

Vulnerabilitäts-Schnellanalyse für die praxisnahe Anwendung in Städten – das VESPA Tool

Tanja Tötzer, Ernst Gebetsroither-Geringer, Hans Kramar, Wolfgang Gerlich

(Dr Tanja Tötzer, AIT Austrian Institute of Technology, Giefinggasse 4, 1210 Wien, tanja.toetzer@ait.ac.at)
(Dr Ernst Gebetsroither-Geringer, AIT Austrian Institute of Technology, Giefinggasse 4, 1210 Wien, ernst.gebetsroither@ait.ac.at)
(Dr Hans Kramar, Institute für Raumplanung TU Wien, Karlsplatz 13, 1040 Wien, hans.kramar@tuwien.ac.at)
(DI Wolfgang Gerlich, PlanSinn, Zollergasse 18-20/1/3, 1070 Wien, woge@plansinn.at)

1 ABSTRACT

Städte sehen sich zunehmend mit den Auswirkungen des Klimawandels und anderer globaler Krisen konfrontiert, die ihre bebaute Umwelt, ihre Infrastruktursysteme und die allgemeine Lebensqualität ihrer Bevölkerung erheblich bedrohen. Während Großstädte oft über die Ressourcen und Expertenwissen verfügen, um diese Herausforderungen zu bewältigen, und sich aktiv an Initiativen wie EU-finanzierten Forschungsprojekten beteiligen, können mittlere und kleinere Städte häufig mit diesen Entwicklungen nicht Schritt halten. Sie stehen vor zahlreichen Herausforderungen bei der Gestaltung und Umsetzung von Veränderungen und Maßnahmen, die für den Aufbau von Resilienz erforderlich sind. Oft fehlt ihnen sogar die grundlegende Kenntnis darüber, in welchen Bereichen sie am vulnerabelsten für externe Einflüsse sind. Diese Vulnerabilitäten zu identifizieren und kennen ist jedoch eine entscheidende Voraussetzung dafür, transformative Veränderungen hin zu widerstandsfähigeren Strukturen voranzutreiben.

Daher entwickelte ein Konsortium rund um AIT, TU Wien und PlanSinn im Projekt VESPA, das vom österreichischen Klima- und Energiefonds finanziert wurde, einen Prototypen für eine Vulnerabilitäts-Schnellanalyse, der Städten und Gemeinden eine evidenzbasierte Grundlage zur Bewertung von Risiken und Herausforderungen bietet. Diese Vulnerabilitätsanalyse ist als webbasiertes Tool für die praktische Anwendung implementiert und ermöglicht es österreichischen Städten, individuelle Vulnerabilitätsprofile zu erstellen und zu analysieren. In diesem Beitrag stellen wir die Schlüsselemente des VESPA-Tools und erste Erfahrungen mit der Anwendung in Teststädten vor und geben einen Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen.

Keywords: Web-Applikation, Partizipative Stadtplanung, Vulnerabilitätsanalyse, Co-Creation, Resilienz

2 VULNERABILITÄT ALS WICHTIGER SCHRITT ZUR URBANEN RESILIENZ

Österreichs Städte sind sich zunehmend der Auswirkungen des Klimawandels sowie weiterer krisenhafter Entwicklungen bewusst (Giffinger et al. 2021) und sehen insbesondere eine Gefährdung ihrer baulichen, blauen und grünen Infrastruktursysteme sowie der Lebensqualität der Bevölkerung. Eine frühzeitige und vorausschauende Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen und zukünftige Entwicklungen ist daher essenziell. Ein zentrales Element des Anpassungsprozesses ist die umfassende Kenntnis des Status quo und der bestehenden Vulnerabilitäten, um das lokale Vulnerabilitätsrisiko klar abschätzen und effektive Maßnahmen für robustere Infrastrukturen und verbesserte adaptive Kapazitäten setzen zu können (Füssel und Klein, 2006; IPCC, 2022)

Längerfristige Transformationsprozesse in Richtung Resilienz können nur dann erfolgreich verlaufen, wenn bestehende Systeme hinreichend robust, anpassungsfähig und lernfähig sind. Das gemeinsame Lernen und Identifizieren von vorhandenen Vulnerabilitäten stellt einen entscheidenden Schritt dar, um Betroffenheit zu erzeugen, gezielte Anpassungsstrategien nach Dringlichkeit und Dimension zu sortieren und resilienzorientierte Steuerungsansätze zu etablieren. Durch eine vorausschauende, systematische Anpassung bestimmter Entwicklungsbereiche können Vulnerabilitätsrisiken reduziert werden.

Es gibt jedoch weder hinsichtlich Vulnerabilität noch hinsichtlich Resilienz ein Patentrezept, wie Städte und Regionen am besten damit umgehen können. Die Betroffenheit von Städten und Regionen variiert in Abhängigkeit von regional unterschiedlichen klimatischen und wirtschaftlichen Auswirkungen sowie den divergierenden Anpassungskapazitäten der jeweiligen Städte. Daher ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich, die auf einer fundierten Analyse der bisherigen Vulnerabilitätserfahrungen basiert und sozioökonomische, naturräumliche sowie geografische Rahmenbedingungen berücksichtigt. Zudem sind eine Verbesserung der Informationsgrundlagen und eine Stärkung der Entscheidungsprozesse notwendig.

Zur Erfassung, Beschreibung und Analyse der Widerstandsfähigkeit von Systemen gegenüber Bedrohungen von außen entwickelte das Projektkonsortium auf Grundlage einer systemischen Herangehensweise das

begriffliche Konzept der „Vulnerabilität“. Dabei wird dieser Begriff nicht nur zur Analyse der Funktionsweise bestimmter Ökosysteme bei der Bestimmung von Risiken verwendet, sondern Bezug zu einem breiten „Spektrum von sozialen, wirtschaftlichen, institutionellen und ökologischen Gefährdungen sowie deren Wechselwirkungen“ genommen (Greiving, 2018). Häufig wird dieses Konzept in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit den Folgen des Klimawandels angewendet, wobei diese Risikoabschätzung nach Füssel und Klein (2006) vier wesentliche Zwecke verfolgt: Neben dem Verständnis für klimaempfindliche Systeme und der Spezifizierung von Zielen zur Bremsung des Klimawandels sollen politische und wissenschaftliche Bemühungen priorisiert und Anpassungsstrategien zur Risikominimierung entwickelt werden, was eine fundierte Informationsbasis voraussetzt (S.324). Im Zentrum vieler wissenschaftlicher Auseinandersetzungen steht die Frage nach den Determinanten der Widerstandsfähigkeit oder der Verletzlichkeit von Systemen gegenüber mannigfaltigen Gefahren und Bedrohungen: Bereits in frühen theoretischen Arbeiten, die sich mit diesem Konzept der befassen, wird Vulnerabilität als Funktion von Sensibilität, Anpassungsfähigkeit und Exponiertheit gesehen (Brooks, 2003; Polsky et al., 2007).

