

Daniel Johnson, Frieder Schmelzle, Maria Real Perdomo, Linda Bergset, Emil Rösch, Friederike Rohde

Digitale Technologien für natürlichen Klimaschutz in Kommunen

Lösungen um Austausch, Koordination und Management zu verbessern

Schriftenreihe des IÖW 230/25



Daniel Johnson, Frieder Schmelzle, Maria Real Perdomo, Linda Bergset, Emil Rösch, Friederike Rohde

Digitale Technologien für natürlichen Klimaschutz in Kommunen

Lösungen um Austausch, Koordination und Management zu verbessern

Schriftenreihe des IÖW 230/25
Berlin, Februar 2025

ISBN 978-3-940920-36-2

Impressum

Herausgeber:
Institut für ökologische
Wirtschaftsforschung GmbH, gemeinnützig
Potsdamer Straße 105
D-10785 Berlin
Tel. +49 – 30 – 884 594-0
Fax +49 – 30 – 882 54 39
E-Mail: mailbox@ioew.de
www.ioew.de

In Kooperation mit:

Net Positive Cities GmbH
Mecklenburgweg 38
89075 Ulm
Ansprechpartnerin:
Dr. Maria Real Perdomo
Tel. +49 – 175 – 2276774
E-Mail: Maria.Real@Npcities.eu



Dieses Diskussionspapier entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Vorstudie zur ANK-Maßnahme 7.6 ‚Digitale Technologien und natürlicher Klimaschutz in Kommunen (DiNaKom)‘“. Dieses Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz mit der Vergabenummer 1765/2023 beauftragt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.



Zusammenfassung

Angesichts der Bedrohungen durch die globale Klima- und Biodiversitätskrise und den daraus resultierenden Auswirkungen auf die Infrastruktur, den Menschen und die Ökosysteme selbst, bietet sich der natürliche Klimaschutz als Strategie an, um eine Verschlechterung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Menschen zu verhindern. Die Umsetzung einer solchen Strategie, die auch Maßnahmen zum Schutz, zur Verbesserung und zur Wiederherstellung von Ökosystemen umfasst, ist auf lokaler Ebene jedoch nicht unproblematisch, da sie erfordert, dass verschiedene Verwaltungsstellen und Interessengruppen zusammenarbeiten.

Digitale Technologien könnten helfen, solche Projekte zu initiieren, umzusetzen und zu verwalten. Wie groß das Potenzial dafür ist und wie die derzeitigen Hindernisse für die Umsetzung überwunden werden können, untersuchte das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit in Auftrag gegebene Projekt „Digitale Technologien und naturnaher Klimaschutz in Kommunen“. Ziel war es, die Potenziale digitaler Technologien zur Unterstützung der Planung und Umsetzung naturnahen Klimaschutzes auf kommunaler Ebene zu analysieren, Umsetzungshemmnisse zu identifizieren und Unterstützungsmaßnahmen zu entwickeln, um diese Hemmnisse zu überwinden und die Potenziale digitaler Technologien zur Unterstützung des naturnahen Klimaschutzes zu realisieren.

Eine Literaturanalyse zeigt die Vielfalt der Potenziale digitaler Technologien in verschiedenen Handlungsfeldern, von lokalen Sensoren zur Messung von Umweltvariablen bis hin zu automatisierten auf künstlicher Intelligenz basierenden Systemen für den natürlichen Klimaschutz. Halbstrukturierte Interviews mit kommunalen Akteuren sowie mit Agenturen und Unternehmen, die Lösungen in diesem Bereich anbieten, gaben Aufschluss über die verschiedenen Umsetzungsbarrieren, die von der technischen Kompetenz bis zur politischen Unterstützung solcher Maßnahmen reichen. Durch die Kombination der empirischen Erkenntnisse aus den Interviews mit der Potenzialanalyse und weiteren Interviews mit Kompetenzzentren und Best-Practice-Beispielen wurde eine Liste möglicher Lösungsansätze erstellt. In Workshops mit ministeriellen Akteuren und Stakeholdern aus dem kommunalen Sektor sowie Kompetenzzentren wurde schließlich ein Set von Unterstützungs- und Beratungsangeboten generiert, das eine weitere Grundlage für die Förderung des Einsatzes digitaler Technologien im kommunalen Sektor darstellt. Damit kann der Weg geebnet werden, den Status des natürlichen Klimaschutzes in den Kommunen zu verbessern und die Entwicklung von Lösungen für die Klima- und Biodiversitätskrise auf dieser Ebene zu unterstützen.

