-Systemen durch

bislang unbekannten Starkregen wird derzeit in dramatischer Weise entlang von Flusslandschaften in den deutschen Bundesländern Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen sowie im Süden von Belgien demonstriert.

Dieses politisch-strategische Dilemma, dem Politik und Planung nicht nur in Österreich mit

(1) Notfallmanagement kritischer Infrastrukturen,
(2) präventiven Maßnahmen und
(3) Verbesserung der Anpassungsfähigkeit

begegnen sollte, wird in dieser Arbeit behandelt, indem Anforderungen an Forschung und Praxis und schließlich Empfehlungen zur zukünftigen Resilienzforschung herausgearbeitet werden.

2.3 *Resilienz als normative Größe: eine Inhaltsanalyse ausgewählter Strategiedokumente*

Resilienz wird angesichts drastischer Entwicklungsherausforderungen und der schwieriger werdenden Prognostizierbarkeit von Entwicklungspfaden als zunehmend wichtige Anforderung an eine zukunftsfähige stadtregionale Entwicklung erachtet *(Eraydin, 2013; Greiving, 2018)*. Ziel ist die Reduktion der Verletzlichkeit urbaner Systeme - technisch, sozial, ökologisch, ökonomisch, institutionell - gegenüber Schocks und Krisen. Ging es dabei bislang meist um die Risikominimierung gegenüber (Natur-)Katastrophen[2] *(vgl. u.a. UNDDR, 2019)*, so wird vor allem die Anpassungsfähigkeit an Krisen und die mit ihnen verbundenen, unvorhersehbaren entwicklungsverändernden Einflüsse zur immer wichtigeren Zielgröße *(Tasan-Kok et al., 2013; Greiving, 2018)*.

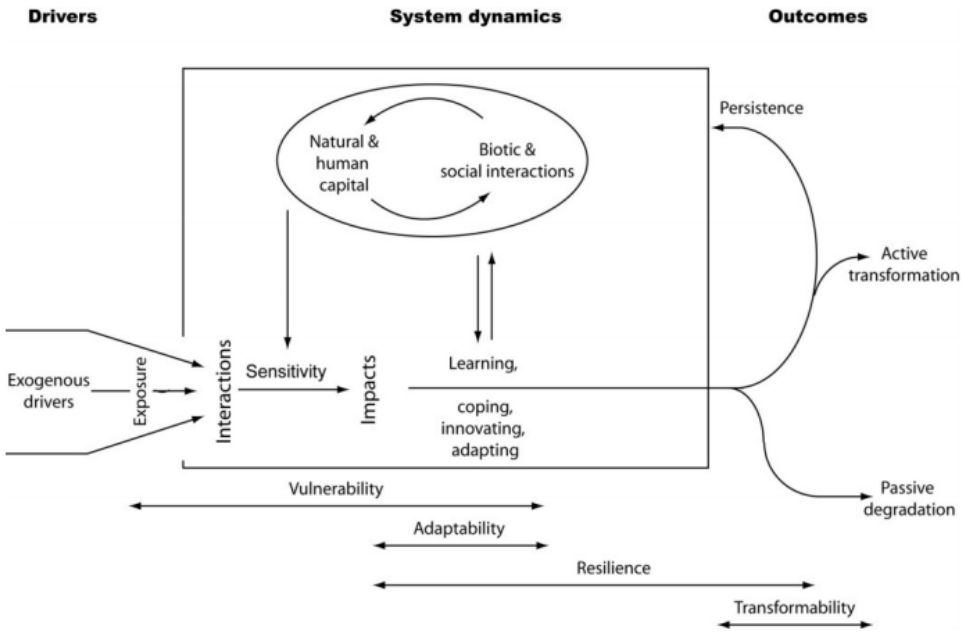


Abb. 3: Vulnerabilität und Resilienz als dynamischer rekursiver Prozess;

[2] Vgl. hierzu im Englischen den Begriff Disaster Risk Management (DRM).

Allein aufgrund des unterschiedlichen Verständnisses des Resilienzbegriffs in den relevanten Wissenschaftsdisziplinen und Praxisbereichen gestaltet sich die Entwicklung des Wissens und der Werkzeuge für eine erhöhte Resilienz urbaner Systeme jedoch schwierig. Diesem Umstand widmet sich das Forschungsprojekt RESIST. Die nächsten Kapitel beschreiben (Task 2.2 gemäß Antrag) die Inhaltsanalyse ausgewählter Strategiedokumente zur Entwicklung kritischer Infrastruktursysteme in Österreich. Damit werden mehrere Ziele verfolgt:

- Die Analyse gibt einen Überblick, inwieweit das Resilienzkonzept im strategischen Diskurs zur räumlichen und infrastrukturellen Entwicklung Österreichs schon implizit und explizit Anwendung findet.

- Die Inhaltsanalyse zeigt außerdem, auf welchen Resilienzverständnissen die Entwicklung kritischer Infrastrukturen aufbaut, welche Governance-Ebenen, Akteur*innen und sektoralen Politikbereiche zentral sind und wie sich diese Konstellation in jüngster Zeit verändert hat.

Die dahinterstehende Frage lautet also, **inwieweit die Idee resilienter, insbesondere adaptiver Systeme bereits in Entwicklungsleitlinien und (politische) Handlungskonzepte in Österreich Eingang gefunden hat, welches Resilienzverständnis sich dahinter verbirgt und welche Problemaufrisse konstruiert bzw. thematischen Zusammenhänge hergestellt werden?** Die Erkenntnisse dienen einerseits der Reflexion der bisherigen Entwicklung des politisch-strategischen Resilienzdiskurses in Österreich, andererseits dem Aufzeigen von Schwerpunktsetzungen und Lücken in der Entwicklung relevanter Wissensbestände und Werkzeuge zur Erhöhung der adaptiven Kapazität kritischer Infrastrukturen in Österreich. Damit wird eine wichtige Vorarbeit für den Austausch mit Expert*innen in den nachfolgenden Projektschritten geleistet.

2.3.1 *Methodische Vorgehensweise*

Zur Umsetzung der Analyse wurde ein inhaltsanalytisches Vorgehen gewählt, das in seinem Diskurs- und Wissensverständnis auf der in der deutschsprachigen humangeographischen Diskursforschung etablierten Hermeneutischen Diskursanalyse fußt *(vgl. u.a. Mattissek & Reuber, 2004)*. Sie stellt eine besondere Form der qualitativen Inhaltsanalyse dar, die sich in der Konzeption am hermeneutischen Zirkel orientiert und somit insbesondere in der Ergebnisinterpretation bezüglich bestimmter Wissensordnungen einen iterativen Zugang erforderlich macht, der die erschlossenen Inhalte in einen größeren Diskurs- und Wissenskontext zu stellen vermag *(ebd.)*. Im Sinne der in der hermeneutischen Diskursanalyse vorgeschlagenen Chronologie der Arbeitsschritte wurde die Inhaltsanalyse wie folgt vorgenommen:

Am Beginn stand die **Erschließung des Diskursfeldes**. Dieser Schritt diente dazu, einen Überblick über die zeitliche Ausdehnung und inhaltliche Dichte des Resilienzdiskurses im Kontext der kritischen Infrastrukturentwicklung in Österreich zu erlangen und entsprechend erste Eingrenzungen hinsichtlich des später zu bearbeitenden empirischen Materials zu machen. Dabei wurde festgelegt, dass der Analysezeitraum die Jahre 2010 bis 2020 umfassen soll.

Auf dieser Grundlage erfolgte eine Sammlung von als potentiell relevant erachteten Textdokumenten mittels Google Search.[3] Dabei wurde nach mehreren Begriffen, die sich aus dem in Task 2.1 entwickelten Glossar bzw. der weiterführenden Literatur als Kernbegriffe ableiten ließen, gesucht. (siehe hierzu *Anhang 2.1: Google Search Strings zur Erschließung der Dokumente*) Die Search Strings bildeten sowohl einzelne Begriffe als auch logische Begriffskombinationen und wurden, wo sinnvoll, regional auf österreichische Websites eingegrenzt. Zusätzlich wurden die

[3] Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass ausschließlich öffentlich zugängliche Dokumente in die Inhaltsanalyse Eingang gefunden haben.

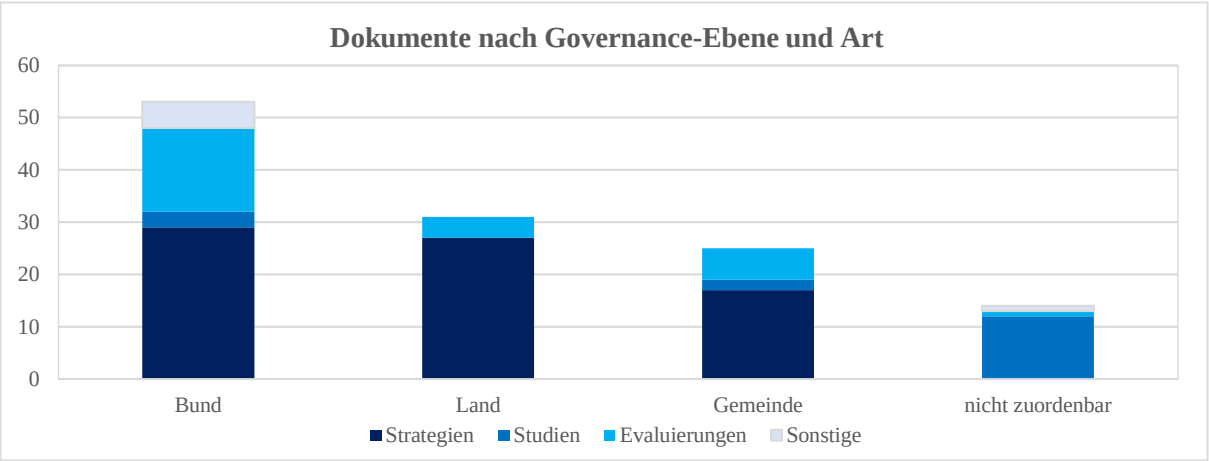


Abb. 4: Dokumente der Inhaltsanalyse nach politischer Steuerungsebene und Art des Dokuments (eigene Darstellung)

Websites österreichischer Verwaltungs- und Regierungsinstitutionen top-down, d.h. von der ministeriellen Ebene des Bundes abwärts bis zu ausgewählten Stadtgemeinden nach Dokumenten durchsucht, die die Begriffe **Resilienz, kritische Infrastruktur oder Vulnerabilität** enthalten. Abschließend wurden zentrale Verweisdokumente gezielt auf ihre Relevanz überprüft und gegebenenfalls ergänzt. Sohin wurden 123 Dokumente als relevant für die Inhaltsanalyse ausgewählt. (siehe Anhang 2.1 & 2.2)

In der **Grobanalyse** wurde der Textkorpus vorerst systematisch analysiert, um einen Überblick über die Charakteristik der Dokumente hinsichtlich ihres Erscheinungsjahrs, der Autor*innen, der Textsorte, sowie der Zielgruppe(n) und des institutionellen Kontexts zu erhalten. Anschließend erfolgte mit der **Feinanalyse** ein iterativer Analyseprozess, mit dem sich zusätzliche Variablen ableiten bzw. erste Erkenntnisse hinsichtlich der Struktur des Diskurses abstrahieren ließen. Damit wurden insbesondere Aussagen zum Vorkommen bestimmter Definitionen, Konzepte und inhaltlicher Schwerpunkte, sowie der zeitlichen Entwicklung des Diskurses möglich. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Grob- und Feinanalyse detailliert dargestellt.

2.3.2 *Überblick über den strategischen Resilienzdiskurs*

Insgesamt wurden 123 Strategiedokumente zur Resilienz kritischer Infrastrukturen in Österreich aus dem Zeitraum 2010-2021 für die Analyse ausgewählt.[4] Vier Arten von Texten wurden untersucht *(vgl. Abb. 4)*:

- **Strategien:** Normative Konzept-, Programm- und Plandokumente, in denen Politik und Verwaltung Maßnahmen für die zukünftige Entwicklung formulieren (z.B. Stadtentwicklungspläne).
- **Studien:** Wissenschaftliche Papiere von Fachexpert*innen, die im Rahmen der Forschungsförderung oder von öffentlichen Aufträgen Ein- und Ausblicke zur Materie geben.

[4] Zur in Erarbeitung befindlichen Österreichischen Resilienzstrategie lagen zum Zeitpunkt der Berichtslegung noch keine Informationen vor.

» **Evaluierungen:** Thematisch fokussierte Berichte zur Evaluierung des Status Quo in Österreich und/oder des Fortschritts von in Strategien formulierten Zielvorgaben.

» **Sonstige:** Bspw. an bestimmte Stakeholdergruppen gerichtete Materialien der Wissensvermittlung.

Im Überblick zeigt sich ein deutlicher Überhang an Strategien bzw. Evaluierungen und eine abnehmende Zahl an relevanten Texten von der Bundes- zur kommunalen Ebene (insgesamt 43% der relevanten Dokumente des Textkorpus sind auf der politischen Steuerungsebene des Bundes angesiedelt).[5] Dies erscheint aus mindestens zwei Gründen wenig überraschend. Einerseits ist der Resilienzdiskurs in der österreichischen Politiklandschaft bisweilen noch als eher neu einzustufen. Daher finden sich im politischen Steuerungs- und Entwicklungsdiskurs der letzten zehn Jahre auch vorwiegend auf übergeordneter strategischer Ebene relevante Aussagen zum Thema. Zweitens ist es dem Themenbereich der kritischen Infrastruktursysteme und der Verfasstheit dieser Materie in Österreich geschuldet, dass den Institutionen des Bundes eine besondere Verantwortlichkeit zukommt, in dieser Thematik eine klare Position zu beziehen, Einschätzungen abzugeben und Entwicklungsvorgaben zu machen.

Der Überblick über die zeitliche Entwicklung des Resilienzdiskurses in Österreich zeichnet ein ähnlich klares Bild. Anhand des Erscheinungsjahrs der ausgewählten Dokumente lässt sich eindeutig erkennen, wie die Auseinandersetzung mit dem Thema in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen hat.[6] Ein erster Trend in diese Richtung zeichnet sich bereits 2013 ab. In den fünf Folgejahren erscheinen durchschnittlich etwa zehn politikrelevante Dokumente jährlich, die mit eindeutigen Referenzen auf das Thema aufwarten. Besonders die Jahre 2019 und 2020 stechen jedoch noch einmal deutlicher hervor und verweisen damit auf die aktuelle Konjunktur der Resilienzdebatte – vor allem im Kontext von Klimawandel und COVID-Pandemie *(vgl. Abb. 5)*.

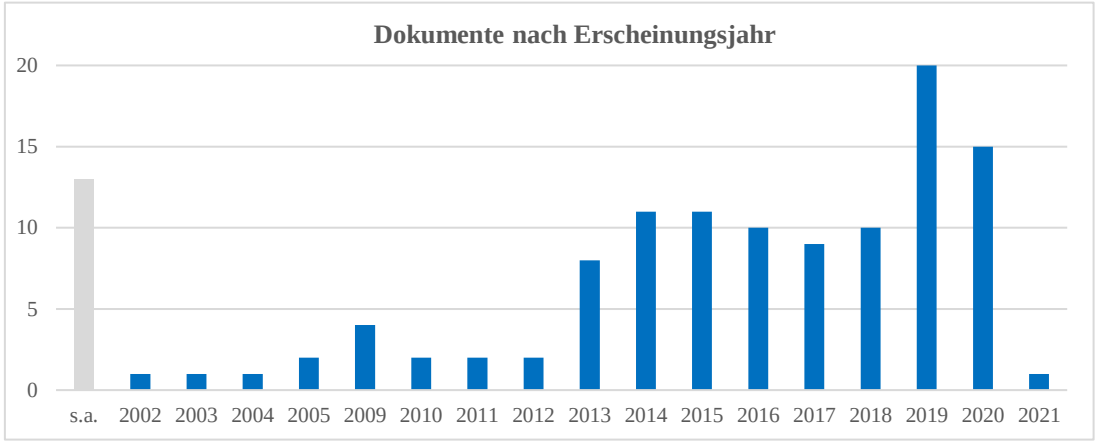


Abb. 5: Die Dokumente des Textkorpus sortiert nach ihrem Erscheinungsjahr (eigene Darstellung)

[5] Dokumente die Bundeshauptstadt Wien betreffend wurden der Kategorie „Gemeinde“ hinzugezählt.

[6] Insgesamt 13 Dokumente sind zeitlich nicht eindeutig zuordenbar und wurden deshalb in der Abbildung auch gesondert dargestellt.

Ein weiterer Aspekt der Grobanalyse betraf die vorwiegende inhaltliche Ausrichtung der Dokumente. Im Zentrum stand dabei die Frage, welche sektoralen Politiken und Infrastrukturbereiche im Kontext des Resilienzdiskurses am häufigsten thematisiert werden. Für die Auswertung wurden artverwandte Themenfelder miteinander verknüpft. Eine eigene Kategorie wurde aus den querschnittsorientierten Dokumenten gebildet. Diese umfasst insbesondere Entwicklungspläne auf Landes- und Gemeindeebene mit Schwerpunkt Raumordnung und Smart City. Diese Gruppe stellt neben dem Konglomerat Klima-, Natur- und Umweltschutz und Klimawandelanpassung auch mit deutlichem Abstand die größte Gruppe dar. Das ist einerseits dem Umstand geschuldet, dass (räumliche) Entwicklungspläne in Österreich in kleinerem Maßstab von der Landesebene abwärts und damit per se in größerer Zahl erstellt werden als etwa (allgemeine) Strategien zur Öko- oder Energiesystementwicklung in Österreich. Zum anderen zeigt sich darin aber, welch hohe Relevanz der Resilienzbegriff bereits für die strategische Ausrichtung stadtregionaler Entwicklungskonzepte hat. Weitere Handlungsfelder, die sich häufiger wiederfinden, sind zudem der Bereich der Energiesysteme, Sicherheitspolitik und Katastrophenschutz, Stoffkreisläufe bzw. Rohstoff- und Ernährungssicherheit, sowie der Bereich der IKT. Nur wenige Dokumente widmen sich dezidiert Gesundheits-, Verkehrs- oder grüner Infrastruktur. Diese Felder werden zumeist von den querschnittsorientierten Dokumenten aufgegriffen und daher kaum gesondert auf übergeordneter Ebene diskutiert *(vgl. Abb. 6)*.

Auf allen politischen Steuerungsebenen spielen Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsstrategien eine zentrale Rolle, insbesondere im Zusammenhang mit den Sustainable Development Goals (SDGs). Auf Bundes- und Länderebene lassen sich vorwiegend sektorale Politiken, insbesondere zur Entwicklung der Energiesysteme und der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) bzw. Digitalisierung finden. Auf Landes- und Gemeindeebene stehen Energieprogramme sowie Entwicklungspläne, die sektorale Themen mit räumlicher Entwicklung verknüpfen, im Vordergrund.

2.3.3 *Der strategische Diskurs zur Resilienz kritischer Infrastrukturen im Detail*

Zum Verständnis von Resilienz

Der Begriff **Resilienz** wird in 86 von 123 Dokumenten explizit an einer oder mehreren Stellen erwähnt. Eine Definition des Begriffs erfolgt aber nur bei einem sehr geringen Teil. Es fällt auf, dass Resilienz in vielen Dokumenten eingangs als allgemeine, nicht weiter

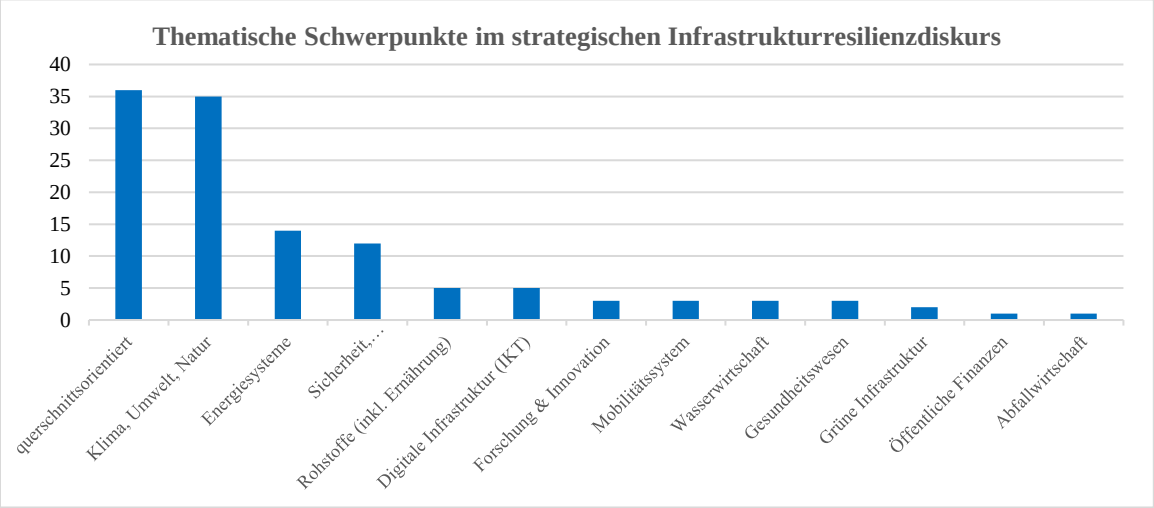


Abb. 6: Anzahl der Dokumente nach thematischem Schwerpunkt

fundierte Absichtserklärung, oder in einzelnen Maßnahmen als spezifische Anforderung an einzelne Infrastruktur- oder Ökosysteme genannt wird. So nennt zum Beispiel die *Langfriststrategie 2050 – Österreich* in Bezug auf das Pariser Klimaabkommen das Anpassungsziel: *„Die Fähigkeit zur Anpassung an die negativen Folgen des Klimawandels soll erhöht und* ***klimaresiliente*** *und emissionsarme Entwicklung gefördert werden." (Dok.-Nr. 81: 9ff, Hervorhebung durch die Autoren)* und erwähnt darüber hinaus Resilienz an sechs weiteren Stellen, ohne den Begriff und seine Bedeutung näher zu erläutern. *Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (Teil 1 – Kontext)* erklärt: *„Anpassungsaktivitäten zielen darauf ab, die Verwundbarkeit gegenüber der Klimaänderung zu reduzieren bzw. die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) zu erhöhen sowie mögliche Chancen durch veränderte klimatische Bedingungen zu nutzen." (Dok.-Nr. 59: 26, 138)*. Bei den Handlungsempfehlungen wird der Begriff aber nur noch im wirtschaftlichen Zusammenhang signifikant verwendet. Der *Digitale Aktionsplan Austria* nennt als Aktionsfeld überschriftenartig: *„Mehr Daten-Sicherheit und Resilienz für ganz Österreich" (Dok.-Nr. 100: 9)*. Eine Konzeptualisierung in Hinblick auf die Systemanalyse und Entwicklung entsprechender Maßnahmen für eine etwaige Steigerung der Resilienz lässt sich nur in den wissenschaftlichen Studien innerhalb des Textkorpus finden. Sofern überhaupt Definitionen erkennbar sind, lassen sich diese entlang thematischer Schwerpunkte unterscheiden:

» Ein Komplex aus Dokumenten zum staatlichen Sicherheits- und Katastrophenmanagement bezieht den Resilienzbegriff einerseits auf die **Prävention bzw. Robustheit kritischer Infrastrukturen**, primär gegenüber von Menschen verursachten Störungen, insbesondere auch in Bezug auf Cybersicherheit, andererseits auf **die Wiederherstellung staatlicher und gesellschaftlicher Funktionsfähigkeit im Allgemeinen**. Vulnerabilität wird hier vordergründig auf Katastrophen und kurzfristige Krisen bezogen, wie etwa die *Teilstrategie Innere Sicherheit* offenbart: *„Die Resilienz Österreichs, d.h. die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Staat und Gesellschaft nach Krisen, soll in einem gesamtstaatlichen Ansatz gesteigert werden."* An anderer Stelle heißt es: *„Zur Erhöhung der Resilienz Österreichs ist die Widerstandsfähigkeit des öffentlichen und privaten Sektors gegen natürliche oder vom Menschen verursachte Störungen und Katastrophen zu stärken." (Dok.-Nr. 38: 21f)*.