Nach dem 5. IPCC Assessment Report ist Vulnerabilität neben den konkreten Gefährdungen („hazards“) und der Exponiertheit („exposure“) eine der drei Komponenten, die das Risiko gegenüber den Folgen des Klimawandels bestimmt. Somit wird in diesem Zugang Vulnerabilität als die spezifische Neigung oder Disposition für eine nachteilige Beeinträchtigung verstanden, die durch Sensibilität, („sensitivity“), Empfindlichkeit („susceptibility“) oder mangelnde Anpassungsfähigkeit („lack of capacity to cope and adapt“) eines Systems entscheidend beeinflusst wird (IPCC, 2014). Um die Widerstandsfähigkeit oder die Verletzlichkeit von einzelnen Städten und Regionen abschätzen zu können, braucht es daher nicht nur ein grundlegendes Verständnis für Gefahrenpotenziale und Vulnerabilitäten, sondern auch eine evidenzbasierte Abschätzung der spezifischen Risikoneigung. Mehrere Studien versuchen daher, die unterschiedliche Betroffenheit von klimawandelbedingten Naturkatastrophen und Extremwetterereignissen anhand bestimmter relevanter lokaler Gegebenheiten abschätzen (Alfieri et al., 2015; Tapia et al., 2017). Diese Aufgabe stellt jedenfalls eine Herausforderung hinsichtlich möglicher Analysewerkzeuge und einheitlicher Indikatoren dar. Erkenntnisse aus Projekten zu Smart City Indikatoren (Giffinger und Kramar, 2022; Demel, 2021), und Resilienz in Stadtregionen (Giffinger et al., 2021) zeigen, dass (1) jede Stadt ihre spezifischen Vulnerabilitäts- und Anpassungsmerkmale auf Grundlage stadtspezifischer Stärken und Schwächen identifizieren muss, (2) Indikatorenkonzepte an die sachlichen Anforderungen bestimmter Entwicklungsbereiche (z. B. Mobilität, Energieversorgung) angepasst sein sollten, um städtische Profile präzise abzubilden, und (3) allgemeine Indikatorensysteme für größere Gruppen von Städten durch stadtspezifische Indikatoren ergänzt werden müssen, um deren spezifischen Gegebenheiten gerecht zu werden.

Mit diesem Vorwissen zielte das Projekt VESPA (<https://smartcities.at/projects/vespa/>), das vom österreichischen Klima- und Energiefonds finanziert wurde, darauf ab, eine Vulnerabilitäts-Schnellanalyse für Städte zu erstellen. In einem Konsortium bestehend aus AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Technischer Universität Wien und PlanSinn Planung & Kommunikation GmbH wurde ein Prototyp dafür entwickelt, der Städten und Gemeinden eine evidenzbasierte Grundlage zur Bewertung ihrer Vulnerabilität bietet.

3 METHODISCHE GRUNDLAGEN DES VULNERABILITÄTS-CHECKS

Das VESPA Tool basiert auf drei methodischen Ansätzen: 1) auf einem evidenzbasierten Bewertungssystem anhand eines strukturierten Indikatorenkatalogs 2) auf einem userinnen- und userzentrierten Designansatz, der Städte co-kreativ in die Toolentwicklung einbindet und 3) auf der Ausprogrammierung des Prototypen, der zweistufig aufgesetzt wurde (Eigeneinschätzung im „Self-Check“ und datenbasierte Auswertung im „Full-Check“). Das folgende Kapitel stellt die derart entwickelten Methoden im Detail vor.

3.1 Entwicklung eines evidenzbasierten Bewertungssystems

Die vielfältigen Herausforderungen und Gefahren, die aufgrund bestehender Trends und veränderter Rahmenbedingungen in den nächsten Jahren zu erwarten sind, werden Österreichs Städte und Gemeinden in sehr unterschiedlichem Ausmaß betreffen. Die individuelle Betroffenheit und Verletzlichkeit ist jedoch kein Zufall, sondern wird durch grundlegende Wirtschafts-, Gesellschafts-, Siedlungs-, Mobilitäts- und Landschaftsstrukturen sowie die lokale Verwaltung und Governance bestimmt. Im Gegensatz zu vielen

vornehmlich klimawandelbezogenen Risikoabschätzungen versucht das VESPA-Tool, das Konzept der Vulnerabilität auch auf andere (z.B. ökonomische, technologische, ökologische, politische, gesellschaftliche, demographische) Herausforderungen und Gefahrenanzuwenden, und deren negativen Auswirkungen auf den Siedlungs- und Naturraum sowie die dort lebenden Menschen, Tiere und Pflanzen zu erfassen. Vulnerabilität wird damit durch zahlreiche und vielfältige Einflussfaktoren unterschiedlicher Dimensionen bestimmt, die nicht losgelöst voneinander zu betrachten sind, weil sie miteinander in Wechselwirkung treten können.

Als Grundlage für einen evidenzbasierten Vulnerabilitätscheck österreichischer Städtewird daher ein strukturierter Indikatorenkatalog entwickelt, der in der Lage ist, die spezifische Vulnerabilität einer Stadt gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen anhand lokaler und regionaler Daten abzubilden. Die Basis dafür bildet eine theoretische Auseinandersetzung mit dem begrifflichen Konzept der „Vulnerabilität“, die in eine strukturierte Übersicht möglicher Gefahren, mit den die österreichischen Städte in naher Zukunft konfrontiert sein könnten, in 4 Dimensionen (ökonomisch-technologisch, ökologisch-naturräumlich, politisch-administrativ, gesellschaftlich-demographisch) mündet. Dabei werden plötzliche Ereignisse („shocks“) und dauerhafte Belastungen („stresses“) unterschieden und nach der räumlichen Ebenen, auf der sie verursacht werden, (global, europäisch, national, regional, lokal) eingeteilt. Damit ist es möglich, sowohl Einzelereignisse (z.B. Naturkatastrophen, Kriege oder Pandemien), als auch langfristige Trends (z.B. kontinuierliche Preissteigerungen, fortschreitende Überalterung oder die ständige Temperaturerwärmung) zu erfassen und hinsichtlich ihrer Gefährdungspotenzials für Städte und Regionen zu berücksichtigen.

Zu diesen erfassten „shocks“ und „stresses“ lassen sich nun jene lokalen Bedingungen ableiten, die bestimmen, wie stark diese Bedrohungen auf einen konkreten Raum wirken und wie gefährlich sie für die lokale Entwicklung werden können. Diese Bedingungen werden in 28 „Vulnerabilitätskriterien“ zu 7 Themenbereichen, die sich 3 zentralen Handlungsfeldern „Mobilitätswende“, „Energiewende“ und „Kreislaufwirtschaft“ zuordnen lassen, beschrieben (siehe Abbildung 1).