Abstract

In the face of the threats posed by the global climate and biodiversity crises and the resulting impacts on infrastructure, humans and ecosystems themselves, natural climate protection presents itself as a strategy to prevent deterioration in human health and well-being. However, the implementation of such a strategy, including measures to protect, enhance and restore ecosystems, in local areas is not without its difficulties due to the need for cooperation between different administrative departments and interest groups.

Digital technologies could help to initiate, implement and manage such projects, but it is unclear what the potential is and how current barriers to implementation can be overcome. The project "Digital Technologies and Nature-Based Climate Protection in Local Authorities", commissioned by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection, therefore aimed to analyse the potential of digital technologies to support the planning and implementation of nature-based climate protection at local authority level, to identify the barriers to implementation and to develop support measures to overcome these barriers and to realise the potential of digital technologies to support nature-based climate protection.

An analysis of the literature demonstrated the diversity of potential for digital technologies in various fields of action, from local sensors measuring environmental variables to automated, artificial intelligence-based systems for natural climate protection. Semi-structured interviews with municipal actors and with agencies and companies offering solutions in this field provided insights into the various barriers to implementation, ranging from technical competence to political support for such measures. Combining the empirical evidence from the interviews with the potential analysis and further interviews with competence centres and best practice examples, a list of possible solutions was drawn up. Finally, in workshops with ministerial actors and stakeholders from the municipal sector as well as competence centres, a set of support and consultancy offers was generated to provide a further basis for promoting the use of digital technologies in the municipal sector. This can pave the way for improving the status of natural climate protection in municipalities and support the development of solutions to the climate and biodiversity crises at this level.

Die Autoren und Autorinnen

Prof. Dr. Daniel Johnson ist Professor der wertebasierten Waldökonomie an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und beschäftigt sich in der Lehre und Forschung mit Themen der sozialökologischen Waldmanagement. Zuvor war er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsfeld Umweltökonomie und Umweltpolitik am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

Kontakt: Daniel.Johnson@hnee.de

Frieder Schmelzle arbeitete als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsfeld Umweltökonomie und Umweltpolitik am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Er forschte zu Nachhaltigkeitsthemen von Technik zur Gesellschaft und engagierte sich im Netzwerk Bits & Bäume für Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

Dr. Maria Real Perdomo ist Geschäftsführerin der Net Positive Cities GmbH. Sie berät Kommunen, Regionen und kommunale Unternehmen und führt Projekte zu den Themen digitale Transformation, Smart City, Nachhaltigkeit und diversen Themen der nachhaltigen Entwicklung durch. Unter anderem setzt sie Projekte zu partizipativen Strategien, Geschäftsmodellen und Beteiligungsprozessen um.

Kontakt: maria.real@npcities.eu

Dr. Linda Bergset ist assoziierte Partnerin bei der Net Positive Cities GmbH. In Forschung und Beratung führt sie Projekte zu nachhaltigkeitsbezogenen Themen der digitalen Transformation mit partizipativen Methoden durch und setzt auf nachhaltige Innovationen und unternehmerische Ansätze, um ökonomische, ökologische und soziale Werte zu entfalten.

Kontakt: linda@bergset.de

Emil Rösch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsfeld Umweltökonomie und Umweltpolitik am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Er forscht zu Themen wie Ökosystemleistungen und Wirkungen der Grünflächen in städtischen Bereichen und an Fließgewässern.

Kontakt: Emil.Rösch@ioew.de

Dr. Friederike Rohde ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Berlin Ethics Lab der Technischen Universität Berlin. Zuvor war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsfeld Umweltökonomie und Umweltpolitik am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Sie forscht zu Themen im Spannungsfeld von technischen und sozialen Veränderungsdynamiken.