» In der Wasserwirtschaft dominiert ein ähnliches Verständnis, das die **Versorgungssicherheit** mit Trinkwasser und den Hochwasserschutz durch **präventive Maßnahmen** in den Fokus rückt – dazu etwa der *Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan: „Ein wesentliches Kennzeichen funktionsfähiger Ökosysteme ist die Fähigkeit, nach Überwindung vorübergehender Störungen ihre charakteristische Ausprägung wiederherzustellen (Resilienz). Extremereignisse spielen vermutlich eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und Erhaltung einer hohen Resilienz." (Dok.-Nr. 57: 63)*.

» Im Energiebereich ist ebenfalls die **Versorgungssicherheit** wichtigstes Thema. Resilienz wird auf die **Belastbarkeit** der Systeme bezogen, erhält im Kontext der Diskussion um die Dezentralisierung erneuerbarer Energiesysteme und den Einsatz smarter Technologien aber eine neue Bedeutung, bei der die **Anpassungsfähigkeit** ins Zentrum rückt. Die *Österreichische Klima- und Energiestrategie #mission2030* bringt dies deutlich zum Ausdruck, wenn sie die *„Systemintegration neuer Technologien für die Energiespeicherung und Flexibilisierung der Energieversorgungssysteme als wesentlicher Enabler für hohe Anteile erneuerbarer Energie bei gleichzeitiger Sicherstellung von Sicherheit und Resilienz" (Dok.-Nr. 67: 44)* benennt.

» Im Kontext der Klimawandelanpassung finden sich Bezüge auf verschiedene Sachbereiche. Im Unterschied zu den vorher genannten Resilienzinterpretationen lässt sich in diesen Dokumenten allerdings ein deutlich differenzierteres, panarchisches Verständnis erkennen. Demnach ist Resilienz die *„Fähigkeit eines Systems auf Störungen zu reagieren und dabei seine Struktur und Funktionen, die Fähigkeit zur Selbstorganisation und Anpassungsfähigkeit zu bewahren. Wird die Resilienz eines Systems überschritten ändert sich der Systemzustand." (Dok.-Nr. 40: 182).*

Zu den Begriffen Vulnerabilität und adaptive Kapazität

Der Diskurs um die Vulnerabilität von Infrastruktursystemen ist im Textkorpus insgesamt schwach ausgeprägt. Insbesondere im Kontext von als problematisch anerkannten Entwicklungsherausforderungen werden die erwarteten negativen Auswirkungen auf das jeweilige Infrastruktursystem jedoch thematisiert. Das gilt allen voran für den Klimawandel, der vielfach als Argument für „mehr Resilienz" angeführt wird. Mitunter werden dabei „schnelle" und „langsame" Variablen differenziert betrachtet. Eine eingehende Beschäftigung mit Interdependenzen erfolgt hingegen eher im territorialen als im zeitlichen Zusammenhang, wobei auch hier nur fallweise mit Risikoabschätzungen oder Szenarien *(vgl. Dok.-Nr. 41: 31ff)*, meistens aber mit (oberflächlichen) Einschätzungen operiert wird *(vgl. Dok.-Nr. 67: 18f)*. Das gilt etwa für die erwartete Bevölkerungsentwicklung, den steigenden Energieverbrauch und die Herausforderungen der Energiewende, sowie für wirtschaftliche Entwicklungen, denen eine erhöhte Bedeutung im Kontext der Systemverletzlichkeit beigemessen wird. Besonders umfassend und vielschichtig ist hingegen die Erkenntnis zu Vulnerabilitäten und Interdependenzen im *Österreichischen Sachstandsbericht Klimawandel 2014: „Die komplexen Auswirkungen des Klimawandels auf das Mensch-Umwelt-System können durch Vulnerabilität, Resilienz und Kapazität beschrieben werden. Aufgrund der Entkoppelung von Ursachen und Auswirkungen sowie der durch die nichtlinearen Interaktionen über räumliche und zeitliche Skalen hinweg entstehenden Komplexität ist zur Analyse von Klimafolgen ein systemischer Ansatz von Nöten" (Dok.-Nr. 25: 89)*. Generell werden spezifische Vulnerabilitäten eher in Studien als in Strategien betrachtet. Je konkreter der Untersuchungsgegenstand, desto ausführlicher ist auch die Auseinandersetzung mit den Verletzlichkeiten des jeweiligen Systems. So bietet beispielsweise die Studie *Nachhaltige Lebensmittelversorgung für die Gemeinschaftsverpflegung der Stadt Wien (Dok.-Nr. 54: 46ff)* eine vergleichsweise umfassende Analyse der Abhängigkeit und Verwundbarkeit des Ernährungssystems.

Der Aufbau von Anpassungskapazitäten wird je nach übergeordneter Thematik unterschiedlich ausgelegt. Monitoring und Anpassung der strategischen Maßnahmen und „Lernprozesse", interdisziplinäre, vernetzende Kooperation der Governance-Ebenen und Einbeziehung der Bürger*innen durch aktive Partizipation sowie Bewusstseinsbildung kommen häufig explizit zum Ausdruck. So wurde interessanterweise bereits im Jahr 2003 im *Salzburger Landesentwicklungsprogramm – Gesamtüberarbeitung 2003* erkannt: *„Naturgefahren sind als ganz entscheidende Rahmenbedingungen bei der Planung und beim Ausbau von Siedlungen und Infrastrukturen zu beachten. Im Umgang mit Naturgefahren gilt es sowohl die langjährigen Beobachtungen der Schadenswirkungen aber auch neue Erkenntnisse über die Gefahrenursachen in die Überarbeitungen oder Ergänzungen der Gefahrenzonenpläne einzubringen." (Dok.-Nr. 2: 123)* Der Umgang mit Unsicherheiten und Unvermeidbarkeiten, sowie die Beschreibung resilienter Infrastruktureigenschaften ist dagegen kaum ausgeprägt. Dass es in diesem Zusammenhang explizite Wissenslücken gibt, unterstreicht auch *Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel – Teil 2: Aktionsplan (Dok.-Nr. 60: 16): „Die Ergebnisse haben gezeigt, dass es bei allen Aktivitätsfeldern noch beträchtliche Wissensdefizite und Forschungsbedarf zur Vulnerabilität, insbesondere auf regionaler Ebene, gibt."*

Die Ausprägung des Resilienzdiskurses auf unterschiedlichen Steuerungsebenen

Auf Bundesebene sind neben den Klimawandelanpassungsstrategien und Programmen im sicherheitspolitischen Zusammenhang zwei Studien zur regionalen Resilienz aufgrund ihrer eingehenden Auseinandersetzung mit dem Resilienzkonzept hervorzuheben. Außerdem enthalten das Handbuch *Methoden zur Anpassung an den Klimawandel* und die *Agenda Stadtregionen* der ÖROK starke Bezüge zur Resilienz. Auf Landesebene gibt es kaum Dokumente, die Resilienz dezidiert diskutieren oder gar eigenständig konzeptualisieren. Zumeist wird stattdessen auf **übergeordnete Bezugsdokumente auf Bundesebene** verwiesen, die daher besonderes Gewicht erlangen. Auf Ebene der Gemeinden tut sich die Stadt Wien hervor. Mit dem *STEP 2025, den Smart City Wien Rahmenstrategien 2014* bzw. *2019-2050*, sowie der

Studie *Resilient Cities* gibt es eine Reihe an Dokumenten, die die Resilienz der stadtregionalen Entwicklung dezidiert thematisieren. Keiner Steuerungsebene eindeutig zuordenbar, aber dennoch relevant sind eine Reihe an wissenschaftlichen Papieren, die vom Klima- und Energiefonds (KLIEN) im Rahmen der Studie *„Räumliche & sektorale Bewertung der Energieresilienz zur Minimierung der Verwundbarkeit der Regionen 2020/2050“* gefördert wurden. Auch der Sachstandsbericht des *Austrian Panel on Climate Change (APCC)* enthält wichtige Bezüge zur Entwicklung von Resilienz und ist außerdem eines der wenigen Dokumente, das mit einer ausführlichen Vulnerabilitätsanalyse aufwarten kann.

*Die handelnden Akteur*innen in der resilienten Infrastrukturentwicklung*

Inwieweit die untersuchten Dokumente handlungsleitend sind, lässt sich auch über eine Betrachtung der darin angesprochenen Akteur*innen und Zielgruppen ablesen. Vor allem Leitfäden sind auf bestimmte Akteur*innengruppen ausgerichtet und sprechen im vorliegenden Fall häufig privatwirtschaftliche Unternehmen als Erbringer kritischer Infrastrukturleistungen an *(vgl. Dok.-Nr. 27, 31, 53 und 71)*. Andere Dokumente treffen diesbezüglich kaum konkrete Aussagen. Sie bewegen sich weitgehend auf einer abstrakteren Strategieebene, die Herausforderungen und Zielvorgaben allgemein benennt, ohne dabei Zielgruppen zu explizieren oder Stakeholder*innen(gruppen) herauszustreichen. Eine Ausnahme stellt wiederum *Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel – Teil 2: Aktionsplan (Dok.-Nr. 60)* dar, die bei konkreten Maßnahmen involvierte Akteur*innen für die Umsetzung anführt. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang auch die Studie *Risiko- und Krisenmanagement für die Ernährungsvorsorge in Österreich (Dok.-Nr. 41: 14ff)*, die sogar explizit Abhängigkeitsverhältnisse zwischen unterschiedlichen Akteur*innen anspricht. Der Großteil der Dokumente beschränkt sich jedoch darauf, eingangs den Bedarf von Kooperation unterschiedlicher Verwaltungsebenen bzw. Wirtschaftssektoren festzustellen oder relevante Akteur*innen als Zielgruppen des Dokuments aufzulisten, ohne jedoch später eine genauere Betrachtung der Einbeziehung und Rollenverteilung vorzunehmen. Allenfalls wird auf diese Notwendigkeit bei der Erarbeitung von Detailmaßnahmen hingewiesen, wie z.B. in *strategie niederösterreich – landesentwicklungskonzept: „Viele Akteure unterschiedlichster Art setzen raumwirksame Maßnahmen und wenden vielfältige Instrumente an. Die Konzepte zur Umsetzung bzw. Maßnahmenprogramme müssen diese Akteure gezielt ansprechen“ (Dok.-Nr. 3: 119)*. Dabei wird besonders häufig die Einbeziehung von Bürger*innen als wesentlich erachtet, wobei auch hier eine Konkretisierung fehlt. Hierin zeigt sich, dass der Resilienzdiskurs vielfach (noch) nicht jenen Grad an Konkretisierung erreicht hat, der mit der Entwicklung sektoral und räumlich spezifischer Maßnahmen einhergeht, die folglich konkrete Akteur*innen außerhalb der hoheitlich organisierten Infrastrukturbereiche anspricht.

Meilensteine in der Entwicklung des Resilienzdiskurses

Bereits ab den frühen 2000er Jahren lassen sich erste Aspekte von Resilienz im strategischen Diskurs erkennen. Dabei spielen aber vornehmlich der **Hochwasserschutz** und mögliche Anpassungsmaßnahmen zur Hochwasserprävention, Grundsätze der **Versorgungssicherheit**, die nachhaltige **Sicherung von Ökosystemen** und *Biodiversität*, sowie **kooperative und partizipative Planungsansätze** eine Rolle. 2006 und 2008 werden auf EU-Ebene wichtige Beschlüsse gefasst, die sich nachfolgend auf die Erstellung von Strategien in Österreich auswirken. Das betrifft zum einen das Europäische Programm zum Schutz kritischer Infrastrukturen (EPCIP), sowie zum anderen das Grünbuch bzw. in weiterer Folge das Weißbuch zur Anpassung an den Klimawandel. Mit Bezug auf das Grün- bzw. Weißbuch wird 2012 eine österreichische Klimawandelanpassungsstrategie beschlossen, auf deren Grundlage einige Klimawandelanpassungsstrategien der Bundesländer und Städte aufgebaut werden. Daher stellt sie zusammen mit der aktualisierten Version der *Klimawandelanpassungsstrategie von 2017 (Dok.-Nr. 59 u. 60)* ein zentrales Dokument im Österreichischen

Diskurs dar – auch, weil in impliziter Weise einigen Aspekten des dort abgebildeten Resilienzverständnisses Rechnung getragen wird.

Ab 2010 werden vom österreichischen Bundeskanzleramt zwei Studien beauftragt, die sich eingehend mit der regionalen Resilienz beschäftigen und die den Resilienzbegriff wissenschaftlich aufarbeiten *(Dok.-Nr. 10 u. 11)*. **Diese eingehende Beschäftigung mit dem Resilienzprinzip lässt sich allerdings in nachfolgenden Dokumenten nicht mehr erkennen.** Ab 2013 entstehen aufbauend auf dem EPCIP und der damit in Zusammenhang stehenden *Strategie des SKKM (Dok.-Nr. 6)* mehrere Dokumente, die sich auf die Sicherheit, Cyber-Sicherheit und den Schutz kritischer Infrastrukturen beziehen *(Dok.-Nr. 16,17 u. 38)*. Ab etwa 2013 diversifiziert sich der Resilienzdiskurs einmal mehr und findet fortan zunehmend Verwendung in thematisch unterschiedlich ausgerichteten Strategiedokumenten. Schließlich wird, wenig überraschend, im strategischen Diskurs seit 2020 auch intensiv über Resilienz in Bezug auf die COVID-19 Pandemie diskutiert.

Die Einbettung der österreichischen Strategielandschaft in den internationalen Resilienzdiskurs

In der jüngsten Vergangenheit hat sich der internationale Diskurs zur Resilienz von Städten und Infrastrukturen rasant entwickelt und eine Vielzahl an Berichten und Strategien von Beratungsunternehmen, supranationalen Organisationen und philanthropischen Vereinigungen hervorgebracht. Wiewohl deren Analyse nicht im Kern des Forschungsinteresses dieses Projekts steht, zeigt sich, dass einige von ihnen eine wesentliche Referenz für nationale und subnationale Dokumente darstellen und somit diskursprägend für die österreichische Debatte zur Entwicklung resilienter Infrastrukturen sind. Die relevantesten sollen daher an dieser Stelle erwähnt werden.

Die Agenda 2030 der Vereinten Nationen ist in diesem Zusammenhang eine der am häufigsten erwähnten Strategien. Das ist nicht weiter verwunderlich. Schließlich behandeln viele der Dokumente des Textkorpus entweder direkt die SDGs, oder beziehen sich zumindest in Teilen auf diese. Auch das Pariser Klimaabkommen ist – wenig überraschend – hinsichtlich Klimaresilienz ein wichtiges Bezugsdokument. Des Weiteren werden die Rahmenwerke zu resilienten Städten von UN-HABITAT und UNDRR mehrfach erwähnt. Daneben spielen noch die Rahmenwerke der OECD und die Initiative „100 Resilient Cities“ der Rockefeller Foundation eine merkliche Rolle als Referenzen. Der 5. Sachstandsbericht zum Klimawandel des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ist ebenfalls in engerem Zusammenhang mit dem österreichischen Politikdiskurs zu sehen. Auf EU-Ebene sind das „Programm zum Schutz kritischer Infrastrukturen“ sowie das Grün- und das Weißbuch der EU zur Anpassung an den Klimawandel und in weiterer Folge die Klimawandelanpassungsstrategie der EU hervorzuheben.

2.3.4 Erkenntnisse

Der systematische Überblick über den Resilienzdiskurs offenbart bereits erste wichtige Erkenntnisse. Die Debatte um krisensichere, anpassungsfähige Infrastruktursysteme ist in Österreich aktueller denn je. Fast jedes dritte als relevant erachtete Dokument ist in den vergangenen zwei Jahren entstanden. Der Diskurs wird in Österreich vorwiegend auf Bundesebene determiniert. Die Entwicklung erfolgt dabei weitgehend top-down, d.h. wissenschaftliche Erkenntnisse und supranationale Zielsetzungen werden auf den nationalen Politikkontext heruntergebrochen, ehe sich der Diskurs anschließend sektoral und regional stärker ausdifferenziert. Dies kommt z.B. in der *Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (Teil1 – Kontext)* zum Ausdruck: *„In Österreich wird die Umsetzung der SDGs in den spezifischen Ministerien durch Integration in ressortspezifische Strategien und Programme erfolgen. Falls erforderlich, werden neue Aktionspläne und Maßnahmen unter Einbeziehung aller relevanten Akteurinnen und Akteuren ausgearbeitet“ (Dok.-Nr. 59: 19)*. Die thematische Breite ist groß und berührt nahezu alle Infrastrukturbereiche. Dennoch liegt das Hauptaugenmerk auf den Handlungsfeldern Energie, Klima und Umwelt. Eine Sonderstellung haben diesbezüglich Raumplanungskonzepte und Stadtentwicklungsstrategien, die eine dezidiert querschnittsorientierte Perspektive

einnehmen und sich damit auch ein wenig von der Logik der top-down-orientierten sektoralen Politiken abheben.

Die detaillierte Analyse des Textkorpus erlaubt noch weitere Einblicke. Historisch betrachtet sind Verweise auf das Konzept der Resilienz im politisch-strategischen Diskurs in Österreich am ehesten in Bezug auf den **Hochwasserschutz**, die **Trinkwasserversorgung** und den **Schutz von Wald- und Ökosystemen** erkennbar. Häufigster Bezugspunkt ist generell die **Versorgungssicherheit** in unterschiedlichen Sektoren. Auffallend oft wird Resilienz im Zusammenhang mit privatwirtschaftlichen Akteur*innen bzw. Individuen verwendet, teilweise auch vermischt mit anderen Zusammenhängen und ohne dabei eine klare Abgrenzung zu treffen. Somit entsteht insbesondere in vielen aktuellen Dokumenten der Eindruck, dass Resilienz eher die Funktion eines modischen Schlagworts denn eines normativ unterfütterten Konzepts erfüllt.

Bei der Benennung konkreter **Verletzlichkeiten** kommt am häufigsten die Anerkennung **multipler, interdependenter Variablen im Kontext des Klimawandels** zum Ausdruck. Eine spezifische Einschätzung sowohl der Exposition sowie der Sensitivität ist dabei aber äußerst selten zu finden. Eine Behandlung räumlicher und/oder zeitlicher Überlagerungen und Rückkopplungen wird nur schematisch durchgeführt. Geht es um die Bildung adaptiver Kapazitäten, überwiegt ein **technisch-präventives Verständnis**, insbesondere in jenen Dokumenten, die sektoral fokussiert sind. Der Umgang mit Unsicherheiten wird zwar teilweise als Herausforderung benannt, jedoch ist eine konsequente Umsetzung in Vorschläge zur Erhöhung der adaptiven Kapazität kaum erkennbar. Faktoren wie Redundanz, Dezentralität oder Diversität werden kaum explizit angesprochen und sind oft nur implizit durch die Strategie- bzw. Maßnahmenbündelung erkennbar. Das Bekenntnis zur Kooperation, Koproduktion und partizipativen Planung findet sich häufig als Leitprinzip, wird aber ebenso wenig durch konkrete Maßnahmen zur Änderung bestehender Kulturen, Instrumente oder Prozesse belgeitet. Speziell mit Blick auf die Studien zur regionalen Resilienz wird erkennbar, dass nach wie vor ein eher **konventionelles Planungsverständnis vorherrschend** ist.

Die **Anpassung** kritischer Infrastruktursysteme an die zu erwartenden **Herausforderungen des Klimawandels** (und nachrangig andere Krisen) wird häufig als zentrale Entwicklungsproblematik skizziert. Das Problembewusstsein ist jedoch insofern nicht handlungsleitend, als es (noch) nicht zur Übersetzung in eine konsequente Resilienzstrategie geführt hat. Ein Grund dafür kann darin gesucht werden, dass eine dezidierte Resilienzstrategie von Grund auf nach einem querschnittsorientierten, d.h., politikbereichsübergreifenden Ansatz verlangen würde. **Bisher verlaufen die unterschiedlichen Stränge des Resilienzdiskurses jedoch sehr stark entlang etablierter institutioneller Grenzen und Politikbereiche**, was die Entwicklung integraler Zielvorgaben im Rahmen einer umfassenden Strategie erschwert.

Hierin offenbart sich ein grundlegendes Dilemma. Der wissenschaftliche Diskurs zur (systemischen) Resilienz verlangt mehr denn je nach holistischen Ansätzen und integrierten Handlungsweisen in der Praxis stadtregionaler Entwicklung. Die dafür verantwortlichen Akteur*innen in Politik und Verwaltung sehen sich jedoch einer historisch gewachsenen, hierarchisch und sektoral getrennten Struktur von Organisationen und Instrumenten gegenüber, die einen querschnittsorientierten, bereichsübergreifenden Zugang nicht unbedingt erleichtern. Unter dem zunehmenden Druck der vergangenen Dekade, sich im eigenen Kompetenzbereich gegenüber dem Konzept zu öffnen, haben auf diese Weise verschiedene Resilienzverständnisse bzw. Bestandteile des Resilienzkonzepts in unterschiedlicher Tiefe und Detaillierung Eingang in den bestehenden strategischen Diskurs des jeweiligen Infrastrukturpolitikbereichs gefunden, was eine Reintegration in übergeordnete, gesamtheitliche Strategien noch einmal wesentlich erschwert.

2.4 *Erfahrungen und Erwartungen der Städte zu resilienter Entwicklung und kritischen Infrastrukturen*

Um einen ersten Einblick zu den Erfahrungen und Erwartungen in österreichischen Stadtregionen zu gewinnen, wurden Akteur*innen in solchen Städten und Gemeinden zu einer online-Befragung mit Hilfe des österreichischen Städtebundes eingeladen. Vor dem Hintergrund **Ihrer praktischen Erfahrung** standen **Fragen zu Problemen bei verschiedentsen Infrastrukturdiensten und** daraus entstehenden **Effekten auf die Lebensqualität** von Menschen. Diese Fragen sollten im Zusammenhang mit dem **Klimawandel und der COVID-19-Pandemie beantwortet werden, um** den **Umgang der Städte mit diesen veränderten Entwicklungsbedingungen zu erfassen** und um deren daraus entstehende **zukünftige Bedarfe** besser zu verstehen.