Themenbereiche	Vulnerabilitätskriterien	Handlungsfelder		
		Mobilitätswende	Energiewende	Kreislaufwirtschaft
Siedlungs- & Naturraum	Zersiedelung			
Siedlungs- & Naturraum	Versiegelung			
Siedlungs- & Naturraum	Flächenverfügbarkeit			
Siedlungs- & Naturraum	Bausubstanz			
Siedlungs- & Naturraum	Naturraum			
Siedlungs- & Naturraum	Naturschutz			
Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Arbeitsmarkt			
Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Diversifizierung der Wirtschaft			
Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Regionalität			
Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Dynamik und Innovation			
Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Recycling			
Gesundheit, Bildung & Soziales	Gesundheitsversorgung			
Gesundheit, Bildung & Soziales	Bildungsangebote			
Gesundheit, Bildung & Soziales	Soziale Infrastruktur			
Energie & Wasser	Energieinfrastruktur			
Energie & Wasser	Energieautarkie			
Energie & Wasser	Wasserversorgung			
Verkehr & Telekom	Verkehrsinfrastruktur und Erreichbarkeit			
Verkehr & Telekom	Mobilitätsverhalten			
Verkehr & Telekom	Telekom-Infrastruktur			
Bevölkerung	Demographische Struktur			
Bevölkerung	Qualifikation und Ausbildung			
Bevölkerung	Wohlstand und Verteilung			
Bevölkerung	Gesellschaftliche Diversität			
Governance	Kommunales Budget und Eigentum			
Governance	Kommunale Planungs- und Sicherheitskonzepte			
Governance	Beteiligung und Repräsentativität			
Governance	Kommunale Informationsangebote			

Abbildung 1: Vulnerabilitätskriterien nach Themenbereichen

Da sich diese Kriterien nie auf alle, sondern immer nur auf bestimmte Herausforderungen und Gefahren beziehen, wurden diese in einer „Vulnerabilitätsmatrix“ einander zugeordnet. Dort ist einerseits ersichtlich, welche lokalen Bedingungen für welche Bedrohungen in welcher Weise relevant sind und andererseits,

welche Herausforderungen und Gefahren von welchen Vulnerabilitätskriterien bestimmt werden. Alle Vulnerabilitätskriterien liegen weitgehend im Handlungsspielraum der Stadtregionen und lassen sich durch Planungsmaßnahmen auf lokaler oder regionaler Ebene (zumindest teilweise) verändern und steuern. Herausforderungen und Gefahren, denen viele Vulnerabilitätskriterien zugeordnet sind, bieten eine größere Auswahl an Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten als solche, die nur mit wenigen Kriterien verknüpft sind.

Zur datenbasierten Bewertung wurden auf Grundlage potenziell verfügbarer Informationen und Daten mögliche Indikatoren festgelegt, anhand derer die lokale Ausformung der Kriterien beschrieben werden kann. Der Aufwand und die Komplexität für eine solche evidenzbasierte Bewertung ist in Anbetracht der Verfügbarkeit relevanter Daten jedoch sehr unterschiedlich: Zu manchen Vulnerabilitätskriterien gibt es viele Möglichkeiten, diese anhand von allgemein zugänglichen Daten abzubilden, bei anderen ist der Analyse- und Erhebungsaufwand wesentlich höher. Letztendlich konnte zu jedem Kriterium zumindest ein Indikator identifiziert werden. Die insgesamt 68 möglichen Indikatoren zu den 28 Vulnerabilitätskriterien wurden nach der Verfügbarkeit von geeigneten Daten bewertet (Skalenniveau, räumliche Ebene, mögliches Erhebungsintervall) und danach nach Relevanz und Erhebungsaufwand in Kern- und Ergänzungsindikatoren eingeteilt. Die 32 Kernindikatoren, die 21 der Kriterien abdecken, sind dabei trotz hoher Aussagekraft mit relativ geringem Aufwand zu erheben bzw. zu berechnen, während die anderen 36 Indikatoren entweder eigene Analysen oder zusätzliche Erhebungen erfordern, weniger relevant sind oder nur verbale Beschreibungen zulassen.

3.2 Einbindung in einen partizipativen Prozess

In VESPA wurde der Ansatz des userinnen- und userzentrierten Designs verfolgt: Die städtischen Praxisakteurinnen und Praxisakteure als zukünftige Anwenderinnen und Anwender standen von Anfang an im Mittelpunkt des Entwicklungsprozesses. Eine gelingende laufende Konsultation von Städten war daher essenziell für die Tool-Entwicklung. Dazu war es notwendig, eine attraktive Beteiligungsvereinbarung zu bieten: den involvierten Städten sollte durch die Mitwirkung am Projekt auch ein unmittelbarer Nutzen entstehen, denn sie konnten dadurch (unabhängig von Hinweisen für das Tool) unmittelbar Einschätzungen und Denkanstöße zur Vulnerabilität erhalten. Auf dieser Basis ist es gelungen, eine Reihe von Städten zur Mitarbeit zu gewinnen. Dabei haben wir immer auch versucht, mehrere Personen in der Verwaltung der Städte anzusprechen, da Vulnerabilität ja ganz unterschiedliche Fachbereiche betrifft. Insgesamt haben Zuständige für Stadtplanung, Klima, Zivilschutz, Stadtmarketing, Kommunikation oder auch Infrastruktur mitgewirkt.

In einer Online-Umfrage (TypeForm) wurden zu Beginn die Praxisanforderungen an den City-Check von mehreren Städten (Lienz, Graz, Linz, Innsbruck, Baden, Mödling, Klagenfurt, Krems) abgeholt. Dies folgt dem Prinzip des co-creative Design Thinking: sich zunächst im Dialog mit der Praxis über Designkriterien zu verständigen, also zu klären, welche Anforderungen an ein solches Tool gestellt werden bzw. was einer Nutzung in der Praxis entgegenstehen könnte. Anschließend wurde ein entsprechendes Roh-Konzept entwickelt und in einem Online-Workshop von den Praxisakteurinnen, Praxisakteuren und dem Projektteam diskutiert. Dies stellte die Grundlage für den ersten Programmierungsschritt dar.

Ein vor Ort durchgeführter Intensiv-Workshop mit Akteurinnen und Akteuren der Lienzer Stadtverwaltung unter Einbeziehung der verantwortlichen Politik (in Lienz der für Zivilschutz zuständige Vizebürgermeister) diente der detaillierten Bearbeitung des Indikatorenkatalogs und Vulnerabilitätsprofils. Für Lienz wurde ein entsprechendes Profil erstellt. Abschließend wurden in drei Praxislaboren mit 5 Städten die Praxistauglichkeit des Tool Prototypen erprobt und Nutzungsmöglichkeiten erarbeitet. Dabei wurde der Vorgang des „Self-Check“ möglichst realitätsnah in einem Setting mit interdisziplinärer Besetzung in den Städten simuliert. Das anschließende Feed-back hat den Nutzen und die Praxistauglichkeit des Tools bestätigt und Hinweise für die Optimierung der Usability geliefert. Für die Online- Workshops und Praxislabore zog das Projektteam interaktive kollaborative Online-Tools wie z.B. Zoom, Padlet, Slido und Miro heran.