Kontakt: friederike.rohde@tu-berlin.de

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Zielsetzung	13
2	Methodische Vorgehensweise.....	14
2.1	Potenzialanalyse und Akteursmapping.....	14
2.2	Identifizierung von Hürden und Hemmnissen	14
2.2.1	Interviews mit kommunalen Akteuren zu Potenzialen, Hürden und Hemmnissen	14
2.2.2	Interviews mit Technologieanbietern zu Potenzialen, Hürden und Hemmnissen	15
2.3	Entwicklung von Beratungs- und Unterstützungsangeboten	16
2.3.1	Interviews mit Agenturen und Kompetenzzentren als Grundlage für die Identifizierung von Lösungsansätzen.....	17
2.3.2	Forschungswerkstatt und Expert*innen-Roundtable	18
3	Potenziale und Bedarfe für natürlichen Klimaschutz mit digitalen Technologien.....	18
3.1	Digitale Technologien als Handlungsfeld für den natürlichen Klimaschutz	18
3.2	Nutzung digitaler Technologien in den Handlungsfeldern des natürlichen Klimaschutzes: Stand der Forschung	20
3.2.1	Grünflächenmanagement	23
3.2.2	Regenwasserbewirtschaftung	25
3.2.3	Gebäudebegrünung.....	26
3.2.4	Maßnahmenplanung zur Biotop- und Flächenaufwertung	27
3.3	Akteurslandschaft für Digitalisierung und natürlichen Klimaschutz	28
3.3.1	Bund und Länder	28
3.3.2	Akteure auf kommunaler Ebene	29
3.3.3	Unternehmen	30
3.3.4	Wissenschaft und Forschung	31
4	Hürden und Hemmnisse in Städten und Gemeinden	32
4.1	Digitale Technologien für den natürlichen Klimaschutz aus der Sicht kommunaler Akteure	32
4.1.1	Nutzungspotenziale digitaler Technologien aus Sicht der Kommunen	32
4.1.2	Generelle Herausforderungen im natürlichen Klimaschutz aus Sicht der Kommunen	33
4.1.3	Hürden und Hemmnisse aus Sicht der Kommunen	34
4.2	Digitale Technologien für den natürlichen Klimaschutz aus Sicht der Technologieanbieter	40
4.2.1	Verständnis vom natürlichen Klimaschutz aus Sicht der Technologieanbieter	40
4.2.2	Hürden und Hemmnisse aus Sicht der Technologieanbieter	40
4.3	Synthese der Erkenntnisse zu Hürden und Hemmnissen für digital gestützten natürlichen Klimaschutz in Kommunen	44
5	Lösungsansätze aus der Praxis	47
5.1	Lösungsansätze	47
5.2	Positive Einflussfaktoren zur Förderung praxisorientierter Lösungen für den natürlichen Klimaschutz	52

6	Beratungs- und Unterstützungsangebote für Kommunen und Dienstleister mit Bezug zu natürlichem Klimaschutz und Digitalisierung	53
7	Fazit	62
8	Literaturverzeichnis	63
9	Anhang	67
9.1	Interviewte Agenturen und Kompetenzzentren als Grundlage für die Identifizierung von Lösungsansätzen	67
9.2	Dienstleistungen, die von den interviewten Akteuren angeboten werden	69
9.2.1	Berliner Regenwasseragentur	69
9.2.2	Climate Adaptation Services	69
9.2.3	Danish Centre for Environment and Energy	70
9.2.4	Miljødirektoratet	71
9.2.5	C40 Cities	71
9.2.6	StadtLand GmbH	72
9.2.7	Vienna Innovation	72
9.2.8	Hereon und Climate Service Center Germany (GERICS)	73
9.3	In Interviews genannte Good Practices	74
9.3.1	„Adaptabrazil“-Projekt	74
9.3.2	Londons Zero-Emissions District	74
9.3.3	Solarkataster der SAENA	75
9.3.4	Dänemarks „Climate Action Plan 1“-Initiative	75
9.3.5	Norwegens Frühwarnsysteme und Dashboards	75
9.3.6	Interne Arbeitsgruppen in norwegischen Gemeinden	75
9.3.7	DIN SPEC 91468	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1:	Thematisierung der Handlungsfelder des ANK in der analysierten Literatur (ohne Handlungsfeld „Digitale Technologien“). Quelle: IÖW.	19
Abbildung 3.2:	Zentrale Akteursgruppen für den Einsatz digitaler Technologien für den natürlichen Klimaschutz. Quelle: IÖW.	28
Abbildung 3.3:	Akteursgruppen auf kommunaler Ebene mit Beispielen aus Projekten und Maßnahmen für digital gestützten natürlichen Klimaschutz. Quelle: IÖW.	30
Abbildung 4.4:	Zentrale Hürden und Hemmnisse für den Einsatz digitaler Technologien für den natürlichen Klimaschutz in Städten und Gemeinden aus Sicht beteiligter Akteursgruppen. Quelle: IÖW.	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Digitale Technologien für Handlungsfelder des natürlichen Klimaschutzes. Quelle: IÖW.	22
Tabelle 6.2:	Allround-Angebot: Beratungsagentur nach dem Vorbild der Berliner Regenwasseragentur. Quelle: IÖW.	54
Tabelle 6.3:	Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid). Quelle: IÖW.	55
Tabelle 6.4:	Silos aufbrechen – Begleitung der interdisziplinären Zusammenarbeit innerhalb von Kommunen. Quelle: IÖW.	56
Tabelle 6.5:	Stärkung des Innovationsklimas in Kommunalverwaltungen. Quelle: IÖW.	57
Tabelle 6.6:	Datenzugang – Plattformangebot zur Unterstützung bei der Datenverfügbarkeit, -beschaffung und -zugang. Quelle: IÖW.	58
Tabelle 6.7:	Datenkompetenz – Bildungsangebot zu Datenverarbeitung, Modellierung und Simulation. Quelle: IÖW.	59
Tabelle 6.8:	Standardisierung & Start-up-Integration. Quelle: IÖW.	60
Tabelle 6.9:	Tool-Überblick – Plattformangebot und Beratungsangebot zu verfügbaren relevanten digitalen Tools. Quelle: IÖW.	61