2.4.1 *Zur RESIST-Befragung ausgewählter Städte und Gemeinden in Österreich*

Aus der Gruppe von Städten und Gemeinden, die zu Österreichs Stadtregionen zählen, wurden dort tätige Personen – im Sinne von Akteur*innen in der Praxis – über einen entsprechenden Verteiler des Österreichischen Städtebundes angeschrieben. 29 AkteurInnen haben schlussendlich an der Befragung teilgenommen. Dies sind nun die wichtigsten Ergebnisse aus 29 beantworteten Fragebögen, deren gesamte Auswertung in *Anhang 2.3* eingesehen werden kann**.**

Grundlagen zum Sample

Von den 29 Personen, die den Fragebogen ausfüllten, sind knapp 80% in öffentlichen Ämtern (Regierung, Gemeinde- oder Stadtverwaltung) tätig, 5 Personen sind beruflich bei NGOs, NPOs, privaten Unternehmen oder anderwärtig beschäftigt. *(siehe F1a, im Anhang 2.3)* Die Mehrheit aller befragten Personen

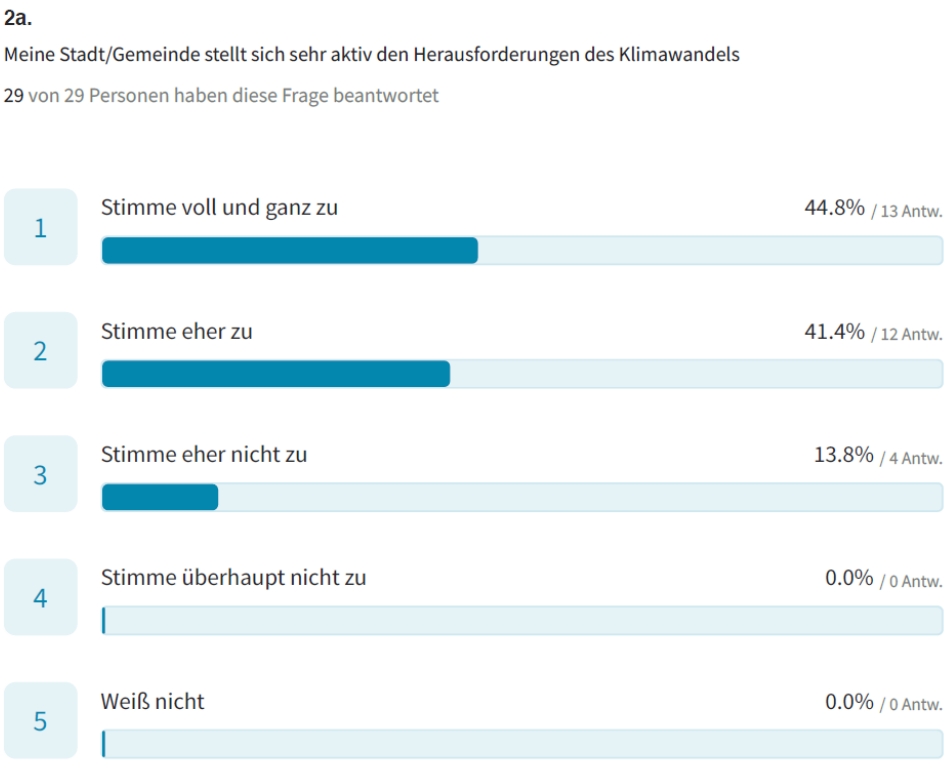


*Abb. 7: Umfrage Stakeholder*innen, F2a*

(82,8%) ist sowohl mit der Vorbereitung wie auch mit dem Treffen der Entscheidungen beruflich beschäftigt. Nur eine kleine Anzahl befragter Personen ist beruflich entweder mit der Vorbereitung oder mit dem Treffen von Entscheidungen befasst. *(F1d, im Anhang 2.3)* Niemand der befragten macht rein operative Tätigkeiten und nur eine Minderheit rein strategische Arbeit. Die meisten Personen (86,2%) üben sowohl strategische wie auch operative Tätigkeiten aus. *(F1e)* Die beruflichen inhaltlichen Schwerpunkte der befragten Personen konnten nur teilweise erfasst werden und verteilen sich auf verschiedene Infrastrukturbereiche, insbesondere auf Grüne IS, Kommunikations-IS, Transport-IS, Gebäude-IS und Soziale IS. *(F1f, Im Anhang 2.3)*

Kennzeichnung der Städte und Gemeinden im Sample

Mit 10 Antworten (etwa ein Drittel) kamen die meisten Informationen zu Städten in **Niederösterreich**; gefolgt von **Wien** mit 6 Antworten und mit absteigender Anzahl aus den Bundesländern **Steiermark, Oberösterreich, Tirol, Salzburg und Vorarlberg**; leider kamen keine Informationen aus dem Burgenland und aus Kärnten. *(F1b)* Ein etwas breiteres Bild kann auf Basis von 6 Antworten für die Hauptstadt Wien gezeichnet werden. Informationen zu den 4 Landeshauptstädten Graz, Linz, Salzburg und Innsbruck liegen mit jeweils 1 Antwort vor. Dies lässt darauf schließen, dass in den Bundesländern Niederösterreich (nicht nur aus der Landeshauptstadt), Steiermark, Oberösterreich und Tirol auch Informationen zu kleineren Städten vorliegen. Mit **10 Antworten** liegen die meisten Informationen **zu Städten und Gemeinden mit weniger als 20.000 Einwohnern** vor, aber auch in den Gruppen 20.000 bis 50.000 sowie bis 100.000 Einwohnern gibt es eine Reihe von Antworten. *(F1c)*

Gleichzeitig kommen Informationen nur zu knapp 28% aus Gemeinden und Städten, die zugleich aktives Mitglied einer Klimaanpassungsregion im Rahmen des KLAR!-Programms sind. *(F1g)* Dass die Mehrheit der Antworten (21) aus Gemeinden und Städten von außerhalb der Klimaanpassungsregionen kommt, ist nicht weiter überraschend, weil diese Regionen eher im ländlich strukturierten Raum liegen. Gleichzeitig zeigen aber die Antworten von den außerhalb dieser Regionen liegenden Gemeinden und Städten ein gewisses Interesse am Klimawandel und resilienter Entwicklung.

Städte und Gemeinden im Klimawandel

kritische Infrastruktur-Systeme

Wenig überraschend stimmt die **große Mehrheit** mit ca. 86% der Befragten eher oder voll zu, dass **sich ihre Stadt sehr aktiv den Herausforderungen des Klimawandels** stellt. Nur knapp 14% der Akteur*innen sehen dies eher so nicht. *(F2a)* Damit wird auch klar, dass **vor allem Information aus Gemeinden und Städten vorliegt, die sich aktiv mit dem Klimawandel** beschäftigen.

Es wird klar erwartet, dass der **Klimawandel sehr unterschiedliche Auswirkungen** in den Gemeinden und Städten haben wird. (F2b) Es wird evident, dass sehr viele AkteurInnen in den Städten **klar Auswirkungen durch saisonale Verschiebungen und Veränderungen in der Art von Niederschlägen, durch häufigeres Auftreten von schweren Hitzewellen oder Veränderungen von Frost-Tau-Zyklen** erwarten. Gleichzeitig sehen die meisten eher keine Auswirkungen durch häufige und schwere Stürme, durch häufigeres Auftreten und Schwere von Wasserknappheit, durch Klimaveränderungen verursachte Ereignisse wie Hangrutschungen oder Felsstürze. **Trotz der stark unterschiedlichen geographischen Bedingungen und dem sehr unterschiedlichen Risiko bestimmten Impakts ausgesetzt zu sein, überraschen die meist sehr hohen Zustimmungen bei den benannten erwartbaren Impakts.**

Die benannten Erwartungen lassen sich zum Teil über schon **derzeit betroffene oder zukünftig Infrastruktur-Systeme** verdeutlichen: *(F2c)* **Grün-IS, Gebäude-IS und Wasser-IS** werden als einigermaßen oder sehr stark betroffen eingeschätzt. **Notfallservices und öffentliche Gesundheitsversorgung** folgen knapp dahinter.

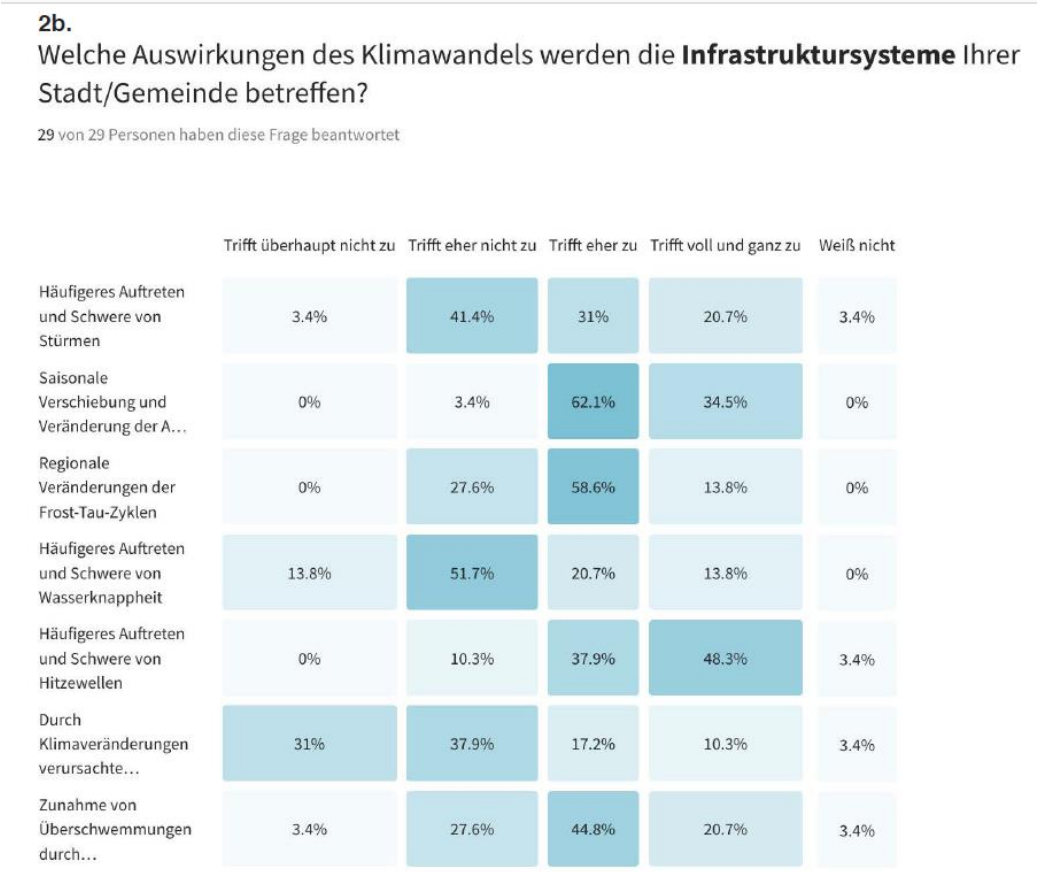


*Abb. 8: Umfrage Stakeholder*innen, F2b*

Hinsichtlich der sozialen Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebensqualität besteht klare Übereinstimmung *(F2d)*, dass **ältere Menschen und Obdachlose** am stärksten betroffen sind, und **generell benachteiligte Menschen** (geringes Einkommen, Behinderung oder geringer Sprachkenntnis) einigermaßen betroffen sind oder sein werden.

Schlussfolgerungen zu Klimawandel und kritische Infrastrukturen

Trotz der relativ kleinen Zahl an eingelangten Interviews wird deutlich, dass Städte und Gemeinden **deutliche Auswirkungen durch verschiedene Impakts des Klimawandels** erwarten. Einerseits werden **unterschiedliche Auswirkungen** erwartet, was mit dem **unterschiedlichen Ausgesetzt-Sein** aufgrund der sehr verschiedenen geographischen Bedingungen zu tun hat. Hochwasser oder Wasserknappheit werden derzeit nicht als vordringliches Problem in den hier erfassten Städten und Gemeinden gesehen.

Andererseits wird eher einheitlich - also **über die verschiedenen Städte hinweg** - mit **starken Auswirkungen durch Hitzewellen, saisonale Veränderungen in den Niederschlägen und Frost-Tau-Zyklen** befürchtet wird. Daraus begründen sich auch im Wesentlichen die **Erfahrungen und Einschätzungen zur Frage kritischer Infrastrukturen: Grüne IS, Gebäude-IS und Wasser-IS** werden als am ehesten gefährdet eingeschätzt.

Der Klimawandel wird nach Einschätzung der Akteur*innen aus der Praxis **vor allem für wirtschaftlich und sozial benachteiligte Gruppen stark negative Auswirkungen auf der Lebensqualität** haben, und somit sozial stark polarisierend wirken.

Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz gegenüber Klimawandel

Die AkteurInnen zeigen mit ihren Antworten, dass **ihre Städte schon bislang mannigfaltig aktiv geworden sind: Strategien und entsprechende Projekte** stehen mit über **80% an erster Stelle**, gefolgt von **Investitionen in die Grüne IS und Managementplänen für den Katastrophenschutz und dem Umweltmonitoring.** *(F4a)* Aber auch Pilotprojekte, Managementpläne für singulär auftretende Notfälle oder technische Investitionen liegen weit über der Hälfte aller Antworten. ‚Spezialisierte Arbeitsgruppen' und die ‚Zusammenarbeit auf stadtregionaler Ebene' werden in etwa von der Hälfte der Akteur*innen genannt, gefolgt von Studien zur Vulnerabilität. **Nachbarschaftsinitiativen und Selbstorganisation sowie partizipative Prozesse spielen in diesen Städten nur eine nachgeordnete Rolle.**

Angesichts des **Vulnerabilitätsrisikos in nächster Zukunft** kommt klar zum Ausdruck, dass insbesondere die **Gebäude-IS, die Grün-IS und die Energie-IS in weit über 50% der Antworten der größte Bedarf an neuen Strategien** gesehen wird. *(F4b)* Strategischer **Verbesserungsbedarf** wird zu gut einem Drittel der Antworten **ebenfalls bezüglich der Sozialen IS und der Wasser-IS** gesehen. Für alle weiteren IS-Systeme wird nur in geringem Ausmaß ein strategischer Verbesserungsbedarf gesehen, was wohl auf **bislang positive Erfahrungen (Gesundheits-IS, Transport-IS, Notfallservices, Kommunikations-IS, Abfallwirtschaft)** zurückzuführen ist. Angesichts des Vulnerabilitätsrisikos im Zuge des Klimawandels werden **Verbesserungen von organisatorischen und steuernden Prozessen** *(F4c)* insbesondere **für die Gebäude-IS und Transport-IS** von deutlich mehr als der Hälfte der Praxis-Akteur*innen genannt; gefolgt **Energie-IS**

4d.

Wie wichtig werden folgende **Prozesse** in Zukunft sein, um eine **Anpassung kritischer Infrastruktursysteme** in Ihrer Stadt/Gemeinde an die sich durch den Klimawandel verändernden Bedingungen zu ermöglichen?

29 von 29 Personen haben diese Frage beantwortet

	Überhaupt nicht wichtig	Wenig wichtig	Einigermaßen wichtig	Sehr wichtig	Kann ich nicht beurteilen
Mechanismen und Verfahren, um Vulnerabilitäten zu…	0%	6.9%	41.4%	51.7%	0%
Robuste Gestaltung, Notfallpläne, oder Maßnahmen zur…	0%	6.9%	27.6%	65.5%	0%
Redundante und diverse Möglichkeiten Infrastrukturleistun…	0%	13.8%	44.8%	41.4%	0%
Kontinuierliche und enge Zusammenarbeit…	0%	6.9%	34.5%	55.2%	3.4%
Dezentrale und modulare Ansätze von Infrastrukturmanagem	0%	20.7%	24.1%	48.3%	6.9%
Neues Wissen und neue Technologien nutzen	0%	10.3%	13.8%	72.4%	3.4%
Inklusive und partizipative Ansätze	0%	13.8%	41.4%	41.4%	3.4%

*Abb. 9: Umfrage Stakeholder*innen, F4d*

und Grün-IS mit Werten unter 50% . Relativ gering wird der Verbesserungsbedarf zu allen weiteren IS-Systemen eingeschätzt; die **Abfallwirtschaft** funktioniert offenbar **klaglos** in allen Städten.

Hinsichtlich der Anpassung der IS-Systeme an zukünftige Klimabedingungen werden **die meisten vorgeschlagenen Maßnahmen und Prozesse als einigermaßen oder sehr wichtig eingeschätzt;** nur **dezentrale und modulare Ansätze von IS-Management werden als Vorschlag deutlich weniger hoch** bewertet. *(F4d)* Auffallend ist allerdings, dass **‚neues Wissen und Technologien nutzen' und ‚robuste Gestaltung, Notfallpläne oder Maßnahmen zur Schadensbegrenzung bei IS-Systemen' von gut 2/3 der Praxis-AkteurInnen als sehr wichtig genannt.**

Schlussfolgerungen zu Maßnahmen die Resilienz stärken

Damit lässt sich allgemein festhalten, **dass bislang die Aktivitäten sehr deutlich auf strategischen Bemühungen/Aktivitäten** aufbauen, um gegen Impakts des Klimawandels gewappnet zu sein. Wenig überraschend konzentrieren sich die Städte zudem **sehr stark auf professionelle Managementkonzepte – insbesondere gestützt auf Monitoring und nur wenig auf partizipative, co-kreative Prozesse unter Einbindung lokaler Bevölkerung.**

Angesichts des Klimawandels und Vulnerabilitätsrisikos für die Städte und Gemeinden wird ein **vielfältiger Verbesserungsbedarf** gesehen, was die **Komplexität der Anforderungen** an Strategien und strategischen Maßnahmen deutlich unterstreicht. **Größter Bedarf** wird für die **Gebäude-IS, die Grün-IS sowie die Energie-IS** gesehen. Insbesondere **wird steuernder und organisatorischer Verbesserungsbedarf** wieder bezüglich der **Gebäude-IS und der Grün-IS**, aber auch bezüglich der **Transport-IS** betont. Mehrheitlich wird dabei auf **schon bislang bewährte Kooperation von Expert*innen und Managementsysteme (Notfälle) unter Verwendung von Monitoring** und nur in geringerem Ausmaß auf Partizipation vertraut. **Neuen Technologien und neuem aktuellen Wissen wird große Bedeutung** beigemessen.

Städte und Gemeinden in der COVID-19 Krise

Verfügbarkeit sozialer und gesundheitlicher Infrastruktur-Leistungen

Durch COVID-19 wird die **starke Betroffenheit bezüglich ‚Verfügbarkeit sozialer IS'** insbesondere bei **Kindern und Jugendlichen, älteren Menschen sowie bei chronisch Erkrankten** gesehen. *(F3a)* Als ‚eher betroffen' werden sehr verschiedene Gruppen oft genannt, was auf die breite Wirkung von COVID-19 direkt durch die gesundheitliche Gefährdung sowie auf die indirekten Wirkungen durch die verordneten Regelungen für Wirtschaft und Gesellschaft hindeutet. Insbesondre sozial benachteiligte Gruppen werden auch bezüglich COVID-19 als durchwegs betroffen eingeschätzt, was auch hier ähnlich zum Klimawandel den Eindruck der sozialen Polarisierung stärkt.

Durch COVID-19 wird **die starke Betroffenheit bezüglich ‚Verfügbarkeit gesundheitlicher IS' nur bei chronisch erkrankten Personen sowie älteren Menschen** gesehen. *(F3a)* Generell wird **eingeschränkte Verfügbarkeit für die meisten Sozialgruppen als nur gering eingeschätzt,** was auf die gute bis sehr gute Verfügbarkeit gesundheitlicher IS-Leistungen hindeutet. *(F3c)*

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die **Leistungen der Gesundheits-IS- offenbar deutlich besser verfügbar waren als jene der sozialen IS, und dass die Leistungen der Gesundheits-IS deutlich weniger sozial differenzierend wirkten.**

Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz gegenüber COVID-19

COVID-19 hat die Städte und Gemeinden aus der Sicht der Hälfte der befragten AkteurInnen dazu veranlasst, **vor allem spezialisierte Arbeitsgruppen, Strategien und Projekte sowie Monitoring**

5b.

Wie wichtig sind folgende Prozesse, um eine **Anpassung kritischer Infrastruktursysteme** in Ihrer Stadt/Gemeinde an die sich durch COVID-19 verändernden Bedingungen zu ermöglichen?

29 von 29 Personen haben diese Frage beantwortet

	Überhaupt nicht wichtig	Wenig wichtig	Einigermaßen wichtig	Sehr wichtig	Kann ich nicht beurteilen
Mechanismen und Verfahren, um Vulnerabilitäten zu…	0%	13.8%	27.6%	51.7%	6.9%
Robuste Gestaltung, Notfallpläne, oder Maßnahmen zur…	0%	13.8%	24.1%	55.2%	6.9%
Redundante Möglichkeiten Infrastrukturleistun…	3.4%	13.8%	48.3%	27.6%	6.9%
Kontinuierliche und enge Zusammenarbeit…	0%	10.3%	17.2%	62.1%	10.3%
Dezentrale und modulare Ansätze von Infrastrukturmanagem	3.4%	27.6%	34.5%	24.1%	10.3%
Neues Wissen und neue Technologien nutzen	3.4%	6.9%	24.1%	55.2%	10.3%
Inklusive und partizipative Ansätze	3.4%	20.7%	27.6%	37.9%	10.3%

*Abb. 10: Umfrage Stakeholder*innen, F5b*

einzusetzen, um den Herausforderungen besser gewachsen zu sein. Etwa ein Drittel von ihnen gibt an, dass **Investitionen in die Grün-IS, in Managementpläne für Notfälle sowie Katastrophenschutz,** aber auch in Nachbarschaftsinitiativen oder technische Investitionen gesetzt wurden. **Vulnerabilitätsstudien, regionale Kooperation und Partizipation spielten auf lokaler Ebene nur eine untergeordnete Rolle.** *(F5a)*

Als sehr **wichtige Prozesse zur verbesserten Anpassung** kritischer Infrastrukturen gelten für bis zu ungefähr 60% der Befragten ‚die **kontinuierliche und enge Zusammenarbeit zwischen fachlichen Sektoren und Verwaltungsebenen‘, die ‚robuste Gestaltung, Notfallpläne oder Maßnahmen zur Schadensbegrenzung von IS-Systemen‘ sowie ‚Nutzung von neuem Wissen und neuen Technologien‘;** aber auch **‚Mechanismen und Verfahren zum Vermeiden von und Lernen aus Vulnerabilitäten‘** gelten der Hälfte der Befragten als sehr wichtig. Berücksichtigt man bei den Antworten auch die Einstufung ‚einigermaßen wichtig‘ neben jener für ‚sehr wichtig‘, dann zeigt sich, dass neben den benannten Prozessen auch **‚die Schaffung redundanter Möglichkeiten für die IS-Leistung‘** sehr hoch eingeschätzt wird. *(F5b)*

Zusammenfassend wird klar, dass **angesichts der Erfahrungen in den letzten 14 Monaten zur verbesserten Anpassung an die Gefährdungen durch COVID-19** neben **technischen Innovationen** insbesondere auch **robuste Prozesse (Notfallpläne) und lernbasierte Prozesse und Zusammenarbeit zur Stärkung der Redundanz** gefordert wird. Gleichzeitig wird **Partizipation oder dezentralen Ansätzen, u.a. auch Grün-IS nur nachgeordnet Bedeutung** beigemessen.