3.3 Entwicklung eines Tools zur Vulnerabilitätsanalyse

Das Vulnerabilitätsanalyse-Tool wurde in Zusammenarbeit mit österreichischen Städten mit einem nutzerzentrierten Design-Ansatz konzipiert, entwickelt und getestet, um seine Praxistauglichkeit und

Anwendbarkeit sicherzustellen. Dabei stand die Notwendigkeit einer schnellen und unkomplizierten Erstbewertung im Vordergrund, um die wichtigsten kommunalen Schwachstellen zu identifizieren und den Bedarf an einer detaillierteren Analyse zu ermitteln. Daher umfasst das Tool zwei Stufen: eine subjektive Bewertung der Vulnerabilitäten („Self-Check“) und eine umfassendere, datengestützte Bewertung („Full-Check“). Dieser Ansatz ermöglicht den Vergleich beider Bewertungsstufen und liefert neue, oft überraschende Erkenntnisse. Die technische Umsetzung der VESPA-Tools erfolgte mittels R-Shiny-Programmierung¹. Die notwendige Infrastruktur zur Benützung als Web-Applikation wurde im Rahmen des Projektes aufgesetzt.

4 ANWENDUNGDES VULNERABILITÄTS-CHECKS

In Kapitel 4 wird die Anwendung des Vulnerabilitäts-Checks beschrieben. Der Vulnerabilitäts-Check ist zweistufig aufgebaut: In einem ersten Schritt absolvieren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einen Self-Check, bei dem in Gruppenarbeit eine themenblockbezogene Selbstbewertung der jeweiligen Indikatoren erfolgt. In einem zweiten Schritt erfolgt ein indikatorengestützter Full-Check, der die Eingabe von Daten erfordert und einen Vergleich zum nationalen Durchschnittswert ermöglicht. Abschließend stellt eine Differenzanalyse dar, inwieweit die Selbstbewertung und Datenauswertung übereinstimmen oder voneinander abweichen. Im Folgenden werden die einzelnen Stufen des Verfahrens detailliert erläutert.

4.1 Self-Check

Das Design für das User Interface und der zweistufigen Toolaufbau (Self-Check und Full-Check) wurde kreativ gemeinsam mit Städten entwickelt und umfasste eine Befragungen, einer Recherche zu ähnlichen Tools, ein Ausloten der programmtechnischen Möglichkeiten und Entwurfsdiskussionen mit Stakeholderinnen und Stakeholdern. Der qualitative Self-Check wurde in einer einfachen Dashboard Struktur mit Fragen zu verschiedenen Themenbereichen wie Natur- & Siedlungsraum, Wirtschaft & Arbeitsmarkt, Bildung & Gesundheit etc.(siehe Abbildung 2) untergliedert. Für die einzelnen Kriterien (z.B. Zersiedelung) kann mittels Schieberegler eine qualitative Eigenbewertung erfolgen, wobei Infoboxen Hilfestellungen zur Beantwortung der Fragen (z.B. „Wie schätzen Sie die Zersiedelung ihrer Stadt?“) bieten. Wie sich in den Diskussionen mit den beteiligten Städten herausgestellt hat, ist eine Dokumentation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur Bewertung ein wesentlicher Bestandteil, um auch später noch nachvollziehen zu können, wie diese Selbsteinschätzung erfolgt ist. Dafür wurde im Tool die Dokumentationsfunktion (Textbox) integriert.

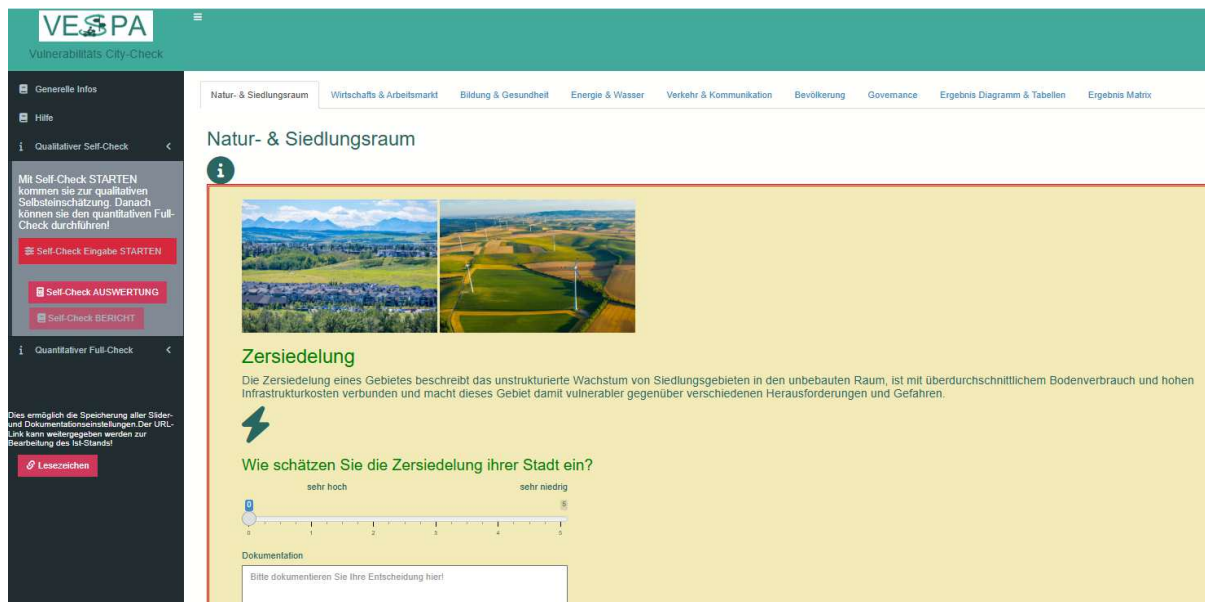


Abbildung 2: VESPA Web-Tool User Interface Self-Check (Ausschnitt)

Die Vulnerabilitätsanalyse soll ein möglichst umfassendes Bild des Status Quo einer Stadt widerspiegeln. Daher müssen die Städte alle Themenbereiche durchlaufen und sich mit verschiedensten Vulnerabilitätsaspekten auseinandersetzen. Um den Prozess möglichst niederschwellig zu halten, wurden pro

¹ <https://shiny.posit.co/>

Themenbereich jedoch nur 2-3 „Pflicht-Kriterien“, die obligatorisch ausgefüllt werden müssen, vorgegeben. Wenn zu allen Themenbereichen eine Selbstbewertung inklusive Dokumentation durchgeführt wurde, kann eine Auswertung des Self-Checks mittels sogenannter Sunburst-Diagramme und in tabellarisch erfolgen. Zudem können diese Ergebnisse auch als interaktiver Bericht (im HTML Format) heruntergeladen werden.