Abkürzungsverzeichnis

ANK	Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz
AR	Augmented Reality
BauGB	Baugesetzbuch
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BIM	Building Information Model
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
GIS	Geoinformationssystem
GRIS	Grünflächeninformationssystem
KI	Künstliche Intelligenz
NKS	Natürlicher Klimaschutz
PPGIS	Public Participation Geographic Information System
VR	Virtual Reality

1 Hintergrund und Zielsetzung

Von Hitzestress bis Starkregen – die Auswirkungen des Klimawandels werden immer deutlicher. In Städten und Gemeinden verursachen sie erhebliche Schäden an Gebäuden, Infrastrukturen und Ökosystemen sowie für die menschliche Gesundheit. Um dem entgegenzuwirken, können Maßnahmen zum Schutz, zur Stärkung und zur Wiederherstellung von Ökosystemen und damit zum natürlichen Klimaschutz (NKS) ergriffen werden. Auf kommunaler Ebene gewinnen Bemühungen des NKS zunehmend an Bedeutung. Digitale Technologien können sie bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen unterstützen, wobei vielfältige Potenziale für Grünflächenmanagement, Regenwasserbewirtschaftung, Gebäudebegrünung, Biotop- und Flächenaufwertung oder auch die Einbindung von Bürger*innen in Maßnahmen des NKS bestehen.

Vor diesem Hintergrund streben Städte und Gemeinde immer mehr danach, Smart Cities zu werden, um mit Hilfe digitaler Technologien ökologische Ziele umzusetzen (vgl. Keppner et al., 2022). Digitale Lösungen bieten Städten und Gemeinden die Möglichkeit, nicht nur den NKS zu verbessern, sondern auch Klimaanpassungsmaßnahmen, Gesundheit, Wohlbefinden und Sicherheit zu fördern (vgl. Ruangpan et al., 2023; Tsekeri et al., 2022). Hierdurch wird die Attraktivität von Städten und Gemeinden für die lokale Bevölkerung gesteigert.

Der Einsatz digitaler Technologien kann jedoch auch zahlreiche Herausforderungen mit sich bringen. Eine Vielzahl von Akteuren, darunter kommunale Grünflächenämter, Infrastrukturbetreiber und Stadtwerke, spielen eine entscheidende Rolle für die erfolgreiche Planung und Umsetzung von Maßnahmen des NKS. Zudem sind Akteursgruppen auf Bundes- und Landesebene, die Zivilgesellschaft, ggf. andere Kommunen, Unternehmen und Forschungseinrichtungen beteiligt. Dies erhöht die Komplexität des Zusammenspiels und verdeutlicht die Notwendigkeit einer sorgfältigen Identifizierung genereller und spezifischer Hindernisse und Herausforderungen, welche sowohl für die Kommunen als auch für die Anbieter der Technologien den Einsatz erschweren können.