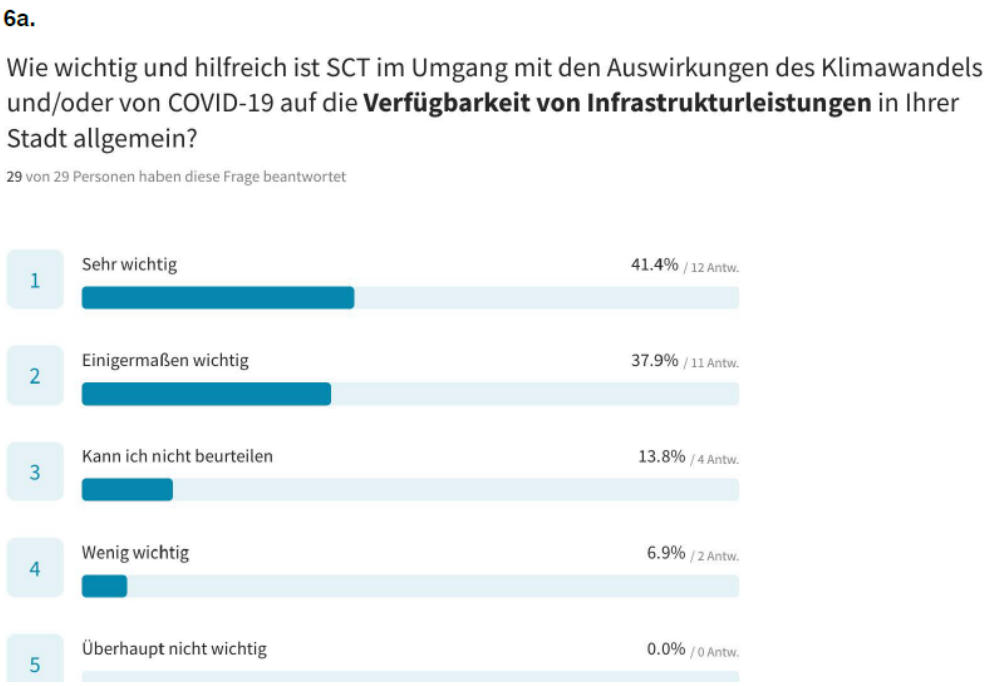


*Abb. 11: Umfrage Stakeholder*innen, F6a*

Smart City Technologien in Städten und Gemeinden im Klimawandel und bei COVID-19

Maßnahmen und Aktivitäten zur besseren Verfügbarkeit von Infrastruktur-Leistungen

In den letzten Jahren wurden von einigen Städten in Österreich Smart City Ansätze verfolgt bzw. erfolgte generell ein massiver Schub in der Digitalisierung und Nutzung von smarten Endgeräten, wobei **die Fragen nach sinnvollen Nutzungen und die Unterstützung nachhaltiger Entwicklung** im Vordergrund standen. Die explizite Frage nach der **Bedeutung von Smart-City-Technologie zum Sichern oder zum Verbessern von IS-Leistungen** wird so gesehen wenig überraschen **von 41% mit ‚sehr wichtig' oder von 38% mit ‚einigermaßen wichtig'** angegeben. **Trotzdem** besteht aber **Unsicherheit über deren Bedeutung,** da immerhin 14% der Befragten angeben, dass sie dies nicht beurteilen können und 7% meinen, neue Technologien seien nicht wichtig. *(F6a)*

Auf die Frage nach der **Wichtigkeit von Smart City Technologie für verschiedene Aktivitäten zur Stärkung der Resilienz von Infrastrukturleistungen** werden einige interessante Details ersichtlich: **Die befragten Akteur*innen aus der Praxis sehen mit 48% SC-Technologie bei der Zusammenarbeit von Städten und Regionen als ‚sehr wichtig'** an; danach folgen **mit 44% die Managementpläne für Notfälle. SC-Technologien werden von 62% für Vulnerabilitätsstudien als ‚einigermaßen wichtig'** eingeschätzt. **Gleichzeitig** ist festzuhalten, dass **SC-Technologien für Aktivitäten wie Strategiebildung, Pilotprojekte, Grün-IS, spezialisierte Arbeitsgruppen, Partizipation von über 30% als ‚überhaupt nicht wichtig', ‚wenig wichtig' oder ‚nicht beurteilt'** eingeschätzt werden, was auf **Skepsis** bzw. **unzureichende Erfahrung** hindeutet.

2.5 Erfahrungen und Erwartungen von Forscher*innen verschiedener Disziplinen zu resilienter Entwicklung und kritischen Infrastrukturen

Auf Basis der oben beschriebenen Überlegungen wurde ein Fragebogen zur resilienten stadtregionalen Entwicklung konzipiert. Ziele der Online-Befragung von Expert*innen aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen:

(1) die Bedeutung wichtiger Komponenten zum Themenbereich Vulnerabilität und adaptive Kapazität;

(2) eine erste Einschätzung zu funktionierenden bzw. kritischen Infrastrukturen angesichts von Impakts durch den Klimawandel, aber auch jener durch COVID-19.

Ungefähr 80 Expert*innen, die an Universitäten oder anderen öffentlichen oder privaten Institutionen arbeiten, wurden per E-Mail angeschrieben und gebeten, den Fragebogen online zu beantworten. Von diesen beantworteten 48 Personen den Fragebogen; für die Auswertung der qualitativen Fragen konnten insgesamt 42 Fragebögen verwendet werden. Die folgende Untergliederung spiegelt die Thematiken wider, die in insgesamt 16 offenen oder standardisierten sowie in 4 offenen Fragen erfasst und nun ausgewertet wurden. Die Auswertung zu den standardisierten Fragen ist graphisch im *Anhang 2.4* aufbereitet. Die Textanalyse der Antworten auf offene Fragen ist in Anhang dargestellt.

2.5.1 Wissenschaftlicher Hintergrund der Befragten

Die folgenden Antworten kommen von einem weiten Spektrum an Expert*innen mit unterschiedlicher Expertise. Dies reicht von Raumplanung und Architektur über Klimatologie und Ökologie bis zu Technologie oder Gesundheit. Damit konnte ein weites Spektrum an Expertise erschlossen werden, wobei uns v.a. die Vielfalt an Einschätzungen wichtig ist, da neben einigen quantitativen Fragen insbesondere auch eine Reihe qualitativer Fragen gestellt wurden. *(siehe F1a)*

Die Mehrheit der befragten Expert*innen ist in Forschungseinrichtungen tätig. Zudem konnte teilweise auch die Expertise von Personen erfasst werden, die in öffentlichen Institutionen (Bundesministerium, Stadtverwaltung, etc.) oder in Planungsbüros arbeiten, eingeholt werden. *(siehe F1b)* Die Mehrheit aller befragten Expert*innen ist zu mehr als 50% mit Fragen zum Klimawandel oder zu COVID-19 beruflich beschäftigt, was nochmals die Expertise der antwortenden Personen unterstreicht. *(siehe F1c)* Dabei liegt der Schwerpunkt der Tätigkeit deutlich auf angewandter wie auch Grundlagenforschung, Beratung und Lehre; spezialisierte Tätigkeiten (wie z.B. konkrete Planungsaufgaben, Modellierung technische Tätigkeiten) spielen demgegenüber nur eine nachgeordnete Bedeutung. *(siehe F1d)*

Resilienz als Thema ihrer Expertise

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Konzeptionen/Verständnisse von Resilienz wurde durch die Vorlage von entsprechenden Definitionen versucht, deren Wichtigkeit im eigenen Tätigkeitsfeld bzw. für die eigene Arbeit abzuschätzen. Dabei wurde nach den Kategorien sozialökologische, ökologische und technische Resilienz sowie adaptive Kapazität und Vulnerabilität unterschieden.

Angesichts der unterschiedlichen Tätigkeitsfelder in den verschiedenen Fachdisziplinen verwundert es nicht, dass alle verschiedenen Konzeptionen von Resilienz sowohl im eigenen Tätigkeitsfeld wie auch in der eigenen Arbeit als einigermaßen wichtig oder sehr wichtig eingeschätzt werden; nur zur technischen Resilienz besteht offenbar weniger Expertise in der befragten und fachlich heterogenen Gruppe von spezialisierten Expert*innen. (*siehe F2a und F2b, jeweils im Anhang 2.4)*. Hervorzuheben ist auch, dass den Kategorien Vulnerabilität und adaptive Kapazität wichtige bzw. sehr wichtige Bedeutung zugemessen wird, was schon auf ein stark systemisches Verständnis in der Expert*innengruppe hinweist.

Individuelle fachspezifische Beiträge zum Thema Vulnerabilität und adaptive Kapazitäten von Infrastruktursystemen

Die professionelle Tätigkeit der befragten Expert*innen konzentriert sich zum Themenbereich Vulnerabilität von Infrastruktursystemen vor allem auf angewandte Forschung, Planung und Design und Beratungstätigkeit für die Politik. Grundlagenforschung, Modellierung, spezialisierte Beratung von IS-Betreibern oder experimentelle Entwicklung sind von etwas nachgeordneter Bedeutung, was aber vermutlich auf die relativ große Gruppe von Expert*innen aus der Planung zurückzuführen ist. *(siehe F3a)*

Im Vergleich dazu sieht die Verteilung der professionellen Tätigkeit zum Themenbereich adaptive Kapazität dieser Expert*innengruppe etwas anders aus: Nur angewandte Forschung wird von einer Mehrheit der Expert*innen ähnlich wie zur Vulnerabilität betrieben, alle anderen Tätigkeiten haben einen geringeren Stellenwert, insbesondere Grundlagenforschung. Sehr auffallend ist, dass die Beratungstätigkeit für bestimmte Infrastrukturbetreiber zum Thema Vulnerabilität relativ oft und damit von Expert*innen aus verschiedenen Fachdisziplinen genannt wurde, die Beratungstätigkeit von Infrastrukturbetreibern zur Stärkung adaptiver Kapazitäten spielt allerdings keine Rolle. *(siehe F3c)*

Qualitative Einschätzung von Vulnerabilität

In Bezug auf die Erfahrungen in der Vulnerabilitäts- und Anpassungsfähigkeitsforschung gaben die meisten Befragten ihre Erfahrungen in der angewandten Forschung an. Die Forschungsthemen variieren und können grob in zwei Gruppen unterteilt werden.
Die erste Gruppe konzentriert sich auf Maßnahmen zur Bewältigung der Klimaauswirkungen (Maßnahmen gegen Hitzeinseln und andere Umweltkatstrophen, Luftschadstoffemissionen), während sich die andere auf ein bestimmtes Infrastruktursystem (Räumlichen Energieplanung, Infrastruktursystembezogene empirische Studien) fokussiert.
Die angesprochenen Erfahrungen in der Grundlagenforschung beschäftigen sich mit den Themen Verstehen von Systemzusammenhängen und Stärken des Verständnisses zu Ökosystemleistungen.

Die Befragten haben implizit erwähnt, dass sie Politiker*innen und dem Infrastruktursektor Beratungsdienste anbieten, z. B. in der Infrastrukturprojekt-Begleitung (Transportinfrastruktur); Analyse von städtischer Governance; Im Bereich des Katastrophenmanagements – die Prävention zu veranlassen, und an neue Konzepte und Innovationen anzupassen.
Bestehende trans- und interdisziplinäre Kooperationen wurden in Bezug auf den Systemansatz zur Vulnerabilitäts-/Anpassungskapazitätsforschung ausdrücklich erwähnt: Verstehen von Systemzusammenhängen – Einbettung in und Zusammenhang mit anderen Forschungsdisziplinen, Absprache mit Wohnbauforschung, Raumplanung und Wasserwirtschft zur gemeinsamen beurteilung sozial ökologischer Systeme im kontext Klimaresilienz.
Sowohl qualitative als auch quantitative Methoden und Ansätze wurden in der Vulnerabilitäts- und Anpassungskapazitätsforschung verwendet, z.B. matrix assessments, Modellierung, GIS basierte Methoden, Akteure Studien und Partizipative Prozesse.
Die Kluft zwischen Wissenschaft und Praxis wird als wichtige Herausforderung erlebt: (…) Verständnis der Lücken zwischen Praxis und Wissenschaft zur Verbesserung der Resilienz der Infrastruktur.

Einschätzung der Resilienz von IS-Systemen in Österreich

Geht es um die Vulnerabilität von bestimmten IS-Systemen verursacht durch den Klimawandel, dann zeigt sich aus der Sicht der 48 befragten Expert*innen folgendes Bild: Alle benannten IS-Systeme (mit geringer Abweichung Abfallwirtschaft und Kommunikations-IS) werden generell als vulnerabel eingeschätzt. Mit knapp 80% der Antworten werden die Wasser-IS (Regenwasser, Trinkwasser, …) sowie die Grün-IS als einigermaßen oder sehr vulnerabel eingeschätzt. Energie-IS (Übertragungs- und Verteilungsnetze), Gesundheits-IS sowie soziale IS (Kultur, Bildung, Freizeit, …) werden von der Expert*innen etwas weniger deutlich als einigermaßen oder sehr vulnerabel eingeschätzt. Umgekehrt, Transport-IS, Gebäude-IS, Abfallwirtschaft, Kommunikations-IS und Notfallservice werden als wenig vulnerabel gesehen. *(siehe F4a)*

Demgegenüber liefert die Einschätzung der Vulnerabilität von bestimmten IS-Systemen durch COVID-19 aus der Sicht der Expert*innen ein anderes und im Vergleich der IS-Systeme stark differenziertes Bild: Deutlich über 70% der Expert*innen schätzen die Wasser-IS (Regenwasser, Trinkwasser, …) und die Gebäude-IS (Bausubstanz, Konstruktion, …) als nicht oder wenig vulnerabel ein. Dem steht diametral mit über 80% die Einschätzung von öffentlicher Gesundheits-IS und sozialer IS als einigermaßen oder sehr vulnerabel gegenüber. *(siehe F4b)*

Die Anpassbarkeit von IS-Systemen an den Klimawandel wird wie folgt eingeschätzt: Zu de facto allen IS-Systemen wird angenommen, dass sie anpassbar sind. Allerdings zeigt sich diesbezüglich, dass offenbar aus Unkenntnis zur Anpassbarkeit bestimmter IS-Systeme bis zu 20% der Expert*innen keine Angaben machten. Dies ist ein etwas höheres Niveau als zu den Angaben zur Vulnerabilität durch Klimawandel oder COVID-19. Generell wird die Anpassbarkeit für alle IS-Systeme als einigermaßen oder sehr gut gesehen. Als sehr gut anpassbar wird das Notfallservice (Polizei, Feuerwehr, Rettung, Zivilschutz, etc.) von über 40% der befragten Expert*innen gesehen.

Forschungsbedarf aus qualitativer fachdisziplinärer Sicht

Zwei offene Fragen befassen sich mit der detaillierten Beschreibung der Erwartungen und Bedürfnisse für die Erforschung von Strategien zur Verringerung der Verwundbarkeit oder zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit.

In Bezug auf die Erwartungen und Bedürfnisse der Forschung betreffend die Anpassungsfähigkeit äußerten die Befragten den Bedarf sowohl an angewandte Forschung als auch an die Grundlagenforschung. Dies steht in starkem Gegensatz zu den Anforderungen in der Vulnerabilitätsforschung, in denen fast alle Befragten angaben, nur angewandte Forschung zu benötigen.

Die benötigten Forschungsthemen umfassen ein breites Spektrum. Es kann grob in drei Gruppen unterteilt werden:

- Eine fokussiert sich auf bestimmte Themen und Prozesse, z.B Bodenschonende Landwirtschaft, Smart Building Technologies, Praktische Forschung nachhaltiger Energiesysteme;
- Eine weitere Gruppe erforderlicher Forschungsthemen basiert auf einem Systemansatz: Verständnis sozialer und ökologischer Schwachstellen, Flexibilität von Systemen und Redundanzen im System für die adaptive Kapazität – Infrastruktursystembezogene empirische Studien, Integration von Maßnahmen betreffend der Anapssungskapazität in die gebaute Umwelt;
- Die dritte große Gruppe konzentriert sich auf die Erforschung der sozialen Schwachstellen und Anpassungsfähigkeiten: Governance im Hinblick auf Lernmöglichkeiten, Soziodemographischen Differenzen in der Vulnerabilität.

Die bereits erwähnten Erwartungen für die Bodenforschung berücksichtigen die Themen von Verständnis für komplexe Systeme und Kritische Sozialforschung, die sozialsystemische Herangehensweisen an Resilienz strukturell hinterfrage.

Die Befragten wiesen auch auf die Wichtigkeit von Beratungsdiensten für Politiker und Infrastrukturvertreter hin, insbesondere für *„sektorspezifische Informations- und Entscheidungsgrundlage".*

Die Inklusivität und Vernetzung von Kommunalverwaltungen, Praktikern, Forschern, Entscheidungsträgern auf verschiedenen Ebenen und den Schlüsselorganisationen wird häufig als entscheidendes Bedürfnis bezeichnet: Vernetzung von Schlüsselorganisationen und Entscheidungsträger, Inklusion von marginalisierten Gruppen; Vernetzung von Experten der Forschung mit Praktikern; Überregionale Ansätze; Ein besserer wissenschaftspolitischer Dialog.

Transdisziplinarität und Interdisziplinarität in der Forschung werden ebenfalls als wichtig betrachtet: Ganzheitliche Sicht wäre wichtig; Kommunikation und Austausch - gegenseitiges Lernen.

Die Befragten erwähnen die folgenden Methoden, die in der Forschung zur Reduktion von Vulnerabilität und zur Stärkung der Adaptiven Kapazität erforderlich sind: Systemmodellierung, Untersuchung und Bewertung von Szenarien, Post-Crisis-Monitoring, Prognosemethoden, Sensibilitätsanalysen.

Die Schätzungen, dass erstmals *„Die Gemeinden leider noch immer nicht an die Bürgerbeteiligung gewohnt sind „* und dass der *„gap between real-life context and science"* existiert, werden als Herausforderungen in der zukünftigen Forschung angesehen.

Andere Ansätze, die die zukünftige Forschung betreffen, hängen hauptsächlich mit der Unabhängigkeit der Forschung, einer besseren Kommunikation zwischen den Sektoren, einer lockeren Bürokratie und dem Bedarf an langfristigen Strategien zusammen: Unabhängige Grundlagenforschung zunächst ohne realpolitische Einschränkungen; Vermeidung von Bürokratie und zu straffem gesetzlichen Korsett; Harmonisierung der Forschungskommunikation und Abläufe; Langfristigkeit.

2.5.2 *Schlussfolgerungen*

Auf Basis der Einschätzungen durch alle Expert*innen mit z.T. sehr unterschiedlicher Expertise lassen sich folgende Infrastruktursysteme aufgrund ihrer Vulnerabilität als kritisch einschätzen:

- In Hinblick auf Klimawandel werden die Grüne Infrastruktur, die Wasser-IS sowie die Energie-IS deutlich am stärksten als sehr vulnerabel oder als einigermaßen vulnerabel eingeschätzt.
- In Hinblick auf COVID-19 werden vor allem die Gesundheits-IS und die soziale IS als sehr vulnerabel eingeschätzt, andere IS-Systeme werden deutlich weniger kritisch in ihrer Funktionsfähigkeit eingeschätzt.
- Im Vergleich der beiden Impakts auf die IS-Systeme fällt auf, dass bezüglich Klimawandel deutlich mehr IS-Systeme als gefährdet erscheinen als durch die Impakts durch COVID-19. Damit wird evident, dass durch den Klimawandel mehr und unterschiedliche IS-Systeme gefährdet sind als durch die Impakts aus COVID-19. Es ergibt sich somit ein schärferes Bild bezüglich der unterschiedlichen Vulnerabilitäten, was aber nichts über die Schärfe der Krisenerscheinung sagt.

Auf Basis der Einschätzungen durch alle Expert*innen mit z.T. sehr unterschiedlicher Expertise lassen sich folgende Infrastruktursysteme aufgrund ihrer geringen Anpassungsfähigkeit als kritisch einschätzen:

- Die generell hohe Einschätzung einer guten Anpassbarkeit der meisten IS-Systeme ist wohl auf die Erfahrungen mit bisherigen Anforderungen zu sehen.
- Nur relative wenige Expert*innen sehen eine geringe Anpassbarkeit, allerdings sieht gleichzeitig auch keine große Mehrheit der Expert*innen eine sehr gute Anpassbarkeit – wie v.a. bei öffentlicher Gesundheits-IS und sozialer IS, Energie-IS oder Wasser- und Transport-IS.

Weiters konnten folgende Tendenzen identifiziert werden, welche die Bedarfe in der zukünftigen Forschung zu Verwundbarkeit und Anpassungsfähigkeit benennen:

- Engere Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftler*innen und insbesondere Praktiker*innen, aber auch Politiker*innen und dem Zivilsektor bei gleichzeitiger Beibehaltung der Unabhängigkeit der Forschung,
- Wirksamere rechtliche Rahmenbedingungen,
- Verbesserte Informationen,
- Verbesserte Ergebnisse durch Einsatz qualitativer und quantitativer Methode und
- insbesondere verbesserte Ansätze zur inter- und transdisziplinären Forschung.

Interessanterweise gibt es widersprüchliche Ansichten über den Bedarf an angewandter Forschung oder Grundlagenforschung. In der Vulnerabilitätsforschung gaben die meisten Befragten nur den Bedarf für angewandte Forschung an. In Bezug auf die Forschung zu Anpassungsfähigkeiten wurden sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte Forschung als wichtig angegeben.

2.5.3 *Zusammenfassung im Vergleich Praxis und Forschung*

Die wichtigsten Erkenntnisse zu D2 sind in diesem Summary stichwortartig zusammengefasst, um einen raschen Überblick zu bieten. Dies soll die Lesebereitschaft insbesondere auch unter nichtwissenschaftlichen Leser*innen erhöhen, da dies eine zentrale Erkenntnis aus dem Workshop in D3 war.

Für D2 wurde eine Online-Befragung von Expert*innen, einerseits Stakeholder*innen von Stadtregionen (Akteur*innen in der Praxis) und andererseits von Vertreter*innen wissenschaftlicher und professioneller Fachdisziplinen, durchgeführt.