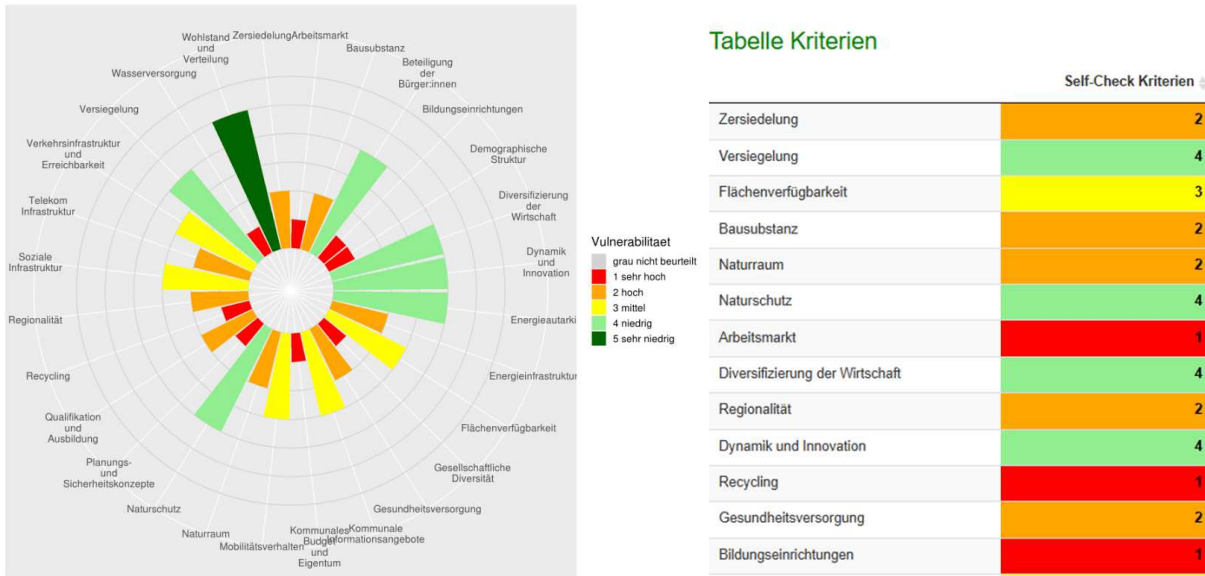


Abbildung 3: VESPA Web-Tool Ergebnisdarstellung Self-Check (Sunburst Diagramm links – tabellarische Darstellung rechts)

Die farbige Darstellung wurde an den Ampelfarben angelehnt und soll rasch und intuitiv einen Überblick über die Vulnerabilitäten liefern. Zusätzlich zu diesen Auswertungen gibt es noch eine sogenannte Gefahrenpotential-Matrix, welche die Themenbereiche, die Kriterien aber auch Herausforderungen und Auswirkungen darstellen. Das Gefahrenpotential ergibt sich dabei als gerundeter Durchschnittswert aus den einzelnen Kriterien. So wird beispielweise das Gefahrenpotential durch Versiegelung (Kriterium) im Themenbereich Natur-&Siedlungsraum in der Verschränkung mit den ökologisch-naturräumlichen Herausforderungen aufgrund von Temperaturanstieg und Hitzewellen (Auswirkung) bewertet. Im gegebenen Beispiel in Abbildung 4 wurde das Gefahrenpotenzial als relativ gering (Durchschnittswert 4) beurteilt.

Matrix Kriterien

Aus der Bewertung der einzelnen Vulnerabilitätskriterien leitet sich das spezifische Gefahrenpotential einer Stadt gegenüber jeder einzelnen der betrachteten Herausforderungen ab in der Spalte 'Gefahrenpotential' sehen Sie daher, gegenüber welchen Herausforderungen Ihre Stadt besonders vulnerabel ist.

[Excel](#) [Print](#)

Herausforderungen und Gefahren (unterschiedliche räumliche Ebenen)	AUSWIRKUNGEN	Gefahrenpotential	Natur- & Siedlungsraum						Wirtschaft & A		
Herausforderung	Warnung	Gefahrenpotential	Zersiedelung	Versiegelung	Flächenverfügbarkeit	Bausubstanz	Naturraum	Naturschutz	Arbeitsmarkt	Diversifizierung der Wirtschaft	Reg
Fachkräftemangel / Arbeitslosigkeit		3							3	0	
Blackout		4								0	
Cyber Angriffe		4									0
Wirtschaftlicher Strukturwandel		3			2	5		0	3	0	0
Technologische Innovationen / Digitalisierung		4							3		0
ökologisch - naturräumlich											
Temperaturanstieg / Hitzewellen		4		5		5	5				
Unwetter / Überschwemmungen / Stürme		4		5	2	5	5				
Wassermangel / Dürren / Waldbrände		3				5	5				
Erdbeben / Lawinen / Erdbeben		4	5	5	2	5	5				
Artensterben / Biodiversitätsverlust		4	5	5	2	5	5	0			
Emissionen (Luft / Lärm)		3		5		5	5	0			
politisch - adminstrativ											
Umbrüche in Politik und Verwaltung		3								0	0
Reduktion von Förderungen und Budgets		3								0	
Änderungen rechtlicher Rahmenbedingungen		3			2					0	

Abbildung 4: VESPA-Full-Check Gefahrenmatrix-Darstellung (Ausschnitt)

4.2 Full-Check

Nach Abschluss des Self-Checks ist es möglich einen Full-Check durchzuführen.

Der Full-Check ist vom optischen Aufbau bewusst sehr ähnlich gestaltet, um in einem abschließenden Schritt einen Vergleich zwischen Selbstbewertung und datenbasierter Auswertung zu ermöglichen. Der wesentliche Unterschied im Full-Check ist jedoch, dass für die Themenbereiche und Kriterien (z.B. Zersiedelung) im

Rahmen des Projektes quantitative Indikatoren (hier z.B. Siedlungsdichte) erarbeitet wurden, die im Tool mit einem Schieberegler eingegeben werden. Das VESPA-Tool hat eine integrierte Hilfefunktion², die zum einen bei der Bedienung helfen soll, aber vor allem zu den quantitativen Indikatoren Beschreibungen und Datenquellen angibt. Somit können die notwendigen Daten direkt über Links zu den Datenquellen abgefragt und danach für die Eingabe verwendet werden, falls die Informationen nicht unmittelbar bekannt sind. Falls für ein Kriterium ein Indikator nicht beurteilt werden kann oder soll, besteht die Möglichkeit dies explizit anzugeben. Dafür ist auch im Full-Check eine einfache Dokumentationsfunktion eingebaut. Zur Unterstützung sind Pop-up-Infoboxen im Tool eingebaut, die Informationen zu den Kriterien und Indikatoren liefern oder direkt zur Hilfe führen. Um sofort zu sehen, wie die jeweilige Stadt abschneidet, werden für die einzelnen Indikatoren Referenzwerte (z.B. österreichische Mittelwerte) angezeigt.

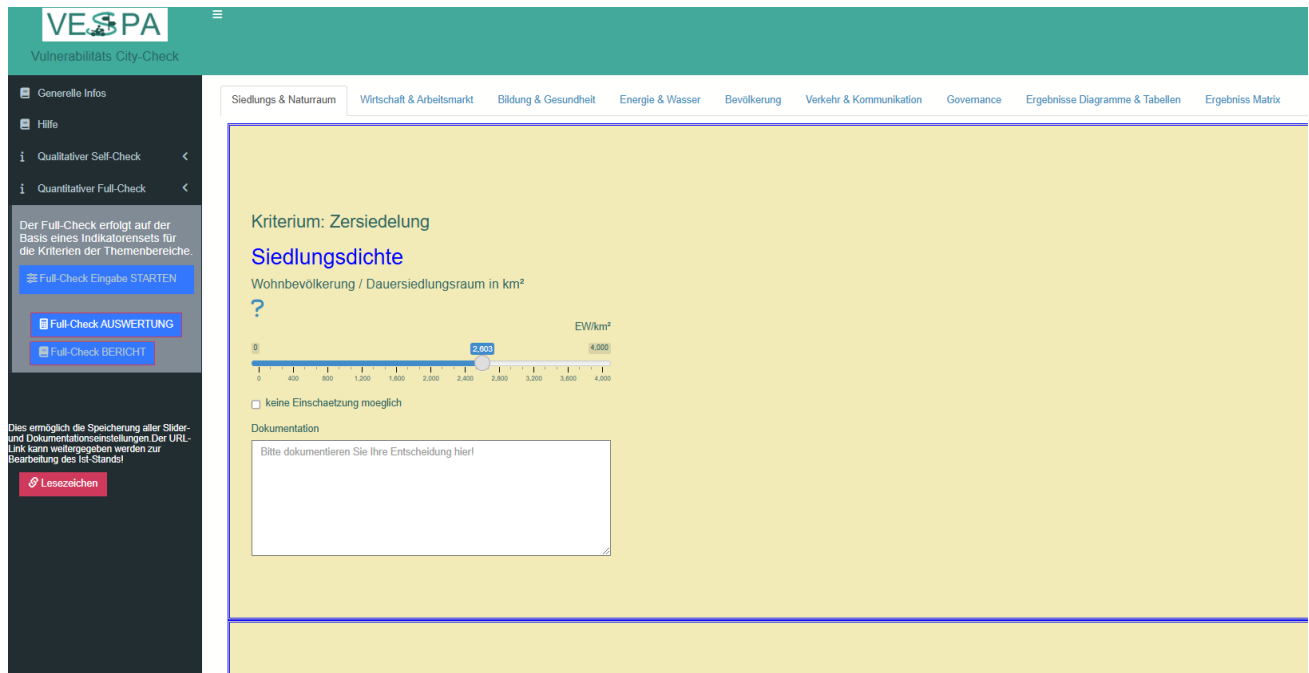


Abbildung 5: VESPA Web-Tool User Interface Full-Check (Ausschnitt)

Hat man den Full-Check durchgeführt, kann man eine Auswertung mit einem Vergleich zwischen der qualitativen Selbsteinschätzung und der objektiveren (datengestützten) quantitativen Vulnerabilitätsbeurteilung durchführen (siehe folgende Abbildung).

Die Differenzdarstellung ermöglicht es, intuitiv zu sehen, wo der Self-Check vom Full-Check wesentlich abweicht. Dort, wo Daten fehlen oder keine Selbsteinschätzung dieses Kriteriums durchgeführt wurde, erfolgt keine Darstellung, da kein Vergleich möglich ist.

Neben der Differenzdarstellung in Form eines Sunburst-Diagramms wird auch ein interaktiver Bericht erstellt, der die Sicherung und Weitergabe³ der beiden Checks inkl. der Dokumentation zu den einzelnen Indikatoren, die während des Prozesses eingegeben wurden, gewährleistet. Dieser Bericht ist in der folgenden Abbildung 7 dargestellt. Diese Zusammenfassung der Bewertung, Ergebnisse inkl. Dokumentation erlaubt es, dass auch zu einem späteren Zeitpunkt nachvollzogen werden kann, wie die Bewertung zustande gekommen ist. Das ermöglicht einen Monitoring-Prozess und einen Vergleich der Einschätzungen zwischen einzelnen Durchführungszeitpunkten.

5 LESSONS LEARNED

Die Anwendung des Vulnerabilitäts-Checks in österreichischen Teststädten hat eine Reihe grundlegender Einsichten hervorgebracht, die sowohl für die Weiterentwicklung des Tools als auch für dessen erfolgreiche Implementierung in der kommunalen Praxis von Bedeutung sind.