Praxissicht der Akteure in Städten und Gemeinden

Kennzeichnung des Samples

» Es konnten mit der Umfrage unter Akteur*innen in der Praxis nur **wenige, dafür aber durchwegs aktive Städte und Gemeinden erreicht** werden.

Klimawandel und kritische Infrastrukturen

» Das Umfrageergebnis zeigt, dass Städte und Gemeinden **insgesamt deutliche Auswirkungen durch Impakts des Klimawandels erwarten.** Allerdings **variieren** die erwarteten Auswirkungen je **nach geographischen Bedingungen** und damit unterschiedlicher Exposition der Städte und Gemeinden.

» **Gemeinsam** ist allen die Erwartung von **starken Auswirkungen durch Hitzewellen, saisonale Veränderungen in den Niederschlägen und regionale Veränderungen der Frost-Tau-Zyklen.** Dementsprechend werden **Grüne-IS, Gebäude-IS und Wasser-IS** als **am gefährdetsten angesehen.**

» Es wird lt. Umfrage durch den Klimawandel außerdem **eine soziale Polarisation erwartet,** bei der die **Lebensqualität sozial und wirtschaftlich benachteiligter Gruppen am stärksten beeinträchtigt** wird.

Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz gegenüber dem Klimawandel

» **Maßnahmen** zur Stärkung der Resilienz durch Städte und Gemeinden **konzentrieren sich bislang auf strategische Aktivitäten und professionelle Managementkonzepte.** Partizipative und co-kreative Prozesse spielen kaum eine Rolle.

» Städte und Gemeinden sehen aufgrund der Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel **dringend Bedarf an neuen Strategien,** insbesondere **für Gebäude-IS, Grün-IS und Energie-IS** sowie Verbesserungsbedarf bei organisatorischen und steuernden Prozessen für diese drei IS und Transport-IS. Als **wichtigste Anpassungsprozesse** werden **Kooperation von Expert*innen und Managementsysteme (Notfälle) unter Verwendung von Monitoring** erachtet. **Neuen Technologien und neuem Wissen** wird ebenfalls große Bedeutung beigemessen.

Soziale und gesundheitliche Infrastrukturleistungen in der COVID-19-Krise

» Die **Leistungen der Gesundheits-IS** waren im vergangenen Jahr der **COVID-19-Krise besser verfügbar als** jene der **sozialen IS.**

Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz gegenüber COVID-19

» Zur **verbesserten Anpassung an die Gefährdungen durch COVID-19** werden **neben technischer Innovation** vor allem **robuste Prozesse (Notfallpläne) und lernbasierte Prozesse sowie Zusammenarbeit zur Stärkung der Redundanz** gefordert. Partizipation und dezentralen Ansätzen wird nur nachgeordnete Bedeutung zugemessen.

Smart City Technologien zur besseren Verfügbarkeit von Infrastrukturleistungen

» **Smart City Technologie wird von 48 % der befragten Akteur*innen aus der Praxis für die Zusammenarbeit von Städten und Regionen** und von 44 % für Managementpläne für Notälle **als ‚sehr wichtig' angesehen.** Im Kontrast gelten SC-Technologien für Strategiebildung, Pilotprojekte, spezialisierte Arbeitsgruppen und Partizipation als nicht wichtig oder nicht beurteilbar.

*Sicht der Forscher*innen aus verschiedenen Disziplinen*

Kennzeichnung des Samples

» Für die **Befragung von Expert*innen** wissenschaftlicher und professioneller Fachdisziplinen wurden Personen recherchiert, **die sich mit Vulnerabilität, Anpassungsfähigkeit und Resilienz befassen.** Das Sample an Antworten zeigt eine große Vielfalt fachlicher Disziplinen.

Einschätzungen zur Vulnerabilität und Anpassbarkeit von IS

» **In Hinblick auf Klimawandel** schätzen die Expert*innen **Grüne-IS, Wasser-IS sowie Energie-IS am vulnerabelsten** ein.

» **In Hinblick auf COVID-19** schätzen die Expert*innen **Gesundheits-IS und soziale IS** als **sehr vulnerabel** ein, die **Funktionsfähigkeit anderer IS-Systeme** wird **deutlich weniger kritisch** gesehen.

» **Im Vergleich** wird dem **Klimawandel deutlich mehr Impakt und in weiterer Folge damit Gefährdung der IS-Systeme** beigemessen als COVID-19.

» In Bezug auf ihre Anpassungsfähigkeit werden **Notfall-IS und Kommunikations-IS als sehr gut anpassbar** eingeschätzt, wobei die **Tendenz allgemein positiv** ist. Gesundheits-IS wird am ehesten als wenig anpassbar gesehen.

Forschungserfahrungen und -bedarf

» Zur Frage der **Forschungserfahrungen** wurde **am häufigsten angewandte Forschung** genannt, wobei verallgemeinernd zwischen Maßnahmen zur Bewältigung der Klimaauswirkungen und auf bestimmte Infrastruktursysteme bezogene Studien unterschieden werden kann. In der Grundlagenforschung fokussieren die Themen auf das Verstehen von Systemzusammenhängen und die Stärkung des Verständnisses von Ökosystemleistungen.

» **Trans- und interdisziplinäre Ansätze** werden in systemanalytischer Sicht **zur Erforschung von Vulnerabilität und Anpassungskapazität** ausdrücklich **betont.**

» Die **Kluft zwischen Wissenschaft und Praxis** wird **als wichtige Herausforderung** gesehen. Zur Verbesserung der Resilienz von Infrastruktursystemen bedarf es eines besseren Verständnisses bestehender Lücken. Dazu **braucht** es neben angewandter Forschung **mehr unabhängige Grundlagenforschung**, die **unter freieren Projekt- und Forschungsbedingungen** langfristig erfolgen kann.

» Erhofft werden Forschungsthemen in den Bereichen prozessorientierter Forschung (z.B. bodenschonende Landwirtschaft), systemanalytischer Forschung (z.B. zu Flexibilität und Redundanzen von System) und sozialwissenschaftlicher Forschung (z.B. Polarisierungen bedingt durch Vulnerabilitäten)

» **Angewandte Forschung soll** außerdem durch inter- und transdisziplinäre Forschungsansätze **Kommunalverwaltungen, Praktiker*innen und Entscheidungsträger*innen auf verschiedenen Ebenen sowie Schlüsselorganisationen einbeziehen.** Zentrale Charakteristika einer solchen zukünftigen Forschung sind **Inklusion, überregionale Ansätze sowie Kommunikation, Austausch und gegenseitiges Lernen.**

» Auch die **fehlende Beteiligung von Bürger*innen** wird **als eine Ursache für die fehlende Verbindung von Wissenschaft und Praxis** gesehen.

2.6 *Glossar zu wichtigsten Begriffen der Resilienzdebatte*

GLOSSARY	
Terms	References
Adaptation - Adjustment in natural or human systems in response to actual or expected climatic stimuli or their effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities. Adaptation stands for human actions that sustain development on current pathways, while transformation is about shifting development into other emergent pathways and even creating new ones.	IPCC: 2001, Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
Adaptive capacity - An aspect of resilience. It is the general ability of institutions, systems, and individuals to adjust to potential damage, to take advantage of opportunities, or to cope with the consequences. Systems with high adaptive capacity are more able to reconfigure without significant changes in crucial functions or declines. A consequence of a loss of adaptive capacity, is loss of opportunity and constrained options during periods of system's reorganization and renewal. Adaptive capacity in ecological systems is related to genetic diversity, biological diversity, and the heterogeneity of landscape mosaics. In social systems, the existence of institutions and networks that learn and store knowledge and experience, create flexibility in problem solving and balance power among interest groups play an important role in adaptive capacity.	Folke C., J. Colding, and F. Berkes, 2002. Building resilience for adaptive capacity in social-ecological systems. In: Berkes F., J. Colding, and C. Folke (eds). Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
Adaptive cycle - A sequence of four commonly occurring phases of change in complex systems: exploitation, conservation, creative destruction, and renewal (also referred to as r, K, omega, alpha). The model of the adaptive cycle was derived from the comparative study of the dynamics of ecosystems. It is meant to be a tool for thought. It focuses attention upon processes of destruction and reorganization, which are often neglected in favor of growth and conservation. Including these processes provides a more complete view of system dynamics that links together system organization, resilience, and dynamics. An adaptive cycle that alternates between long periods of aggregation and transformation of resources and shorter periods that create opportunities for innovation, is proposed as a fundamental unit for understanding complex systems from cells to ecosystems to societies. Adaptive cycles are nested in a hierarchy across time and space which helps explain how adaptive systems can, for brief moments, generate novel recombinations that are tested during longer periods of capital accumulation and storage. These windows of experimentation open briefly, but the results do not trigger cascading instabilities of the whole because of the stabilizing nature of nested hierarchies. In essence, larger and slower components of the hierarchy provide the memory of the past and of the distant to allow recovery of smaller and faster adaptive cycles. A nested hierarchy of adaptive cycles represents a panarchy.	Gunderson, L.H. C.S. Holling and S. S. Light. 1995. Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions. Columbia University Press, New York. Holling, C. S. 1986. Resilience of ecosystems; local surprise and global change. pp. 292-317 in Sustainable Development of the Biosphere, W. C. Clark and R. E. Munn, editors. Cambridge University Press, Cambridge. Holling, C. S., L. Gunderson, and G. Peterson. 2002. Sustainability and Panarchies. P.63-102 in: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. L.H. Gunderson and C.S. Holling, eds. Island Press, Washington, D.C. Holling, C. S., L. Gunderson, and D. Ludwig. 2002. In Quest of a Theory of Adaptive Change. P. 3-24 in: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. L.H. Gunderson and C.S. Holling, eds. Island Press, Washington, D.C.

Adaptive governance - Institutional and political frameworks designed to adapt to changing relationships between society and ecosystems in ways that sustain ecosystem services. Adaptive governance paradigm of adaptive co-management often put forward as suitable for the complexity and uncertainty inherent within social-ecological systems. It considers that urban resilience require a multi-level, polycentric and network-based structure of adaptive governance that is operationalized or mobilized through adaptive co- management.	Olsson, Per, et al. „Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems.“ Ecology and society 11.1 (2006).
Adaptive co-management - a tool not only to change the system, but a tool to learn about the system. Adaptive management identifies uncertainties, and then establishes methodologies to test hypotheses concerning those uncertainties. This approach is different from a typical management approach of 'informed trial-and-error' which uses the best available knowledge to generate a risk-averse, 'best guess' management strategy, which is then changed as new information modifies the 'best guess'. Adaptive co-management fuses the dynamic learning aspect of adaptive management with the vertical and horizontal linking aspect of collaborative management, forging connections between government and citizens through civic engagement. Some of the key attributes and key aspects of adaptive co-management are collaboration in a polycentric governance system, public participation, an experimental approach to resource management, and management at a bioregional scale. In adaptive co-management there is an emphasis on social learning, feedbacks, adapting and adjusting, shadow networks, bridging functions, transformational leadership, mediation, and collaboration between diverse actors at all scales.	Plummer, Ryan, and Julia Baird. „Adaptive co-management for climate change adaptation: Considerations for the Barents Region.“ Sustainability 5.2 (2013): 629-642. Olsson, Per, et al. „Enhancing the fit through adaptive co-management: creating and maintaining bridging functions for matching scales in the Kristianstads Vattenrike Biosphere Reserve, Sweden.“ Ecology and society 12.1 (2007). Carlsson, Lars, and Fikret Berkes. „Co-management: concepts and methodological implications.“ Journal of environmental management 75.1 (2005): 65-76. Armitage, Derek R., et al. „Adaptive co-management for social–ecological complexity.“ Frontiers in Ecology and the Environment 7.2 (2009): 95-102. Huitema, Dave, et al. „Adaptive water governance: assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-) management from a governance perspective and defining a research agenda.“ Ecology and society 14.1 (2009).
Complex adaptive systems - Non-linear self-organising networks of diverse elements, agents or nodes whose interactions both define the system and enable new patterns to emerge that are more than merely the sum of the parts. These interactions represent the flows of energy and information, often the form of feedback loops, throughout the system which are the source of the system's behaviour and constitute system memory. As with most systems, they cannot be analysed solely in terms of their individual components but must be viewed holistically. A key feature of all complex adaptive systems is self-organisation that arises from competition and cooperation and increases the complexity of the system with time. Although complex adaptive systems are in constant state of flux they are usually balanced between the extremes of order (stasis) and anarchy (chaos). Living with such complexity and change is facilitated by collaborative and adaptive approaches to management and governance of the biosphere with decision making subject to high degrees of uncertainty and with continuous learning as an important feature.	Holland, John H. „Complex adaptive systems.“ Daedalus 121.1 (1992): 17-30. Godfrey, Patrick. „Using systems thinking to learn to deliver sustainable built environments.“ Civil Engineering and Environmental Systems 27.3 (2010): 219-230. Hjorth, Peder, and Ali Bagheri. „Navigating towards sustainable development: A system dynamics approach.“ Futures 38.1 (2006): 74-92. Liu, Jianguo, et al. „Complexity of coupled human and natural systems.“ science 317.5844 (2007): 1513-1516.
Complex hazardous events - events whose complexity depends on intrinsic features of the hazard itself and the events whose complexity is due to the interactions among hazard, affected territorial context and interactions between hazards and the territory. The shifting from individual to complex hazardous events has relevant implications in the vulnerability assessment of exposed elements and systems. In case of complex hazardous events, vulnerability of elements or systems has to be investigated according not to their capability of facing each event, but of dealing with the synergies among the different hazards and between them and the affected areas. According to the different chains of hazardous events, not only the affected areas and the involved territorial targets, but also their vulnerability will dynamically change.	Galderisi, A., Ceudech, A., Ferrara, F. F., & Profice, A. S. (2010). Integration of different vulnerabilities vs. natural and na-tech hazards. ENSURE Project, Deliverable, 2.

Climate resilience - The capacity of an individual, community or institution to dynamically and effectively respond to shifting climate circumstances while continuing to function at an acceptable level. This definition includes the ability to resist or withstand impacts, as well as the ability to recover and re-organize in order to establish the necessary functionality to prevent catastrophic failure at a minimum and the ability to thrive at best. Resilience is thus a spectrum, ranging from avoidance of breakdown to a state where transformational change is possible.	Brown, A.; Dayal, A.; Rumbaitis Del Rio, C. From practice to theory: Emerging lessons from Asia for building urban climate change resilience. Environ. Urban. 2012, 24, 531–556.
Infrastructure -„ ...an asset or part thereof... which is essential for the maintenance of vital societal functions, health, safety, security, economic or social well-being of people" (EC 2009), required to deliver the services that citizens and businesses depend on, such as mobility, energy, water and waste management, communication infrastructures, educational centres, green infrastructure. All these systems are susceptible to a diverse profile of risks, including the potential impacts of climate change. Proactive monitoring, maintenance, repair and renewal of infrastructure are essential for performance despite disruptions. This includes the practices that prevent systems from deteriorating, the safeguards that protect from failure and ensure service continuity, and the skills that enable infrastructure managers to work effectively.	City Resilience Index, Research Report Volume 2 , Fieldwork Data Analysis, (2014) The Rockefeller Foundation and ARUP. EC [European Commission] (2009). Principles of multi-risk assessment: interactions amongst natural and man-induced risks. Project report EUR23615. Brussels: EC. Archived by WebCite® at: *http://www.webcitation.org/6Q2OpmqPY*
City resilience - Resilience is a term that emerged from the field of ecology in the 1970s, to describe the capacity of a system to maintain or recover functionality in the event of disruption or disturbance. It is applicable to cities because they are complex systems that are constantly adapting to changing circumstances. The notion of a resilient city becomes conceptually relevant when chronic stresses or sudden shocks threaten widespread disruption or the collapse of physical or social systems. The conceptual limitation of resilience is that it does not necessarily account for the power dynamics that are inherent in the way cities function and cope with disruptions. In the context of cities, resilience has helped to bridge the gap between disaster risk reduction and climate change adaptation. It moves away from traditional disaster risk management, which is founded on risk assessments that relate to specific hazards. Instead, it accepts the possibility that a wide range of disruptive events – both stresses and shocks – may occur but are not necessarily predictable. Resilience focuses on enhancing the performance of a system in the face of multiple hazards, rather than preventing or mitigating the loss of assets due to specific events. „To articulate urban resilience in a measurable, evidence- based and accessible way that can inform urban planning, practice, and investment patterns which better enable urban communities (e.g. poor and vulnerable, businesses, coastal) to survive and thrive multiple shocks and stresses." (Martin-Breem and Andreies, 2011) .	Martin-Breen, Patrick, and J. Marty Anderies. „Resilience: A literature review." (2011).
Co-creation - processes in parallel to streamlined planning processes so that multiple solutions can be experimented with across the city. Inclusivity among multiple stakeholders is critical to avoid unwanted outcomes. In this way, planners and policymakers can create a more inclusive process to determine which potential pathways will offer the desirable sustainability and/or resilience outcomes.	Elmqvist, Thomas, et al. „Sustainability and resilience for transformation in the urban century." Nature sustainability 2.4 (2019): 267-273.
Cross-scale interactions - Influences, connections, and networks among institutions, government agencies, and networks to facilitate the flow of recovery information and resources. Cross-scale interactions from resilience perspective imply the (1) extension or stretching of disaster recovery activities across borders, (2) the intensification or magnitude of recovery activities and flows of investment and resources to encourage rebuilding, and (3) the velocity or speed of flows, activity, and interchanges to accelerate post-disaster recovery and rebuilding.	Gotham, K. F., & Campanella, R. (2011). Coupled vulnerability and resilience: The dynamics of cross-scale interactions in post-Katrina New Orleans. Ecology and Society, 16(3).

Disaster - Emergent phenomena of hazards and vulnerabilities, including the various aspects of the vulnerability itself (structural, socio-economic, etc.) and its dynamic change according to the hazards evolution.	Damienne, P. (2007), Structural and dynamic complexities of risk and catastrophe systems: an approach by system dynamics modelling, http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/38/69/PDF/complex22.pdf
Disaster risk reduction (DRR) is a systematic approach to identifying, assessing and reducing the risks of disaster. It is a conceptual framework of elements considered with the possibilities to minimize vulnerabilities and disaster risks throughout a society, to avoid (prevention) or to limit (mitigation and preparedness) the adverse impacts of hazards, within the broad context of sustainable development.	„Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiative." United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), Geneva (2004).
Disturbances - External stresses and shocks that disrupt ecosystems, communities, or populations, change substrates and resource availability, and create opportunities for new individuals or colonies to become established.	Meadows, D. H. (2008). Thinking in systems: A primer. Chelsea Green Publishing.
Dynamic equilibrium - The condition in which the state of a stock (its level or its size) is steady and unchanging, despite inflows and outflows. This is possible only when all inflows equal all outflows.	Meadows, D. H. (2008). Thinking in systems: A primer. chelsea green publishing.
Ecosystem services - The benefits that people obtain from ecosystems, including direct products (e.g. water, crops), processes that regulate environmental conditions (e.g. floods, climate), as well as recreational, aesthetic and spiritual benefits.	Daily, Gretchen. „What are ecosystem services." Global environmental challenges for the twenty-first century: Resources, consumption and sustainable solutions (2003): 227-231.
Engineering resilience - The simplest conception of resilience, and it is largely synonymous with the dictionary definition of the word: to bounce back. Indices of engineering resilience come from the field of materials science, which measures the behavior of objects under stresses and strains. In an urban context, those indices can be used to assess and bolster the robustness of infrastructure, including bridges and water mains. This concept of engineering resilience is useful but limited to preserving the status quo; it does not allow for adaptation and transformation. If systems are viewed along a continuum from simple to complex, engineering resilience is suited only to the simplest systems in which the focus is on „resisting disturbance and change, to conserve what you have".	Patrick Martin-Breen and J. Marty Anderies, Resilience: A Literature Review. (Rockefeller Foundation: Bellagio Initiative Background Paper, 2011). Beer, F.P., E.R. Johnston, et al. Mechanics of Materials, 6th edition. (New York: McGraw-Hill, 2011). Carl Folke, „Resilience: The Emergence of a Perspective for Social–ecological Systems Analyses." Global Environmental Change 16, no. 3 (August 2006): 253–267. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.
Ecological resilience - The goal of ecological resilience thinking is to identify and avoid thresholds that will lead to undesirable „regime shifts" in natural systems. An ecosystem can fluctuate between different states within a general „stability basin" or „regime," but then flip into a dramatically different state towards new equilibrium if key thresholds are crossed.	Patrick Martin-Breen and J. Marty Anderies, Resilience: A Literature Review. (Rockefeller Foundation: Bellagio Initiative Background Paper, 2011).
Evolutionary Resilience - Ability of complex socio-ecological systems to change, adapt, and, crucially, transform in response to stresses and strains. Systems are conceived as „complex, non-linear, and self-organising, permeated by uncertainty and discontinuities". Evolutionary resilience is embedded in the recognition that the seemingly stable state that we see around us in nature or in society can suddenly change and becomes something radically new, with characteristics that are profoundly different from those of the original. It suggests that faced with adversities, we hardly ever return to where we were.	Patrick Martin-Breen and J. Marty Anderies, Resilience: A Literature Review. (Rockefeller Foundation: Bellagio Initiative Background Paper, 2011). Walker, Brian, et al. „A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems." Ecology and society 11.1 (2006).
Green Infrastructure - Strategically planned network of high quality natural and semi-natural areas with other environmental features, which is designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services and protect biodiversity in both rural and urban settings.	EC–European Commission. (2013). Building a green infrastructure for Europe. Publications office of the European Union, Luxembourg.

Governance - The interactions of diverse public and private actors, including variety of institutions and stakeholders and multiple sectors and scales, their sometimes conflicting objectives, and the instruments chosen to steer social and environmental processes within a particular policy area.	Janssen, Marco A., et al. „Lab experiments for the study of social-ecological systems." Science 328.5978 (2010): 613-617.
Innovation - Reorganization of variables within a system in response to change. In ecosystems, innovation is termed novelty and corresponds to reorganization following a disturbance.	Chuvarajan, A., Martel, I., Peterson, C. (2006), A Strategic Approach for sustainability and resilience planning within municipalities. Thesis submitted for completion of Master of Strategic Leadership towards Sustainability, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Sweden.
Institution - A set of rules and norms that guide how people within societies live, work, and interact. Formal institutions consist of codified rules such as constitutions, organized markets, and property rights. Informal institutions consist of the rules which express the social and behavioural norms of a family, community, or society.	Biggs, R. M. et al. (eds) Principles for Building Resilience: Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems (Cambridge Univ. Press, 2015).
Knowledge co-production - Process with multiple urban actors to invite, facilitate and enable locally informed and globally related meanings of urban resilience and sustainability. Such a process could be particularly important for exploring where designed redundancy and diversity would make most sense, for example, opening up for flexible contracts for co-management of urban com- mons and thus mobilizing different types of knowledge and promoting multiple alternative opportunities for learning about the system. Such intentional redundancies may provide the necessary enabling institutional context for transformation trajectories towards sustainable outcomes and help avoid lock-in and efficiency traps in urban development.	Elmqvist, Thomas, et al. „Sustainability and resilience for transformation in the urban century." Nature sustainability 2.4 (2019): 267-273.
Learning - Involves the comparison of mental models with data and information from the world. Social learning is learning that occurs when people engage with one another, sharing diverse perspectives and experiences to develop a common framework of understanding and a basis for joint action.	Biggs, R. M. et al. (eds) Principles for Building Resilience: Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems (Cambridge Univ. Press, 2015).
Memory - Ability of a system to preserve knowledge and information.. Social memory comes from the diversity of individuals and institutions that draw on reservoirs of practices, knowledge, values, and worldviews and is crucial for preparing the system to change, building resilience, and for coping with surprise. The mobilization of social memory is seen as a strategy for adaptive governance during period of rapid change in so far it allows for novelty, innovation, and experimentation within the framework of accumulated experience.	Chuvarajan, A., Martel, I., Peterson, C. (2006), A Strategic Approach for sustainability and resilience planning within municipalities. Thesis submitted for completion of Master of Strategic Leadership towards Sustainability, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Sweden. Adger, W. N., Hughes, T. P., Folke, C., Carpenter, S. R., Rockstrom, J. (2005), Social- Ecological Resilience to Coastal Disasters, Science, 309, 1036. Folke, C., Hahn, T., Olsoon, P., Norberg, J. (2005), Adaptive Governance of socio-ecological systems,. Annu. Rev. Environ. Resour., 30: 441–73
Resilience management - requires understanding cycles of change and the vulnerabilities and windows of opportunity these cycles of change introduce. Having an understanding of where a system is in the adaptive cycle as well as knowing a bit about past cycles of change in the system allows for more strategic management. Whether the goal is to reduce the risk of crossing an imminent threshold or to change the system's trajectory in order to make it more sustainable, knowing how system vulnerabilities and opportunities vary from phase to phase can help to guide resilience management decisions.	Resilience Alliance. 2007. Assessing and managing resilience in social-ecological systems: A practitioner's workbook. Volume 1, version 1.0.

Panarchy - A model of linked, hierarchically arranged, adaptive cycles that represents the cross-scale dynamic interactions among the levels of a system and considers the interplay between change and persistence. No system can be understood or managed by focusing on it at a single scale. All systems (and SESs especially) exist and function at multiple scales of space, time and social organization, and the interactions across scales are fundamentally important in determining the dynamics of the system at any particular focal scale. Panarchy is a framework of nature's rules, hinted at by the name of the Greek god of nature- Pan - whose persona also evokes an image of unpredictable change. Essential focus of Panarchy is to rationalize the interplay between change and persistence.	Panarchy connections. Linked adaptive cycles at multiple scales. (Originally published in Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems, Edited by Lance H. Gunderson and C.S. Holling 2002. Permission Island Press)
Redundancy - Spare capacity purposely created within systems so that they can accommodate disruption, extreme pressures or surges in demand. It includes diversity: the presence of multiple ways to achieve a given need or fulfil a particular function. Examples include distributed infrastructure networks and resource reserves. Redundancies should be intentional, cost-effective and prioritised at a city-wide scale, and should not be an externality of inefficient design.	Biggs, R. M. et al. (eds) Principles for Building Resilience: Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems (Cambridge Univ. Press, 2015).
Resilience strategies for infrastructure systems (IS) - Focus on cooperation and communication among the multiplicity of stakeholders, understanding system characteristics, and the integration of citizens into resilience building. Applying the concept of resilience as defined in the socio- ecological approach to ISs can be of great value. Shifting the focus away from the maintenance and equilibrium of the infrastructure system towards the delivery of system services and its external relations permits a better consideration of external effects and changes as well as interaction with other systems.	Rinaldi S.M., J.P. Peerenboom & T.K. Kelly (2001). Identifying, understanding and analyzing critical infrastructure interde- pendencies. IEEE Control Systems Magazine 21 (6): 12-25. Kröger, W. & E. Zio (2011). Vulnerable Systems. London: Springer. Gheorghe, A.V. & D.V. Vamanu (2005). Reading vulnerability in phase portraits: an exercise in probabilistic resilience as- sessment. International Journal of Critical Infrastructures 1(4): 312-329. IRGC [International Risk Governance Council] (2010). Emerg- ing risks: sources, drivers and governance issues. Concept note. Revised version, March 2010. Geneva: IRGC. Bach, C., Bouchon, S., Fekete, A., Birkmann, J., & Serre, D. (2013). Adding value to critical infrastructure research and disaster risk management: the resilience concept. SAPI EN. S. Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society, (6.1).
Risk Management - typically focuses on the probability and consequences of particular events occurring. One of the major challenges in risk management is how to deal with ontological uncertainties. Ontological uncertainties are essentially the „unknown unknowns"; the events that have not been thought of, and therefore are not assessed or managed. Evaluating and improving system resilience is an important partner to traditional risk management techniques. By approaching the problem from a different angle, resilience management provides one strategy for dealing with these events. Resilience management shifts the focus from „what could make the lights go out?" to „it doesn't matter what makes the lights go out, how are we going to deal with it if they do?". Many approaches in the disaster risk reduction area are still sector-specific, focussing on the vulnerability of a particular type of infrastructure system. The resilience concept offers the possibility to include societal aspects by taking into account the ability to absorb external shocks.	Dalziell, E. P., & McManus, S. T. (2004). Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance. Bach, C., Bouchon, S., Fekete, A., Birkmann, J., & Serre, D. (2013). Adding value to critical infrastructure research and disaster risk management: the resilience concept. SAPI EN. S. Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society

Participatory processes - specific methods employed to achieve active participation by all members of a group in a decision making process. The approach can be used for most issues and should give equal opportunities for everybody involved.	Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., ... & Pritchard, R. (2002). Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. Conservation ecology, 6(1).
Principles for building resilience - seven principles have been identified for building resilience and sustaining ecosystem services in social-ecological systems. The principles include: maintaining diversity and redundancy, managing connectivity, managing slow variables and feedbacks, fostering complex adaptive systems thinking, encouraging learning, broadening participation, and promoting polycentric governance systems (Biggs et al. 2012). DIVERSITY: Includes three interrelated aspects: variety (how many different elements), balance (how many of each element), and disparity (how different the elements are from one another). FUNCTIONAL REDUNDANCY: The presence of species or system elements that can functionally compensate for one another. CONNECTIVITY: The way and degree to which resources, species, or social actors disperse, migrate, or interact across ecological and social landscapes. FOSTERING COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM (CAS) THINKING: Seeing topic as system of interconnected components that has the capacity to adapt and self-organize in response to internal or external disturbance or change. MANAGING FEEDBACKS: A mechanism, process, or signal that loops back to influence the SES component emitting the signal or initiating the mechanism or process. POLYCENTRICITY: A governance system in which there are multiple interacting governing bodies with autonomy to make and enforce rules within a specific policy arena and geography. IDENTIFYING SLOW VARIABLES: A variable whose rate of change is slow in relation to the timescales of ecosystem service provision and management, and is therefore often considered constant. ENCOURAGING CONTINUOUS EXPERIMENTATION AND LEARNING IMPLEMENTING PARTICIPATIVE PROCESSES	Gunderson, L. H. and C. S. Holling, eds. 2002. Panarchy: Understanding Transformations in Systems of Humans and Nature. Island Press, Washington DC. Holling, C. S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annu Rev Ecol Syst 4:1-23. Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. 2004. Adaptability and Transformability in Social-Ecological Systems. Ecology and Society 9:5. Biggs, R. M. et al. (eds) Principles for Building Resilience: Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems (Cambridge Univ. Press, 2015).
Resilience thinking - a subset of sustainability science and has a strong focus on complex adaptive and truly intertwined social-ecological systems of people, communities, economies, societies, and cultures interacting across spatial and temporal scales with ecosystems as part of the biosphere. Resilience thinking has gone from the fringe to becoming more and more mainstreamed in science, practice, policy and business across the world, ranging from major international research platforms and poverty alleviation efforts to political frameworks and business strategies. Resilience thinking can help us avoid the trap of simply rebuilding and repairing flawed structures of the past, like an economic system overly reliant on risky speculation and overexploitation of natural resources. Resilience thinking is about anticipating, adapting, learning, and transforming human actions in light of the unprecedented challenges of our increasingly turbulent world.	Folke, Carl, et al. „Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science.“ Ecology and Society 21.3 (2016).

Scale - The spatial and temporal frequency of a process or structure. Scale is a dynamic entity. For the purposes of a resilience assessment, the focal scale of a social-ecological system of interest is usually determined from among landscape/local, subcontinental/sub-regional, continental/regional, and global scales over a specified period of time. Urban systems are open systems with cross-scale dynamics and have multiple scales from household to neighbourhood and from city to region.	Bai, X. et al. Defining and advancing a systems approach in cities. COSUST 23, 69–78 (2017).
Self-organization: The ability of a system to structure itself, to create new structure, to learn, or diversify. The basic idea is that open systems will reorganize at critical points of instability.	Berkes, Fikret, and Cristiana S. Seixas. „Lessons from community self-organization and cross-scale linkages in four Equator Initiative projects." (2004).
Smart city - a city that has the ability to face the challenges of competitiveness and technological innovation while ensuring and strengthening socially and spatially cohesive / inclusive processes.	Rudolf Giffinger, Symposium on Smart Cities and Compassionate Cities University of Bradford, Bradford, 5th of July, 2016
Smart city technology - For building a smart city technological literacy is the key. Smart solutions are based on Internet of Things, geospatial and ICT, sensors and location. A big part of this ICT framework is an intelligent network of connected objects and machines that transmit data using wireless technology and the cloud. Cloud-based IoT applications receive, analyze, and manage data in real-time to help municipalities, enterprises, and citizens make better decisions that improve quality of life. Citizens engage with smart city ecosystems in various ways using smartphones and mobile devices and connected cars and homes. Pairing devices and data with a city's physical infrastructure and services can cut costs and improve sustainability. Communities can improve energy distribution, streamline trash collection, decrease traffic congestion, and even improve air quality with help from the IoT.	https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/inspired/smart-cities, assessed 15.03.2021
Social-ecological system (SES) - People are part of the natural world. We depend on ecosystems for our survival and we continuously impact the ecosystems in which we live from the local to global scale. Resilience is a property of these linked social-ecological systems (SES). SES is integrated system of ecosystems and human societies with reciprocal feedbacks and interdependence. The concept emphasizes the „humans-in-nature" perspective.	Berkes F. and C. Folke, eds. 1998. Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
Social Infrastructure - the networks of spaces, facilities, institutions, and groups that create affordances for social connection: libraries, museums, art galleries, universities, schools, places for recreational activities, spaces designed for religion - places of worship, spaces that involve commercial transactions, e.g. markets, shops, cafes, bars, hair salons, restaurants	Latham, Alan, and Jack Layton. „Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces." Geography Compass 13.7 (2019): e12444.
Stakeholder - Any individual or organization that can affect or be affected by the management of the resources in question.	Bovaird, Tony. „Public governance: balancing stakeholder power in a network society." International review of administrative sciences 71.2 (2005): 217-228.
System: A set of elements or parts that is coherently organized and interconnected in a pattern or structure that produces a characteristic set of behaviors, often classified as its „function" or „purpose." Systems thinking used as holistic perspective can span multiple scales and sectors and go beyond the need for internal consistency and agreement of goals in visioning processes.	McPhearson, T., Iwaniec, D. M., & Bai, X. (2016). Positive visions for guiding urban transformations toward sustainable futures. Current opinion in environmental sustainability, 22, 33-40.
Transformability - The capacity to transform the stability landscape itself in order to become a different kind of system, to create a fundamentally new system when ecological, economic, or social structures make the existing system untenable.	Folke, C., S. R. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Chapin, and J. Rockström. 2010. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. Ecology and Society 15(4): 20

Transformation - A change that results in a fundamentally new system. Transformation involves fundamental change, which in the context of sustainability, requires radical, systemic shifts in values and beliefs, patterns of social behavior, and multi-level governance and management regimes. Transformation has been described as a process with three distinct phases: (1) preparing for change, (2) navigating the transition, and (3) building resilience of the new trajectory of development. Research has highlighted the important roles of shadow networks and leaders, as well as other strategies used by institutional entrepreneurs during transformation processes. The related concept of transformability is defined by Walker & Salt (2006) as „the capacity to create a fundamentally new system (including new state variables, excluding one or more existing state variables, and usually operating at different scales) when ecological, economic, and/or social conditions make the existing system untenable." While adaptation refers to human actions that sustain development on current pathways, transformation is about shifting development into other emergent pathways and even creating new ones.	Moore, M.-L., O. Tjornbo, E. Enfors, C. Knapp, J. Hodbod, J. A. Baggio, A. Norström, P. Olsson, and D. Biggs. 2014. Studying the complexity of change: toward an analytical framework for understanding deliberate social-ecological transformations. Ecology and Society 19(4) Olsson, P., C. Folke, and T. Hahn. 2004. Social-ecological transformation for ecosystem management: the development of adaptive comanagement of a wetland landscape in southern Sweden. Ecology and Society 9(4): 2. [online] Olsson, P., V. Galaz, and W. J. Boonstra. 2014. Sustainability transformations: a resilience perspective. Ecology and Society 19(4) Walker, B. H. and D. Salt 2006. Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. Island Press. Washington, U.S.A. Westley, F. R., O. Tjornbo, L. Schultz, P. Olsson, C. Folke, B. Crona, and Ö. Bodin. 2013. A theory of transformative agency in linked social-ecological systems. Ecology and Society 18(3)
Vulnerability (climate): The degree to which a system is susceptible to, or unable to cope with, adverse effects of climate change, including climate variability and extremes. Vulnerability is a function of the character, magnitude, and rate of climate variation to which a system is exposed, its sensitivity, and its adaptive capacity. Vulnerability includes an external dimension, which is represented by the 'exposure 'of a system to climate variations, as well as an internal dimension, which comprises its 'sensitivity 'and its 'adaptive capacity 'to these stressors. The exposure of a system to climate stimuli depends on the level of global climate change and, due to the spatial heterogeneity of anthropogenic climate change, on the system's location. Sensitivity is the degree to which a system is affected, either adversely or beneficially, by climate-related stimuli. The effect may be direct or indirect. The sensitivity of a system denotes the (generally multi-factorial and dynamic) dose – response relationship between its exposure to climatic stimuli and the resulting impacts.	Füssel, Hans-Martin, and Richard JT Klein. „Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking." Climatic change 75.3 (2006): 301-329. IPCC Assessment Report (Houghton et al., 2001; McCarthy et al., 2001)
Urban system - complex adaptive systems, composed of subsystems both natural and social, each moving through its own adaptive cycle. Cities in their various forms are urban systems.	Pickett, Steward TA, Mary L. Cadenasso, and Brian McGrath, eds. Resilience in ecology and urban design: Linking theory and practice for sustainable cities. Vol. 3. Springer Science & Business Media, 2013.
Urban resilience - Ability of an urban system-and all its constituent socio-ecological and socio-technical networks across temporal and spatial scales-to maintain or rapidly return to desired functions in the face of a disturbance, to adapt to change, and to quickly transform systems that limit current or future adaptive capacity. The capacity of an urban system to absorb disturbance, reorganize, maintain essentially the same functions and feedbacks over time and continue to develop along a particular trajectory. This capacity stems from the character, diversity, redundancies and interactions among and between the components involved in generating different functions. The resilience concept goes far beyond the mere recovery from disturbances: it explores the persistence, perseverance and potential alternative configurations of a complex system subject to changing conditions, and links to the adaptive and transformative capacities of subsystems interacting across scales and over time.	Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. Landscape and urban planning, 147, 38-49. Elmqvist, T. et al. (2019) 'Sustainability and resilience for transformation in the urban cenury', Nature Sustainability. Nature Publishing Group, 2(4), 267–273. doi: 10.1038/s41893-019-0250-1. Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R. & Kinzig, A. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecol. Soc. 9, 5 (2004).

Urban sustainability - Development that meets the needs of the present while safeguarding Earth's life-support system, on which the welfare of current and future generations depends. Sustainable development can manage all resources the urban region that city is dependent on, and enhance integration of all sub-systems in an urban region in ways that guarantee the wellbeing of current and future generations, ensuring distributional equity. Sustainability is a normative concept, representing the vision for society. Sustainability-oriented goals can help identify undesired resilience and suggest opportunities for structural transformations of the urban system.	Folke, C. et al. Reconnecting to the biosphere. AMBIO 40, 719–738 (2011). Elmqvist, T. et al. (2019) 'Sustainability and resilience for transformation in the urban century', Nature Sustainability. Nature Publishing Group, 2(4), 267–273. doi: 10.1038/s41893-019-0250-1.
Urban transformation - A systemic change of the urban system. It is a process of fundamental irreversible changes in infrastructures, ecosystems, agency configurations, lifestyles, systems of service provision, urban innovation, institutions and governance. Transformations typically involve changes in features like power relations, resource flows, meaning and values, roles and routines—and the interactions between them. Directed transformations are inventions of new functions of existing infrastructure are made and implemented to meet new demands. They are more reactive response than adaptation. Abrupt transformation are maintaining a function (for example, transport and mobility) but are shifting structures (for example, from a ground street-based transport system to a cable-car or air-based system).	McPhearson, T. Urban futures: transforming cities for resilience and sustainability. In 11th Annual Forum of Urbanism Congress 2018 (URNet, UN-Habitat, 2018).

2.7 Verwendete Literatur

BM für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017) Empfehlung des Beirates für Raumentwicklung: Resilienz als Strategie in Raumentwicklung und Raumordnung. Berlin 2017

Davoudi S. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? Planning Theory & Practice, 2012. 13(2): p. 299-333.

Davoudi, S., Brooks, E. and Mehmood, A. (2013). Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation, Planning Practice and Research, 28(3):307-322.

ENSURE – Enhancing resilience of communities and territories facing natural and na-tech hazards. WP 2, Del. 2.2, EC 7thFP - Cooperation, 108 pages. *https://forum.eionet.europa.eu/nrc-air-climate/library/public/2010_citiesproject/interchange/project_deliverables/ensure_del22pdf/download/*

Eraydin, A. (2013). „Resilience Thinking" for Planning. In: Eraydin, A., & Tasan-Kok, T. (Hrsg.). „Resilience Thinking" for Planning. Dordrecht u.a.: Springer, 17-36.

Greiving, S. (2018). Strategien der regionalen raumplanerischen Risikovorsorge. In: Kanonier A., Rudolf-Miklau F. (Hrsg): Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis"; Verlag Österreich, Wien, S 411 ff.

Greiving, S. (2018). Resilienz/Robustheit. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.). Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Hannover: ARL-Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 2063-2072.

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 1–23.

Holling, C.S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems. New York: Springer.

IPCC (2008). Climate Change, Synthesis Report 2007. *https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf*

Kanonier A., Rudolf-Miklau F. (2018). (Hrsg): Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis"; Verlag Österreich, Wien.

Martin, R.L. (2018). Shocking Aspects of Regional Development: Towards an Economic Geography of Resilience. In: Clark, G.L., Feldman, M.P., Gertler, M.S., and Wójcik, D. (eds.). The New Oxford Handbook of Economic Geography. Oxford: Oxford University Press, 837-864.

Martin-Breen, P. & Anderies, J.M. (2011). Resilience: A literature review. Background Paper. https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/20.500.12413/3692/bellagio-rockefeller%20bp.pdf?sequence=1. Zuletzt aufgerufen: 15.03.2021.

Mattissek, A., & Reuber, P. (2004). Die Diskursanalyse als Methode in der Geographie – Ansätze und Potentiale. *Geographische Zeitschrift, 92*(4), 227-242.

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Urban Resilience Assessment: Multiple Dimensions, Criteria, and Indicators. In: Yamagata, Y., & Maruyama, H. (Hrsg.). Urban Resilience. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Cambridge: Springer, 259-276.

Taşan-Kok, T., Stead, D., & Lu, P. (2013). Conceptual overview of resilience: History and context. In: Eraydin, A., & Tasan-Kok, T. (Hrsg.). „Resilience Thinking" for Planning. Dordrecht u.a.: Springer, 39-51.

UNDDR (2019). Essential Four: Pursue Resilient Urban Development and Design. https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/home/article/essential-four-pursue-resilient-urban-development-and-design. Zuletzt aufgerufen: 15.03.2021.

Wittmayer, J., & Hölscher, K. (2018). Transformationsforschung. Definitionen, Ansätze, Methoden. Texte 103/2017. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-11-08_texte_103-2017_transformationsforschung.pdf. Zuletzt aufgerufen: 15.03.2021

World Health Organisation (2003). Climate Change and Human Health, Risks and Responses. Geneva.

Kapitel 3:

Kritische Infrastrukturen: Erwartungen, Anforderungen und Forschungsbedarf

Aus den online Befragungen gewonnen Erkenntnissen wird klar, dass soziale, grün-blaue und technische Infrastrukturen eine entscheidende Rolle spielen, um Lebensqualität und öffentliche Gesundheit zu gewährleisten. Manche der IS-Systeme werden als besonders kritisch eingeschätzt. Wichtige Einschätzungen zu ihrer Vulnerabilität und zu ihrer jeweiligen Anpassungsfähigkeit zeigen, dass vertiefende Analysen sowohl mit den Expert*innen aus der Praxis in den Stadtregionen wie auch mit den Forscher*innen notwendig sind. Folgende Ziele wurden dabei verfolgt: (1) Erfahrungen und Probleme zur Stärkung gefährdeter Infrastrukturen ausloten und präzisieren; und (2) Probleme der Wissensvermittlung und Umsetzung wissenschaftlicher Expertise darstellen.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde einerseits mit Städten und Gemeinden ein mehrstündiger online Workshop abgehalten, der über Zoom von den Kollegen von PlanSinn moderiert wurde, und andererseits mit einer Reihe von Wissenschaftlerinnen aus verschiedenen Disziplinen jeweils ein längeres qualitatives Interview zu spezifischen Forschungserfahrungen und -defiziten geführt.

3.1 Erfahrungen und Probleme zur Stärkung gefährdeter Infrastrukturen

Am gut 3-stündigen Workshop nahmen ca. 13 Akteur*innen aus 11 Städten und Gemeinden sowie zwei Personen vom KLIEN und einige MitarbeiterInnen aus dem RESIST-Team teil. Der **Workshop** beschäftigte sich im Wesentlichen mit folgenden **zwei Fragen:**

(1) Was brauchen Städte und Gemeinden aus der Sicht der aktuellen Praxis an weiteren Ressourcen und neuem Wissen, um den Anforderungen auf stadtregionaler Ebene bei Klimawandel effektiv begegnen zu können? Welchen Beitrag kann Forschung dazu leisten?

(2) Welche neuen Ansätze – unter Berücksichtigung innovativer Technologien und Prozesse (etwa Steuerung, Kommunikation) – könnten für Städte und Gemeinden sowie Betreiber von Infrastrukturen hilfreich gegenüber unerwünschten Impakts durch den Klimawandel sein?