² <https://cities.ait.ac.at/projects/vespa/help/Einfuehrung.html>

³ per E-Mail oder als HTML-Dokument in einer Website integriert

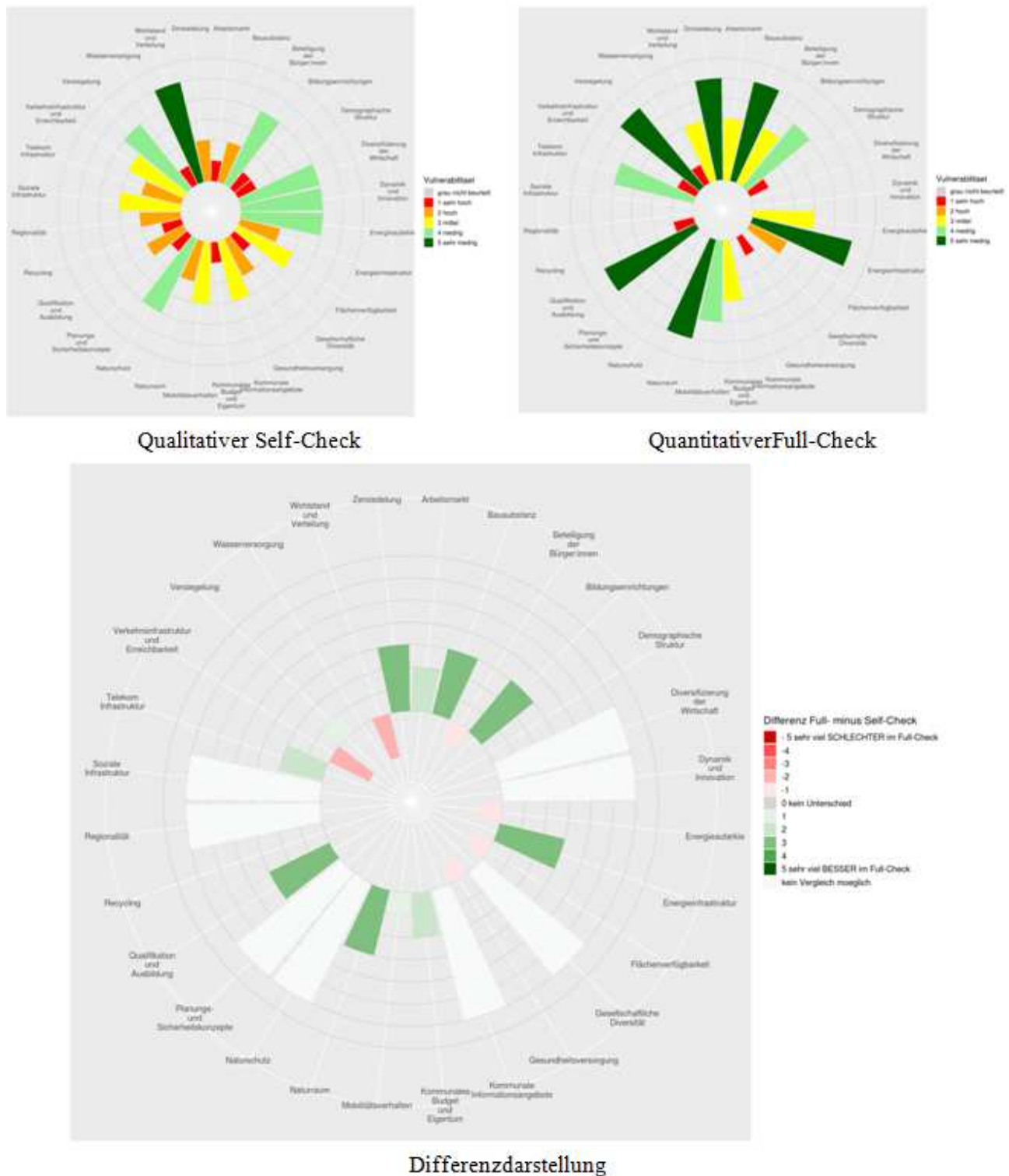


Abbildung 6: Ergebnisdarstellung Differenz Self- vs. Full-Check

5.1 Konzeptionelle Erkenntnisse

- **Bewusstsein für das Konzept der Vulnerabilität:** Grundsätzlich war die Erfahrung, dass sich Städte ungerne mit ihren Schwächen auseinandersetzen. Es bedarf eines Umdenkens, um das Erkennen von Vulnerabilitäten und Ableiten von Resilienz als strategisches Ziel zu verankern. Erst wenn diese Erkenntnis vorhanden ist, kann ein zielführender Prozess initiiert werden.
- **Monitoring als Lernprozess:** Die lokalen Strukturen und Bedingungen sind teilweise sehr stadtspezifisch und individuell, was einen generellen Vergleich verschiedener Städte im Sinne eines komparativen Benchmarkings erschwert. Wesentlich zielführender für Lernprozesse innerhalb der Städte ist hingegen ein Monitoring der lokalen Entwicklung über die Zeit. Durch ein regelmäßiges

Update der Vulnerabilitätsprofile anhand der gleichen Indikatoren können Veränderungen aufgezeigt und die Wirksamkeit von Maßnahmen überprüft werden.

REPORT: Vulnerabilitäts Full-Check

VESPA

[Allgemeine Informationen](#)
[Ergebnisse Self-Check](#)
[Ergebnisse Full-Check](#)
[Ergebnisse Differenz Self-Check und Full-Check](#)

[Dokumentation Kriterien](#)
[Diagramme](#)
[Tabellen](#)
[Matrix](#)

Kommentare Kriterien

id	Themenbereich	Kriterium	Dokumentation	Pflicht
1	Natur- & Siedlungsraum	Zersiedelung		nein
2	Natur- & Siedlungsraum	Versiegelung	Viel Grünflächen wenig versiegelte Parkplätze	ja
3	Natur- & Siedlungsraum	Flächenverfügbarkeit		nein
4	Natur- & Siedlungsraum	Bausubstanz		nein
5	Natur- & Siedlungsraum	Naturraum		nein
6	Natur- & Siedlungsraum	Naturschutz		nein
7	Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Arbeitsmarkt	Leider sind zu wenige Firmen mit Arbeitsplätzen in der Stadt.	Ja
8	Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Diversifizierung der Wirtschaft		nein
9	Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Regionalität		nein
10	Wirtschaft & Arbeitsmarkt	Dynamik und Innovation		nein

Showing 1 to 10 of 28 entries Previous **1** 2 3 Next

Abbildung 7: Interaktiver HTML-Report

- **Ganzheitliche Betrachtung von Vulnerabilität:** Die Workshops mit den Städten haben gezeigt, dass das Tool eine gute Hilfestellung bietet, Vulnerabilität in einem gesamtheitlichen, systemischen und interdisziplinären Ansatz zu erfassen. Das VESPA-Tool gibt einen umfassenden Überblick über spezifische Risiken und Schwachstellen von Gemeinden oder Regionen und kann damit als empirische Grundlage für planerische Entscheidungen auf lokaler und regionaler Ebene herangezogen werden, in denen die spezifischen Anforderungen einzelner Fachdisziplinen integrativ verknüpft werden.
- **Fokus auf lokale Potenziale:** Wegen der Heterogenität der betrachteten Städte und der schwierigen Vergleichbarkeit der verfügbaren Daten ist der interkommunale Vergleich nur bedingt sinnvoll und zielführend. Vielmehr sollte die Ermittlung der spezifischen Problemlagen einer Gemeinde im Vordergrund der Analyse stehen, da nur durch eine individuelle Auseinandersetzung mit dem Thema ein Bewusstsein für lokale Vulnerabilitäten geschaffen und die Bereitschaft zur Umsetzung geeigneter Maßnahmen gefördert werden kann.

5.2 Kommunikation und Anwendung des Tools

- **Kommunikation als Schlüsselfaktor:** Eine effektive Kommunikation zwischen den verschiedenen Stakeholdern ist essenziell, um Verständnis für das Thema Vulnerabilität und gegenseitiges Vertrauen zu schaffen, gemeinsame Lösungsansätze zu erarbeiten und eine nachhaltige Zusammenarbeit zu ermöglichen. Die subjektive Einschätzung der Vulnerabilität erfordert jedoch eine klare Struktur in den Workshops, um valide Ergebnisse zu erzielen.
- **Einbindung relevanter Stakeholder:** Für die Weiterführung des Prozesses sind klare Verantwortlichkeiten notwendig. Es braucht zentrale Akteure, die den weiteren Prozess leiten und unterschiedliche Stakeholder einbinden, denn verschiedene Akteursgruppen tragen Verantwortung für unterschiedliche Aspekte städtischer Vulnerabilität. Eine erfolgreiche Bearbeitung setzt daher die aktive Einbindung aller relevanten Stakeholder voraus.
- **Governance und Management als kritischer Faktor:** Im Krisenfall ist funktionierende Governance ein zentraler Erfolgsfaktor. Dies erfordert ein abgestimmtes Management sowie klare Kommunikations- und Entscheidungswege in den betroffenen Städten unter Berücksichtigung der Interessen aller relevanten Akteurinnen und Akteure.
- **Partizipation als Erfolgsfaktor:** Die frühzeitige Einbindung relevanter Akteurinnen und Akteure spielt eine zentrale Rolle bei der Entwicklung eines „passgenauen“ Tools, das von den Städten tatsächlich genutzt wird. Wäre das Tool ausschließlich wissenschaftlich entwickelt worden, wäre es

umfassender und komplexer, aber weniger praxisnah konzipiert worden. Nur durch co-kreative Miteinbeziehung kann sichergestellt werden, dass das Tool praxisnah und an die spezifischen Bedürfnisse der Städte angepasst ist.

- Self-Check als niederschwelliger Einstieg: Die Erfahrungen mit den österreichischen Teststädten haben deutlich gemacht, dass sich eine qualitative Selbstbewertung („Self-Check“) als effektiver Einstieg erweist. Durch die Selbstbewertung der lokalen Vulnerabilitäten wird die gemeinsame Diskussion und die Auseinandersetzung mit dem Thema Vulnerabilität gefördert. Das erleichtert die anschließende datengestützte Analyse („Full-Check“).