Eingangs wurden im Workshop aus der online-Befragung der Städte und Gemeinden die wichtigsten Befunde zu kritischen Infrastrukturen sowie entsprechende Positionen zu deren Vulnerabilität (Erfahrungen und Erwartungen) und deren zukünftigen Anpassungsfähigkeit bzw. -bedarf kurz vorgestellt. Der Workshop behandelte dann im ersten Teil auf Basis eines Brainstormings aus der Sicht der Städte und Gemeinden die wichtigsten Fragen zur Verbesserung resilienter stadtregionaler Entwicklung und diskutiert die wichtigsten Probleme und Hemmnisse. Daraus leiten sich die wichtigsten Fragen aus deren Sicht ab. Danach wurden im 2. Teil des Workshops verschiedene transdisziplinäre Strategien vorgestellt und intensiv diskutiert. Aus dieser Diskussion ließen sich wichtige Anforderungen an zukünftige Strategien ableiten.

Die inhaltlichen Details der Arbeit im Workshop können unter *Resist Workshop mit Städten & Gemeinden (padlet.com)* nachgelesen werden.

Erfahrungen und Erwartungen zur resilienten kommunalen und regionalen Entwicklung:

» Hohes Entwicklungsniveau und gutes Funktionieren der meisten IS-Systeme schafft kaum Bewusstsein zur Verletzbarkeit/Vulnerabilität und nur eingeschränkt Akzeptanz für vorausschauende und sinnvolle Maßnahmen in IS-Systeme.

» Die Komplexität von Auswirkungen des Klimawandels sowie zu Anpassungen überfordert bestehende Verwaltungsstrukturen (Silo-Denken) wie auch bisherige räumlich-territoriale Konzeptionen von Management- und Planungsansätzen.

» Angesichts der Komplexität bzw. der Ungewissheit an Anforderungen durch zukünftige Klimawandel-Impakts sind Maßnahmen und Investitionen Evidenz basiert nur schwierig zu kommunizieren. Derartige Argumente sind gegenüber oft partikularen

Interessen oder uneinsichtigen Positionen einzelner Akteure wenig überzeugend.

» Technische Lösungen sind oft sinnvoll, aber angesichts der Komplexität der Klimawandelanpassungen meist unzureichend.

» Bisherige Daten- und Informationsgrundlagen sind noch nicht an neue Erfordernisse angepasst. Smart City Technologien können dabei helfen, allerdings ist die Frage der Datenverfügbarkeit und -sicherung oft nicht geklärt.

» Vorausschauende Investitionen sind schwierig zu begründen, weil deren positive Wirkungen oft erst später zu erwarten sind und daher eine Lebenszyklus bezogene Betrachtung von Investitionen weder lokale Akteure überzeugt noch aus politischen Gründen leicht durchführbar ist (Nutzen oft erst nach Wahlen erkennbar) oder verwaltungstechnisch aus Kosteneffizienzgründen problematisch sein kann.

» Angesichts der schwierigen Vorhersagbarkeit von Impakts und entsprechend komplexer Bedingungen braucht es deutlich verbesserte Strategien zur Kommunikation vor dem Hintergrund bestehender Governancestrukturen, die nur mittel- und langfristig angepasst werden können.

» Es braucht eine integrierte Sichtweise des Raumes, der Region, die über territoriale Grenzen hinausgehen muss. Es braucht eine holistische Perspektive zu Transformationsprozessen. Sozial differenzierte Betroffenheit einzelner Gruppen ist rechtzeitig zu erkennen und inklusive Zusammenarbeit von Staat/Verwaltung und allen Gruppen der Zivilgesellschaft ist zu forcieren. Anpassungsprozesse müssen durch eine effektive Resilienz-Strategie unterstützt werden.

» Kommunikation und Überzeugungsarbeit sind bislang unzureichend, weil ein integriertes Bild zur lokalen/regionalen Entwicklung oder zu gezielten Transitionsprozessen als Motivations- und Handlungsgrundlage zumeist fehlen.

Ansatzpunkte für Strategien zur Stärkung der Resilienz

Auf Basis eines kurzen Inputs von Seite der RESIST-Mitarbeiter*innen zu zeitgemäßen problemorientierten Steuerungsansätzen sowie darauffolgender Diskussion lassen sich drei konzeptive Lösungsvorstellungen unterscheiden:

(a) Transdisziplinäre Strategien: Dabei sind jedenfalls Akteure aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft miteinzubeziehen. Wichtig erscheint zudem, die lokale Bevölkerung für solche Ansätze zu gewinnen, wobei bislang verschieden intensive Formen der Partizipation im Zentrum strategischer Bemühungen standen. Allerdings sollte lokale Bevölkerung dabei nicht nur in Beteiligungsverfahren zielorientiert mitarbeiten, sondern deren Mitwirken auf ‚Augenhöhe von Beginn an' – also auch bei der Definition von Problemen auf Basis lokalen Wissens – gewährleistet sein. Dieser strategische Ansatz, auch bekannt als Citizens' Science Ansatz, bietet die Möglichkeit Wissen von Expert*innen mit lokalem Wissen zu ergänzen und Handlungsmöglichkeiten mit lokalen Akteur*innen in gemeinsam konzipierten strategischen Projekten auszuloten und umzusetzen.

(b) Innovationsansätze: Da durchwegs die Bedeutung der Partizipation lokaler Bevölkerung von Seiten der Städte und Gemeinden betont wurde, bekam einerseits die Idee der offenen oder sozialen Innovation eine gewisse Aufmerksamkeit, da dadurch Lernprozesse ermöglicht und forciert werden können. Andererseits wird die Innovation im Sinne ‚smarter urbaner Lösungen' angesprochen und betont, dass geeignete Demonstrations-Projekte nun gezielt in Zukunft über ‚urban innovation follower' auf andere Städte und Netzwerke ausgeweitet werden sollen. Dies benötige aber eine klare Vorstellung von Konsortialpartner*innen, also eines geeigneten Netzwerks an beteiligten Akteuren.

(c) Ko-kreative Planungsansätze: Traditionelle von außen und von oben verordnete Ansätze finden sicher nicht das Auslangen mit herkömmlichen, so genannten ‚harten' Instrumenten der Raumplanung. Vielmehr seien informelle, ‚weiche' Instrumente gefragt, die Lern- und Entscheidungsprozesse forcieren. Eine integrativ verstandene Planung sollte dabei immer an den lokalen Bedingungen ausgerichtet sein und die Frage nach den Problemlagen im Zentrum ihrer Bemühungen haben. Smart City Erfahrungen zeigen, wie wichtig Technologie sein kann (Monitoring, Kommunikation), aber sie sollte dabei nicht Probleme (Kosten, lock-in-Effekte, rechtliche Fragen) verursachen, sondern ein-Instrument zur Problemfindung und -lö-

sung sein. Die soziale Problematik, lokale Bedingungen und inklusive Prozesse sollten immer im Vordergrund von Planungsansätzen stehen. Angesichts der Diskussionsbeiträge wird noch kurz auf die Möglichkeiten von so genannten ‚urban Living Labs', also Stadtlaboren hingewiesen, die sich den offenen Innovationsansatz durch frühzeitiges Einbringen lokalen Wissens zu Nutze machen und kollaborative Problemlösungsansätze forcieren.

Wichtige Anforderungen und Fragen aus der Sicht der Städte und Gemeinden

» Forschung darf nicht in der Schublade landen;

» **Forschung soll Verwaltung unterstützen/anstoßen,** indem wissenschaftliche Arbeiten bereitgestellt und umsetzungsorientiert vermittelt wird;

» **die Komplexität von Systemen „zu reduzieren" ist Forschungsaufgabe,** um eine bessere Überschaubarkeit und Kommunizierbarkeit zu erlangen;

» **Komplexität des Themas** bedarf einer geeigneten oft neuen regionalen Perspektive/Ebene;

» Strategien und Ansätze zur resilienten Entwicklung sind **bürgernahe und mundgerecht** zu präsentieren, um das Engagement der Bürger*innen leichter zu erlangen**;**

» **Wissenschaft** soll helfen**,** aus der Gefahr der Verletzlichkeit **eine Chance zur Adaption** zu machen

» **Wissen der Bürger*innen** sollte **frühzeitig miteinbezogen** werden.

Folgende zentrale Fragen leiten sich daraus ab

» Obwohl in vielen Fällen ausreichend Evidenz – im Sinne von Einsicht zu Klimawandel und Anpassungsdruck – vorhanden ist, stellt sich die Frage nach geeigneten strategischen und kollaborativen Ansätzen und Kommunikationsformen, um effektiv Anpassungsprozesse zu realisieren?

» Wie können die zukünftigen Anforderungen an sehr gut funktionierende IS-Netze (Netzstabilität, Versorgungssicherheit, etc.) der städtischen Gesellschaft so bewusst gemacht werden, dass aus Trends der Achtlosigkeit und Entfremdung ein intensiver Prozess des kritischen Bewusstseins und zivilen Engagements entsteht?

» Wie gelingt aus strategischer Sicht eine Definition von funktionalen Räumen und Regionen, um Klimaresilienz unter Berücksichtigung von Kriterien der Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit zu stärken? Welche Governance-Ebenen werden dabei angesprochen? Welcher Änderungen bedarf es hierzu?

» Wie können die Anforderungen an ein interdisziplinäres oder auch transdisziplinäres Verständnis auf regionaler Ebene in den Verwaltungsstrukturen berücksichtigt werden?

» Was sind Good-Practice-Beispiele von Governance, die Informalität in Einklang mit rechtlichen Bestimmungen schon derzeit bringen oder in Zukunft ermöglichen?

» Wie sehen mögliche Ansätze für eine gesamtheitliche Betrachtung aus? Ist dies eine Frage des „Framings" im Sinne einer klaren Kontextualisierung? Welche Bedeutung haben Nischenansätze (im Sinne von good-practice) in einer Mehr-Ebenen-Perspektive?

» Wie können die vom Klimawandel sozial stark betroffene Gruppen in Lösung- und Lernansätze berücksichtigt und eingebunden werden? Welche strategischen Ansätze sind zur Erhöhung von Akzeptanz für notwendige Anpassungsmaßnahmen zu forcieren.

» Wer sind geeignete Opinion-Leader und zentrale Akteure zur inhaltlichen Erarbeitung und für die Kommunikation von Entwicklungskonzepten? Braucht es hierzu spezielle Netzwerke oder Konsortien an Akteuren zur inter- und transdisziplinären Zusammenarbeit?

3.2 *Leistungen, Erfahrungen und Probleme zur Stärkung gefährdeter Infrastrukturen aus der Sicht der Forscher*innen*

Diese Befunde sind Ergebnis zu folgenden Fragen als Leitfaden der qualitativen Interviews:

(A) Welche wichtigen Beiträge lieferten bisher Forschungs- und Projektaktivitäten aus Ihrer Fachdisziplin im speziellen für kritische Infrastruktursysteme wie Grüne IS, Wasser-IS, Energie-IS, oder Transport-IS: eher zu Fragen der (1) zu den Themen Vulnerabilität oder zur Klimaanpassung? Grundlagenforschung oder eher angewandte Forschung?

(B) Kann ihre Fachdisziplin in nächster Zukunft wesentlich zur Stärkung der resilienten Entwicklung von Stadtregionen beitragen? Inwiefern zur Vermeidung vulnerabler IS-systeme? Inwiefern zur Stärkung der Anpassungskapazität? Für welche IS-systeme im speziellen?

(C) Welcher Bedarf besteht aufgrund Ihrer Fach-Expertise, um resiliente stadtregionale Entwicklung effektiv zu unterstützen: transdisziplinäre oder interdisziplinäre Forschung? Verbesserter Zugang zu Informationen und Daten? Welche Art von Daten? Eine neue Forschungsprogrammatik: Länge von Projekten, Art der Ausschreibung von verschiedenen Typen von Projekten, etc.?

3.2.1 Methode

Das RESIST-Team hatte qualitative, semistrukturierte Interviews mit Forscher*innen unterschiedlicher Disziplinen geführt. Ziel war es, eine breite, fundierte Einschätzung über die Relevanz von Resilienz, Vulnerabilität und adaptiver Kapazität in der Forschung zu Raumentwicklung, Klimawandel und Infrastruktur zu erhalten und perspektivisch neue Wissensbedarfe im Verständnis und Umgang mit diesen Themen zu erörtern.

Insgesamt wurden sieben Fachgespräche geführt. Dabei wurden die Befragten gebeten, über ihre eigene Forschung zu sprechen und zu skizzieren, mit welchen Infrastruktursystemen sie sich auseinandersetzen, inwieweit sie diese im Kontext des Klimawandels als besonders relevant bzw. gefährdet erachten, und welche Rolle Resilienz in der theoretischen Fundierung dieser Arbeiten spielt. Weiters sollten die Gesprächspartner*innen erläutern, welche Themen sie mittelfristig für besonders wichtig halten und wie sich diese in einer neuen Forschungsprogrammatik wiederfinden müssten.

In Folge werden die zentralen Erkenntnisse aus diesen Interviews dargestellt und die daraus ableitbaren Schlüsse zusammengefasst.

3.2.2 Forschungsschwerpunkte und -zugänge

Die Arbeitsschwerpunkte der Befragten liegen allesamt in der Erforschung der Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Infrastruktursysteme. Dennoch kommt dabei ein breites Spektrum an Perspektiven zum Tragen. Die Erdsystembeobachtung, mathematische Modellbildung und Simulation mikroklimatischer Entwicklungen im Zusammenhang mit Gesundheit, Energie und Mobilität ist ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt, der in den Bereichen **Komplexitätsforschung und** Big Data Science zu verorten ist. Forschungsarbeiten zu Mensch-Umwelt-Beziehungen im weitesten Sinn, z.B. zur Rückgewinnung grüner Infrastrukturen in der Stadt und naturbasierten Lösungen im Umgang mit dem Klimawandel, sind ein weiterer Schwerpunkt, der sich in einem normativen, stark anwendungsorientierten Forschungsparadigma bewegt und dabei auf **nachhaltige Entwicklung und Verbesserung der Governance** abzielt.

Energie- und Verkehrsinfrastrukturen, sowie grünblaue Infrastrukturen bilden darüber hinaus einen zentralen thematischen Schwerpunkt in der Arbeit vieler Forscher*innen. Dies trifft umso mehr zu, je eher (stadt)räumliche Perspektiven in den Fokus rücken. Die Erforschung systemischer Interdependenzen wird bei all diesen Ansätzen inzwischen als Selbstverständlichkeit erachtet, wie folgender Kommentar untermauert: *„Was sind die Wechselwirkungen von Freiraum, Mikroklima und Gebäudeeffizienz? Welche*

Stadtstrukturen bestimmen, ob ein Ort besonders verletzlich gegenüber Klimawandelfolgen reagiert? Das ist eine zentrale Frage in meiner Forschung."

In Summe bewegen sich die Befragten dabei jedoch ausnahmslos im Bereich der angewandten Forschung. Ihre Arbeit zielt daher in erster Linie auf die Beratung von Entscheidungsträger*innen im hoheitlichen und privatwirtschaftlichen Bereich, z.B. Stadtverwaltungen und Stadtplaner und Infrastrukturbetriebe, ab.

3.2.3 Resilienz-Perspektiven

Nur wenige der Befragten gaben an, dass der Begriff „Resilienz" in ihrer Forschung eine bedeutende Rolle spielt. Im Kontext der Klimawandelanpassung tut er es dennoch: *„Wir definieren oder behandeln Resilienz nie explizit in unserer Arbeit. Eher wird sie mit dem Begriff ‚klimafitte Stadt' umschrieben."* Einige Antworten deuten auch darauf hin, dass Resilienz als Synonym für Widerstandsfähigkeit fungiert: *„Bei Resilienz geht es nur darum, zu reagieren und nicht darum, Entwicklungsziele im Blick zu haben."* Unschärfen lassen sich auch bei der Abgrenzung von anderen buzzing concepts ausmachen: *„Wir haben das Wort ‚Resilienz' nicht verwendet. Wir haben den Ansatz der Nachhaltigkeit verwendet."*

Dass der Resilienzdiskurs in Österreich auch im wissenschaftlichen Kontext noch nicht klar positioniert ist, mag auch in der Historie begründet sein, wie schon die Analyse österreichischer Strategiedokumente veranschaulicht hat und auch die folgende Aussage belegt: *„Naturgefahrenmanagement ja so etwas wie die Mutter des Resilienzdiskurses. Ich beschäftige mich daher schon seit Langem mit Risikoverständnis, Exposition und Gefahren bzw. Gefahrenabwehr und den Verletzlichkeiten, sage aber nicht ‚Resilienz' dazu."*

3.2.4 Vulnerabilität & Anpassungsfähigkeit

Grün-blau Infrastrukturen und deren Ökosystemleistung sind ein Kernthema im Kontext der Vulnerabilität. Je nach Betrachtungsmaßstab kommen dabei Daten aus der satellitengestützten Erdbeobachtung zum Tragen, um bspw. die Folgen von Naturkatastrophen und menschlichen Umwelteingriffen auf das Ökosystem zu evaluieren, oder kleinräumige Analysen zur Risikobewertung im Kontext der Gefahrenprävention und des Objektschutzes. Diese Infrastruktursysteme werden auch einhellig als die besonders kritischen bezeichnet.

Das Problembewusstsein über die Verletzlichkeit dieses Infrastruktursystems ist über alle Disziplinen hinweg sehr ausgeprägt: *„Wir versiegeln immer mehr Flächen, die man dann nicht so einfach wieder in unversiegelte zurückverwandeln kann. Außerdem dauert es Jahrzehnte, bis die optimale Boden- und Ökosystemqualität wieder erreicht ist."* Dabei werden nicht nur ökologische, sondern auch sozioökonomische Aspekte kritisch hinterfragt: *„Infrastruktur ist immer etwas Umkämpftes, womöglich etwas Kommodifiziertes, wo ökonomische Interessen in den Vordergrund rücken. Dann kommen Ziele wie die Grünraumgerechtigkeit womöglich zu kurz."*

Weniger ausgeprägt ist die Auseinandersetzung mit der Anpassungsfähigkeit von Infrastruktursystemen im Kontext des Klimawandels. So stehen einige der genannten Forschungsthemen zwar mit der Frage eines besseren Umgangs mit Klimawandelfolgen in Zusammenhang, eine Konkretisierung im Sinne einer Operationalisierung erfährt dieses Thema aber kaum. Dabei sind sogenannte „Coping Capacities" in der Governance durchaus ein geflügeltes Wort, wie sich in einzelnen Gesprächen zeigt.

3.2.5 Verletzliche Infrastruktursysteme

Die Befragten zeichnen ein sehr klares Bild, welche Infrastruktursysteme sie im Kontext des Klimawandels als besonders kritisch erachten. Am häufigsten wird dabei die **grüne Infrastruktur** genannt. Darüber hinaus werden die **Energie- und Wasserinfrastruktur** als kritisch angesehen, weil infolge des Klimawandels *„schwerwiegende Auswirkungen auf erneuerbare Energiequellen und die Wasserversorgung zu erwarten sind."* Auch die sich gerade rasch **entwickelnden digitalen Infrastruktursysteme**

werden von Einzelnen genannt. Hier wird vor allem auf ein noch mangelndes Problembewusstsein über die Wichtigkeit und Verletzlichkeit des Systems verwiesen. Ebenso werden

Gebäudeinfrastrukturen und das Mobilitätssystem genannt: *„Die Transformation öffentlicher Räume und urbaner Verkehrsflächen wird ein zentrales Handlungsfeld und ein besonderer Konfliktraum sein, besonders wenn es um städtische Klimawandelanpassung geht."*

Als zentrales Problem wird in all diesen Belangen jedoch nicht mangelndes Wissen über die Funktionsweisen und Verletzlichkeiten dieser Systeme und ihre potentiellen Transformationspfade angeführt, sondern die **Schwierigkeit der Übersetzung fachlichen Wissens in Entscheidungsprozesse.** Somit stellt der Mangel an Steuerungsfähigkeit aus Sicht der Forscher*innen die größere Gefahr auf dem Weg zur Klimaresilienz kritischer Infrastrukturen dar: *„Die Forschung weiß schon sehr viel darüber, wie Systeme funktionieren, wo ihre Verletzlichkeiten liegen und welche Maßnahmen sinnvoll wären zur Anpassung. Das Problem ist viel eher, dass in der Verwaltungspraxis ein eher protektionistischer Geist vorherrscht, weil die Instrumente und Haltungen sehr stark bewahrend sind und damit eine Anpassung erschweren.",* und *„Das ist die entscheidende Frage: Wie bringe ich die Ansprüche hoher Klimaresilienz in ein Instrumentarium ein, das diesen Aspekt bislang nicht kennt?"*

3.2.6 Forschungsbedarfe zur Stärkung der resilienten Entwicklung von Stadtregionen

Forschungsbedarf wird bei den Befragten vor allem in Bezug auf die Verbesserung der Anpassungsfähigkeit von Infrastrukturen gesehen, z.B. durch die Entwicklung von Szenarien und die Sicherstellung von mehr Diversität und Redundanz. Eine tiefergehende Beforschung von Vulnerabilitäten wird hingegen nicht als wichtig empfunden.

Die Intensivierung von **Monitoring und Evaluation** erweist sich als wichtig. Damit sind allerdings nicht in erster Linie Methoden zur Systembeobachtung gemeint – diese sind bereits sehr umfassend etabliert – sondern Ansätze zur Wirkungsanalyse von Maßnahmen und soziopolitischen Prozessen: *„Es muss ein gezieltes Monitoring und eine Evaluierung der Maßnahmen geben, damit ich am Ende weiß, ob sie die erhoffte Resilienz gebracht haben.",* und *„Es braucht bessere Evaluationsinstrumente, die auch die nichtmonetären Effekte von grünen Interventionen berücksichtigen, z.B. Gesundheitseffekte, Lebensqualität etc. und die auch langfristige Effekte berücksichtigen und nicht nur kurzfristige."*

Mit Nachdruck wird auf den unzureichenden **Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Politik & Praxis** verwiesen: *„Es gibt keine Instrumente, um das Wissen, das wir haben, zu transferieren - Daten sind vorhanden, aber sie in die Planung zu integrieren ist eine große Lücke. Wir brauchen daher verstärkt Projekte, die sich statt an technischen Lösungen an Konzepten zur Verbesserung kooperativer Entscheidungsprozesse probieren.",* und *„Was wir brauchen, sind Projekte, die sich anschauen, welche Maßnahmen in einem starren institutionellen System möglichst einfach umgesetzt werden können. Besonders sinnvoll sind multifunktionale Maßnahmen, die mehreren Zwecken gleichzeitig dienen."*

Die Befragten erwähnten in großer Mehrheit auch weiterhin den Bedarf an angewandter und nicht an Grundlagenforschung. **Citizen Science oder kokreative Forschungsansätze** werden von den Gesprächspartner*innen interessanterweise **nicht ins Treffen geführt**. Lediglich die Verbesserung der Dissemination von Ergebnissen und die Kommunikation der Herausforderungen und Lösungsansätze im Umgang mit dem Klimawandel werden vereinzelt angeführt.