5.3 Methodische Umsetzung

- Sensibilität im Umgang mit Daten: Da die Auseinandersetzung mit Vulnerabilität für Städte ein sensibles Thema ist, wurde bei der Toolentwicklung besonderer Wert auf Transparenz und Datenschutz gelegt. Die Städte wünschten sich, eine umfassende Dokumentation (wer war dabei, warum wurde der jeweilige Indikator so beurteilt?) sowie den Verzicht auf externer oder Cloud-Speicherung. Aus Sicht der Entwickler wird die Verwendung dadurch erschwert, da keine einfache Zwischenspeicherung zwischen Self- und Full-Check möglich ist, aber die Akzeptanz und das Vertrauen in die Vulnerabilitätsanalyse wird dadurch gefördert.
- Relevanz und Aussagekraft der Indikatoren: In der Interpretation und Anwendung der Ergebnisse zeigt sich deutlich, dass für eine gesamtheitliche Analyse nicht die Menge, sondern die Relevanz und Aussagekraft der Indikatoren im Vordergrund stehen muss. Für eine fundierte und gemeindespezifische Analyse ist daher die sorgfältige Auswahl von Indikatoren, mit denen die Städte tatsächlich arbeiten können und die eine praxisnahe Analyse und Steuerung ermöglichen, ausschlaggebend.
- Berücksichtigung weicher Standortfaktoren: Die Überführung von Vulnerabilitätskriterien in konkrete Indikatoren gestaltet sich oft schwierig, da verwertbare Informationen begrenzt verfügbar sind und nicht alle Aspekte umfassend durch quantitative Daten erfasst werden können. Insbesondere „weiche“ Faktoren (etwa im Bereich der Governance) müssen ebenfalls berücksichtigt werden, um ein realistisches Bild der städtischen Widerstandsfähigkeit zu erhalten und Ansatzpunkte für konkrete Maßnahmen zu liefern.

6 CONCLUSIO

Im Rahmen des Projekts VESPA wurde eine fundierte Methodik zur Entwicklung eines strukturierten Indikatorenkatalogs und eines Prozesses zur Bestimmung der Vulnerabilität österreichischer Städte erarbeitet. Dies ermöglicht eine umfassende Analyse lokaler Verwundbarkeiten und liefert wertvolle Erkenntnisse am Weg zu urbanen Resilienzstrategien.

Die Ergebnisse zeigen, dass Vulnerabilität ein sensibles Thema für Städte darstellt, das immer im Zusammenhang mit den lokalen Gegebenheiten gesehen werden muss. Eine praxisnahe Bewertung erfordert nicht nur die Festlegung passender Kriterien, sondern auch die Definition aussagekräftiger Indikatoren sowie eine belastbare Datenbasis. Dabei ist die Messbarkeit einzelner Aspekte eine Herausforderung, insbesondere wenn es um schwer bewertbare Faktoren (wie etwa im Bereich der Governance) geht.

Die enge Zusammenarbeit mit mehreren österreichischen Städten war ein zentraler Erfolgsfaktor des Projekts. Durch den co-kreativen Designprozess und die interdisziplinäre Einbindung unterschiedlicher Fachbereiche konnte ein praxisnahes, anwenderfreundliches Tool entwickelt werden. Besonders wertvoll war die Anwendung und Kombination verschiedener Partizipations- und Beteiligungsformate (z.B. Workshops, Interviews, Reflexionsgespräche) in der Arbeit mit den relevanten lokalen Stakeholdern. Diese Herangehensweise war nicht nur ein Teil der fachlichen Qualitätssicherung, sondern bot den beteiligten Städten auch einen unmittelbaren Nutzen durch Erkenntnisse über ihre eigene Vulnerabilität.

Der zweistufige Bewertungsprozess des Tools, der neben einer qualitativen Selbstbewertung („Self-Check“) auch eine datenbasierte Analyse („Full-Check“) umfasste, wurde von den Städten mit großem Interesse angenommen und erwies sich in der Umsetzung und Anwendung als zielführend und praktikabel. Die Selbstbewertung ermöglichte eine ganzheitliche Auseinandersetzung mit dem Thema, die mit einer datenbasierten Bewertung ergänzt wurde. Die sieben Themenbereiche, in denen vielfältige Vulnerabilitäten

erfasst, analysiert und bewertet wurden, erlauben einen strukturierten Zugang zu diesem komplexen Thema und erweitern damit die bisher oft auf Katastrophenmanagement fokussierte Perspektive um soziale, wirtschaftliche und ökologische Aspekte und beziehen die politische Handlungsebene (Governance) ein.

Neben der inhaltlichen Struktur ist auch die Prozessunterstützung entscheidend für den Erfolg des Tools. Anleitungen, Moderationshinweise und ein klarer Rahmen für dessen Anwendung sind Grundlage einer effektiven und problembezogenen Anwendung in der lokalen und regionalen Strategieentwicklung. Die Weiterentwicklung des Prototyps zu einem umfassenden Bewertungstool soll daher allen interessierten Gemeinden und Regionen nicht nur die Möglichkeit bieten, ihr Bewusstsein und Wissen über externe Gefahrenpotenziale zu erhöhen, sondern auch eine fundierte und evidenzbasierte Grundlage für gezielte Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz darstellen.

7 REFERENCES

- ALFIERI, L., et al.: Ensemble flood risk assessment in Europe under high end climate scenarios. In: *Global Environmental Change* 35, pp. 199-212, 2015.
- BROOKS, N.: Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. In: Tyndall Centre for climate change research working paper 38.38, pp. 1-16, 2003.
- DEMEL Martin: Wie lassen sich Smart City Entwicklungen bewerten und vergleichen? Masterarbeit an der TU Wien, 2021. <https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/19576/1/Demel%20Martin%20-%202021%20-%20Wie%20lassen%20sich%20Smart%20City%20Entwicklungen%20bewerten%20und...pdf>
- FÜSSEL, H.-M. und KLEIN, R.J.T.: Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. In: *Climatic Change*, Vol. 75, 301–329. 2006. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>
- GIFFINGER, R., Bogadi, A., Suitner, J., Authried, A., Gerlich, W., Brossmann, J.: Resilienz in Stadtregionen: Anforderungen und Forschungsbedarf zu kritischen Infrastrukturen »RESIST: Endbericht«. Herausgegeben vom Klima- und Energiefonds, 2021. <https://www.tuwien.at/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=90832&token=ab529d48dda9b623e243beb556caff474e4b96d5>
- GIFFINGER, R. und KRAMAR, H.: Benchmarking, Profiling, and ranking of Cities: The “European Smart Cities” approach. In: Albert, S. and Pandey M. (eds.) *Performance Metrics for Sustainable Cities*. P. 35 – 52. London, New York: Routledge, 2022.
- GREIVING, S.: Vulnerabilität. In: *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Hannover: ARL-Akademie für Raumforschung und Landesplanung, pp. 2857-2863, 2018.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2014.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., 2022. doi:10.1017/9781009325844
- POLSKY, C., ROB, N. and BRENT, Y.: Building comparable global change vulnerability assessments: The vulnerability scoping diagram. In: *Global environmental change* 17.3-4, pp. 472-485, 2007.
- TAPIA, Carlos, et al. "Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities." *Ecological indicators* 78, pp. 142-155, 2017.