Experimentelle Ansätze werden hingegen in unterschiedlichen Bereichen als potentiell lohnender Forschungs- und Praxisansatz angeführt*: „Der Energie-, Gebäude- und Verkehrssektor sind Bereiche, bei denen wir wissen, was wir brauchen würden, wo der gesetzliche Rahmen aber so starr ist, dass wir nicht weiterkommen. Hier sehe ich Bedarf an experimentellen Ansätzen zur Entwicklung von Instrumenten und Verfahren."*, und *„Radikalere Umsetzungsprojekte wie*

das Ausrollen des Schwammstandprinzips im großen Maßstab tun Not."

Die genannten Bedarfe decken sich somit weitgehend mit den Schlüssen der einschlägigen Literatur, die für die Entwicklung resilienter Systeme zielgerichtete heterogene Arbeitsgruppen, die enge fachliche, maßstabs- und sektorenübergreifende Zusammenarbeit, die Anwendung von Experimenten und Szenarien, sowie die Förderung von Wissenstransfer- und Lernprozessen fordert.

3.3 Zusammenfassung

Das Wissen über die Funktionsweisen und Unzulänglichkeiten bzw. Verletzlichkeiten verschiedener Infrastruktursysteme ist sehr weit entwickelt und ausgereift. Im Zentrum der Forschungsarbeit sollen daher künftig eher Ansätze zum besseren Verständnis und der Erhöhung der Anpassungsfähigkeit dieser Systeme stehen.

Blau-grüne Infrastrukturen werden nicht nur als besonders verletzlich erachtet, sondern auch als Schlüssel zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit an die Folgen des Klimawandels. Ein Fokus künftiger Forschung im Kontext resilienter Stadtregionen sollte daher auf die Entwicklung grün-blauer Infrastrukturen und die Erhöhung ihrer Ökosystemleistung abzielen.

Es herrschen deutliche Unterschiede hinsichtlich des von den Forscher*innen verwendeten Resilienzkonzepts für die Arbeit an Fragen der Infrastrukturentwicklung im Klimawandel. Einerseits wird Resilienz als Ableitung von Katastrophenschutz und Risikomanagement verstanden und in der Forschung entsprechend auf den Umgang mit Schocks wie Naturkatastrophen fokussiert. Andererseits wird der Blick auf Anpassungsmaßnahmen im Bereich städtischer grauer und grüner Infrastruktur gerichtet und dabei auf den Umgang mit lang andauernden Krisen geblickt. Im Kontext der klimaresilienten Entwicklung von Stadtregionen werden beide Perspektiven auch in Hinkunft bedeutend sein.

Uneinigkeit herrscht hinsichtlich des geeigneten Governance-Ansatzes zur Erhöhung der Resilienz. Während einerseits verstärkt klare top-down Regelwerke auf nationalstaatlicher und internationaler Ebene gefordert werden, die das lokale Handeln im Sinne klimaresilienter Entwicklung rahmen, wird andererseits mehr Handlungsspielraum für den angepassten Umgang mit lokalspezifischen Herausforderungen eingefordert. Die Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen des jeweiligen Politikansatzes in der „Climate Governance" erscheint daher ebenso wichtig wie die Beforschung der adaptiven Kapazität der Systeme selbst.

Schließlich wird unisono die effektivere Verbreitung von Forschungsergebnissen und Erkenntnissen gefordert: *„Es ist wichtig, Forschungsergebnisse besser verfügbar zu machen und intensiver an ihrer Verbreitung zu arbeiten."* Ein Schwerpunkt auf die zielgerichtete Vermittlung von Klimaresilienz-Wissen erscheint daher zentral.

Kapitel 4:

Empfehlungen zur Stärkung der resilienten stadtregionalen Entwicklung

Wie die bisherigen Befunde gezeigt haben, gilt es in einem nächsten Schritt Fragen zur Umsetzung von vorhandenem Wissen und erkennbaren Anforderungen an die kritischen IS-Systeme zu beantworten, um die Effektivität von Projekten und Strategien zu verbessern. Der Fokus liegt somit auf der **Frage, wie transdisziplinäre Projekte zwischen Wissenschaft und Praxis unter verbesserten Förderbedingungen besser gelingen können.** Zu diesem Zweck sollen Anforderungen und Vorschläge entwickelt werden, wie Forschung in die Praxis der Entwicklungsplanung und des Managements von kritischer Infrastruktur eingebunden und damit Resilienz in der stadtregionalen Entwicklung durch gute Förderansätze befördert werden sollte.

Um diese Frage zu beantworten, fand eine Art Fokus-Workshop online statt, bei dem in interaktiver und diskursiver Form verschiedene Thematiken zur transdisziplinären Forschung erarbeitet wurden. Siehe hierzu die Details unter:
https://padlet.com/PlanSinn/RESIST
Dieses Ergebnis resultiert aus der Teilnahme von 4 Expert*innen aus der Praxis der Städte sowie in Summe von 6 Expert*innen aus der Forschung.

Diese Ergebnisse waren zudem Grundlage für ein Webinar, das einige Tage später stattfand. Dieses Webinar ist auf der Energy Transition Timeline des Klima- und Energiefonds abrufbar. Im Ergebnis lassen sich diese Befunde als ‚acht Schätze' zur transdisziplinären Kooperation interpretieren, welche hier im Sinne von Empfehlungen kurz zusammengefasst werden.

4.1 Acht Schätze zur transdisziplinären kooperativen Forschung

Schatz 1: Mindset und Sprache: Gemeinsames Verständnis von Resilienz erzeugen

- Umfassendes technisches, ökologisches und sozial-ökologisches Verständnis erzeugen
- Klar zwischen Notfall- und Krisenmanagement, Prävention und Risikominimierung zur Vulnerabilität und Anpassungsprozessen (adaptive Resilienz) unterscheiden
- Leicht verständliche Kommunikation zum sperrigen Begriff ‚Resilienz' aufbauen
- wissenschaftlicher Befunde leicht verständlich kommunizieren
- Sensibilität für benachteiligte Gruppen entwickeln
- Wirtschaftlichkeit und Nutzen von Projekten verdeutlichen
- Kommunikation über Medien (als Verbündete) sorgfältig planen und intensivieren

Schatz 2: Entscheidungen zur kollaborativen Strategiefindung

- Inter- und transdisziplinär Aufgaben bewältigen
- Kooperative Prozesse zur effektiven Problemlösung forcieren
- Zusammenarbeit der 4 Sektoren: Zivilgesellschaft/NGOS, Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft
- ‚Silo'-Denken in allen Sektoren aufbrechen
- Vertrauen aufbauen
- Informelle Steuerung ermöglichen

Schatz 3: Stadtregion: Neukonzeption von Regionalisierung

- Ausgangspunkt Vulnerabilität/Risikoeinschätzung für neue Regionalsierungsstudien
- Integration lokalen Wissens über Citizens Science-Ansätze
- Berücksichtigung der im Raum wirksamen kritischen/gefährdeten IS-Systeme
- Mehrdimensionale regionale Risikobewertung durch ergänzende Studien
- Regionale Bewusstseinsbildung auch in territorial agierenden Institutionen forcieren
- ‚harte' Instrumente der Raumordnung und Raumplanung anpassen

Schatz 4: Labore als neue Formate der offenen Kooperation

- Reallabore (urban living labs) etablieren
- Frühzeitige Einbindung von lokalen Akteuren forcieren
- Lokales Wissen aktivieren und nutzen
- Kreative Lernprozesse unterstützen
- Experimentelle Governance zulassen

Schatz 5: Augenhöhe: wertschätzende Kooperation zwischen Praxis und Wissenschaft von Anfang an

- Forschungsfragen- und -bedarf sowie Verwertungsstrategien möglichst zu Beginn gemeinsam definieren
- Gemeinsame Informationsbasis und Wissensgenerierung schaffen
- Ausreichend Ressourcen für Lernprozesse (gefördert) bereitstellen
- Abbau von Stereotypen, Offenheit und Wertschätzung in der Kooperation gewährleisten
- Wechselseitigen Nutzen durch Kooperation klarstellen
- Erfolgsgeschichten klar kommunizieren

Schatz 6: Wissensmanagement: erworbenes Know-How zu Resilienz zugängig machen

- Datenplattformen zum Sammeln etablieren
- Wirksamkeit von Projekten darstellen und Monitoring hierzu durchführen
- praktische Umsetzbarkeit und Akzeptanz forcieren
- Visualisieren und Verbreiten/Disseminieren neuen Wissens gewährleisten
- Medien intensiv einbinden
- Informelles Lernen ermöglichen

Schatz 7: Förderregimes zur Integration von Wissenschaft und Stakeholdern anderer Sektoren

- Starke Anreize für transdisziplinäre Kooperation setzen
- Freiräume/Innovationsräume für das Experimentieren schaffen
- Privatwirtschaft/Unternehmen in Förderungen einbinden
- Konsortienstruktur verpflichtend vorgeben
- Kleine Projekte niederschwellig zulassen
- Ziele möglichst präzise/quantifizierbar formulieren
- Gesellschaftliche, regionale Effekte bei Projektanträgen einfordern
- Verbreitung von Projektergebnissen in Wissenschaften fördern

Schatz 8: Inhalt und geeignete moderne Kommunikationsformen in Projekten forcieren

- Konzepte zur Stärkung adaptiver Resilienz müssen das Dilemma zwischen bisherigen Erfahrungen zur Vulnerabilität und erwarteten Wirkungen adaptiver Aktivitäten/Maßnahmen/Investitionen klar herausarbeiten und verständlich machen
- Konzepte müssen unterschiedliche Zeithorizonte zum Notfallmanagement, zur Prävention und zur adaptiven Anpassung klar zum Ausdruck bringen und kommunizieren
- Projekte zur Stärkung adaptiver Resilienz müssen Nutzen-Kosten-Relationen klar benennen
- Monitoring von Projektwirkungen bzw. Simulationen zur Entscheidungsfindung müssen überzeugend kommuniziert werde
- Resiliente Entwicklung auf regionaler Ebene ist durch anwendungsorientierte Netzwerkbildung und Netzwerkbewertung zu erarbeiten
- Auf lokaler Ebene sind offene und inklusive Innovationsprozesse durch problemorientierte Stadtlabore zu gewährleisten

Aus diesen Anforderungen an Forschung, Praxis und Förderregimes können eine Reihe von Empfehlungen zur Forschung geordnet nach abnehmender Abstraktheit der Ziele und Aktivitäten festgehalten werden:

4.2 *Vier Empfehlungen zur Forschungsförderung*

Empfehlung 1: Fokus auf Anpassungsfähigkeit

Stärkung der Anpassungsfähigkeit von kritischen IS-Systemen durch Österreich weite Bewusstseinsbildung und nationale Problem orientierte Förderpolitiken zur Stärkung regionaler und lokaler Resilienz; d.h., neben Verbesserung der unmittelbaren Prävention insbesondere der Ausbau der integrativen und adaptiven Kapazitäten für zukünftige Anforderungen

Forschung und Praxis zu Impakts des Klimawandel bestätigen ein umfassendes fachliches Wissen und erste Erfahrungen zur Vulnerabilität von IS-Systemen und deren Risikomanagement, hingegen ein deutliches Defizit an umsetzungsorientierten, effektiven Strategien, den zu erwartenden Anpassungsbedarf in den am meisten gefährdeten IS-Systemen (kritische IS-Systeme) zu gewährleisten.

Dabei fehlt es weniger an fachlich-wissenschaftlicher Expertise als vielmehr an
(1) geeigneten Bedingungen der vertikalen und horizontalen kooperativen Zusammenarbeit durch Kompetenzaufsplitterung auf verschiedenen Politik- und Verwaltungsebenen und dominantes ‚Silo-Denken' einzelner Verwaltungseinheiten, und
(2) einem zeitgemäßen Verständnis von Resilienz, welches - neben dem Risiko- und Gefahrenmanagement in technisch-ökonomischer Sicht - ihre Aufmerksamkeit mittelfristig auf die Anpassungsfähigkeit von sozialen wie auch grünen und blauen technischen IS-Systemen (Robustheit, Flexibilität und Redundanz) durch Bewusstseinsbildung in Gesellschaft und Politik richtet.

Somit bedarf es zukünftig einer stärkeren Fokussierung auf die Stärkung der Anpassungskapazitäten von IS-Systemen, um neuen Impakts effektiver begegnen zu können. Dazu sind auf regionaler und lokaler Ebene die IS-Systeme in ihrer Gefährdung zu identifizieren und auf Basis transdisziplinärer Zusammenarbeit präventiv zu stärken und unter strategischen Kriterien robust und flexibel zu gestalten.

Zusätzlich bedarf es übergeordneter Politiken und Förderprogramme (EU, Bund, Land), die das öffentliche Bewusstsein zur verbesserten resilienten Entwicklung fördert. Offenbar sind viele Städte und Gemeinden bislang nicht sehr an dem Thema interessiert oder besitzen nicht die Kapazitäten, sich neuen Aufgabenstellungen vor allem auch auf strategischer Ebene anzunehmen. Resilienz sollte handlungsanleitend sein bei der Umsetzung des ‚Green Deal', wobei technische Resilienz und präventive Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung selbstverständlich wichtig sind, aber gleichzeitig dürfen-ökologische Resilienzstrategien nicht vernachlässigt werden, um in Zukunft effektiver als bisher adaptive Maßnahmen realisieren zu können. Hierzu ist insbesondere die Zusammenarbeit von Staat/Politik und Wissenschaft gefordert.

Empfehlung 2: Mut zu innovativen Formaten

Neue Innovationsräume sind durch die Neukonzeption von Regionen in Österreich unter Berücksichtigung sozioökonomischer, klimabezogener und IS-bezogener Verflechtungen als Kriterien zur besseren Einschätzung und Kommunikation von Herausforderungen sowie unter Einbeziehung lokalen und regionalen Wissens (citizens science-Ansatz) zu ermöglichen. Die Netzwerkbildung auf geeigneter regionaler Ebene soll darauf aufbauend forciert werden.

Bislang wird öffentliches Bewusstsein primär über klimabedingte Katastrophenfälle in Städten und Regionen über mediale Berichte versucht zu schaffen. Trotz zunehmender Hinweise auf den Klimawandel (siehe Berichterstattung zu den Starkregen und dem katastrophalen Hochwasser in einigen Regionen Deutschlands, Belgiens, den Niederlanden und der Schweiz) bleibt dies eher isoliert aufgenommene Information zu Regionen, die uns oft nur wenig bekannt sind. Eine aktive Auseinandersetzung mit den eigenen regionalen Bedingungen zur Klimaresilienz fehlen die Bezüge. Eine regionalisierte Information zu den Risiken, Bedingungen und Möglichkeiten bezüglich der Herausforderungen in der eigenen Region sollte demgegenüber aktives Wissen zu Klimaschutz und Klimawandel erzeugen und die Bereitschaft zu Klima resilienten Handeln erhöhen. Eine derartig regionalisiertes Grundlagenwissen ergänzt und verbessert jedenfalls die Kommunikationsmöglichkeiten und daher auch das Bewusstsein in der Öffentlichkeit.

Die Etablierung und Stärkung von resilienter Entwicklung bedarf daher neuer Innovationsräume auf Basis regionalisierter Vulnerabilitätsrisiken. Eine derartige Regionalisierung muss dem Umstand Rechnung tragen, dass neben herkömmlichen funktionalen Verflechtungen durch Infrastrukturnetze insbesondere auch Eigenschaften bezüglich klimabedingter potentieller Impakts (Hochwasser, Hitze, anormale Temperaturverläufe, etc.) berücksichtigt werden. Über einen solchen stadtregionalen Typisierungsansatz entstehen neue Grundlagen zur Diskussion von Gefährdungspotentialen von einzelnen Infrastruktur-Systemen und insbesondere auch zur Bewertung von Anpassungsdefiziten bzw. -kapazitäten, welche unverzichtbare Rahmenbedingungen für stadtregionale Initiativen und Strategien sein sollten.

Hierzu braucht es einer neuen methodologischen Konzeption: einerseits bestehen schon vielfältige Typisierungs- und Regionalisierungsansätze für Einzelregionen und/oder spezifische Themen, um das präventive Naturgefahrenmanagement zu verbessern. Andererseits sollte dieses wissenschaftlich fundierte Wissen über geeignete Citizens Science Ansätze und in der Folge durch Netzwerkbildung ergänzt werden, um lokales und regionales Wissen zu Klimawandelimpakts zu berücksichtigen. Damit können lokale und regionale Akteure mit mehr oder weniger spezialisierten Wissen von Anbeginn in analytischer Arbeit beteiligt werden bzw. sehr frühzeitig Interaktionen mit externen Expert*innen geschaffen werden, um die Bewusstseinsbildung wechselseitig zu stimulieren.

Empfehlung 3: Förderung von Transdisziplinarität

Die Anpassungsfähigkeit von Stadtregionen an zukünftige Herausforderungen muss neben dem Einsatz neuer Technologien insbesondere durch umsetzungsorientierte transdisziplinäre Projekte durch flexiblere und gleichzeitig präzisere Förderbedingungen verbessert werden: (1) Flexibler durch eine stärker experimentelle Ausrichtung mit jeweils adäquater Kooperation von Akteuren aus Forschung/Planung, Verwaltung Wirtschaft und Zivilgesellschaft/NGOs, wobei insbesondere die Kommunikation und Beteiligung von Anfang an transparent und offen geführt werden muss; (2) Präziser durch ein gezieltes Monitoring und permanent Bewertung der zu erreichenden Projektziele sowie durch eine intensivere Disseminationsstrategie vor allem bezüglich des gesellschaftlichen Mehrwerts.

Viele Städte und Gemeinden zählen zu den Stadtregionen in Österreich. Sie haben Erfahrung in kooperativer Arbeit und es besteht großes Vertrauen (Erfahrungen) in der Organisation von Hilfeleistungen bei Notfällen. Prävention durch Risikomanagement bei Naturgefahren wird aktiv betrieben, Fragen der Risikominimierung und Vermeidung von Vulnerabilität wird primär mit technischen Lösungsansätzen begegnet. Auch die Stärkung der Anpassungsfähigkeit setzt primär auf technische Lösungen und den Einsatz moderner Technologien zum Monitoring. Gleichzeitig zeigen aber die Erfahrungen der schon bislang aktiven Städte, dass die in die Zukunft gerichteten Strategien

und Projekte aus verschiedenen Gründen kaum oder gar nicht durchzubringen sind: deren Ursachen reichen insbesondere auf stadtregionaler Ebene von Legitimationsproblemen von Investitionen in die Zukunft über dominante Partikularinteressen einzelner Akteure und -gruppen bis zu fehlendem Bewusstsein und Beteiligungsbereitschaft von Politik und Zivilgesellschaft.

Auch diesbezüglich fehlt es weniger an fachlicher Expertise, sondern vielmehr an klaren Strategien und Möglichkeiten zur Verbreitung und Kommunikation von relevanten Erkenntnissen aus der Forschung an Politik, Zivilgesellschaft und Wirtschaft.

Geförderte Projekte stehen üblicherweise wegen genauem Enddatum unter Rechtfertigungsdruck, sie bleiben in der Umsetzung selbst oft schon ‚auf halbem Wege' unvollendet oder haben durch klar begrenzte Förderbedingungen kaum eine Möglichkeit, sich zu verselbständigen oder positive Effekte der Umsetzung sowie der Fortsetzung und Verbreitung zu stärken. Monitoring von Projektfortschritten bzw. Evaluierungen von Kosten-Nutzen-Verteilungen fehlen zumeist aufgrund einer fehlenden Evaluierungskultur. Die Gründe hierfür liegen in der geringen Einbettung von Projekten in konsistente mittel- und langfristige Strategien oder in einem oft falsch verstandenen Monitoring, welches Evidenz basiertes Lernen sowie Ziel orientierte Bewertungen sehr schwierig macht.

Empfehlung 4: Betonung lokaler Prozesse

Die Etablierung und Stärkung von resilienter Entwicklung bedarf der Stärkung adaptiver Kapazitäten auf der regionalen und lokalen Ebene unter Einbeziehung der unterschiedlichen Interessen von Akteuren. Innovationen müssen eingebettet in regionalen Bedingungen als erstes auf der lokalen Ebene wirksam werden, um davon ausgehend in Teilebieten von Stadtregionen oder für bestimmte Gruppen sukzessive die regionale Klimaresilienz zu stärken. Hierzu sollten niedrigschwellige Zugänge in der Ideensammlung auf lokaler Ebene, der Unterfütterung mit Fachwissen und der Einholung der Interessen aller Akteure durch geeignete Kommunikationsformen geschaffen werden. Es bedarf somit eines Innovationsraumes auf lokaler Ebene, in dem fachliches Wissen und lokale Interessen aufeinandertreffen, Lernprozesse durch geeignete Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Gruppen forciert, sowie Innovationsprozesse (technische wie soziale) durch klare Beteiligungsbedingungen unterstützt werden.

Innovationsräume entstehen am ehesten in sogenannten Stadtlaboren (urban Living Labs), indem Fachwissen aber auch finanzielle Ressourcen in top-down Prozessen zur Verfügung gestellt werden und gleichzeitig in bottom-up Prozessen unter Beteiligung aller 4 Akteursgruppen (Verwaltung/Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft/NGOs) von Anfang an in der Zusammenarbeit gestärkt werden. Dieser Prozess orientierte Innovationsansatz zeichnet sich somit durch die frühzeitige Integration aller Akteursgruppen aus und ermöglicht neben Grundlagenvermittlung Ergebnis offene Lern- und Innovationsräume unter der sehr allgemeinen Vorgabe der Stärkung der Klimaresilienz durch gestärkte Kapazitäten zur Reduktion von Emissionen und Vulnerabilität oder auch zur Verbesserung der Anpassungskapazitäten für zukünftige Herausforderungen. In der Forschungsförderung sollte zwischen transdisziplinären Projekten zur kurzfristigen Risikominimierung der Vulnerabilität und Prävention einerseits und den Projekten zu mittelfristigen Anpassungs- und Lernprozessen klar unterschieden werden. Projektziele sind jeweils klar an regionalen Bedingungen auszurichten, um auch die Übertragbarkeit von Projektansätzen in ähnlichen regionalen Kontexten zu gewährleisten

Impressum

Autor*innen:

FB Stadt- und Regionalforschung (Projektleitung), Institut für Raumplanung, TU Wien

Rudolf Giffinger

Antonija Bogadi

Johannes Suitner

Alexander Authried

PlanSinn (Projektpartner)

Wolfgang Gerlich

Johannes Brossmann

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:

Klima- und Energiefonds

Leopold-Ungar-Platz 2/ Stiege 1/ Top 142

1190 Wien

www.klimafonds.gv.at

https://energytransition.klimafonds.gv.at/

Disclaimer:

Die Autor*innen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Satz- und Druckfehler vorbehalten.

Dieses Projekt wird **aus Mitteln des Klima- und Energiefonds** im Rahmen des Programms Energy Transition 2050 gefördert und mit **Unterstützung durch den Österreichischen Städtebund** durchgeführt.