Das Projekt DiNaKom im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) zielt darauf ab, die Potenziale, aber auch die Herausforderungen für den Einsatz digitaler Technologien für den NKS in Kommunen zu untersuchen und so Bedarfe, Hemmnisse und Barrieren verschiedener Akteursgruppen zu analysieren. In einem ersten Schritt wurden mittels Literaturanalysen und Interviews Herausforderungen für kommunale Akteure im Spannungsfeld zwischen der Digitalisierung, den Anforderungen des Klimaschutzes und der Notwendigkeit der Anpassung an Klimawandelfolgen sowie den damit verbundenen strukturellen Herausforderungen erfasst. Dabei wurden auch Potenziale digitaler Technologien identifiziert. Auf Basis einer interaktiven Forschungswerkstatt und einem halbtägigen Expert*innen-Roundtable wurden Lösungsansätze sowie konkrete Beratungs- und Unterstützungsangebote herausgearbeitet, welche Kommunen in die Lage versetzen sollen, digitale Technologien effizient und effektiv für Belange des NKS einzusetzen.

2 Methodische Vorgehensweise

2.1 Potenzialanalyse und Akteursmapping

Zunächst wurden in einer entsprechend breit angelegten Recherche der Forschungsstand sowie der Stand der Praxis zu digital unterstütztem NKS in kommunalen Kontexten zusammengetragen, analysiert und eingeordnet. Den Ausgangspunkt dafür bildete ein Scoping Review (Sucharew & Macaluso 2019). Am Beginn des Reviews stand eine Desktop- und Literaturrecherche unter Nutzung einschlägiger Datenbanken und Suchmaschinen für wissenschaftliche Publikationen und graue Literatur (z. B. Scopus, Google Scholar, ResearchGate). Einbezogen wurden neben empirischen Studien und Zeitschriftenaufsätzen auch relevante Politik-, Strategie- und Diskussionspapiere. Eine Recherche bestehender und geplanter Projekte in Städten und Gemeinden ergänzte den Stand der Forschung um gute Beispiele aus der Praxis. Es wurde sowohl deutsch- als auch englischsprachige Literatur verwendet.

Ausgehend von der Literaturanalyse erfolgte die Identifizierung relevanter Handlungsfelder (z. B. Grünflächen, Baumbestände oder blaue Infrastruktur) und digitaler Technologien (z. B. Digitale Zwillinge, künstliche Intelligenz oder Umweltinformationssysteme), welche zur Unterstützung von Maßnahmen des NKS in Kommunen einsetzbar sind. Anschließend wurden Best-Practice-Beispiele für die Implementierung digitaler Technologien in unterschiedlichen Handlungsfeldern erarbeitet. Hieraus lässt sich eine Charakterisierung der Potenziale digitaler Technologien je NKS-Handlungsfeld für die Bedarfs- und Potenzialanalyse ableiten. Im Rahmen eines Akteursmappings wurden zusätzlich typische Akteurskonstellationen im digital gestützten NKS sowie zugehörige Institutionen, Rollen und Beziehungen zueinander aufbereitet und grafisch skizziert.

2.2 Identifizierung von Hürden und Hemmnissen

Für die anschließende Identifizierung von Hürden und Hemmnissen wurden bestehende Literatur sowie eigene Arbeiten und Erfahrungen genutzt (z. B. aus den Projekten „Bresilient“, „Grüne Stadt der Zukunft“ I und II, „Stadtgrün“ I und II oder „Blue-Green-Streets“). Sie wurden durch Erkenntnisse aus leitfadengestützten semistrukturierten Interviews mit Personen aus dem kommunalen Umfeld, Technologieanbietern sowie einer Person aus der universitären Forschung ergänzt. Mittels selektivem Sampling-Verfahren (Flick, 2008) wurden hierfür ausgehend von den übergreifenden Fragestellungen (Potenziale und Bedarfe sowie Hürden und Hemmnisse mit Blick auf digitale Technologien für NKS in Kommunen) vorab Kriterien für die Auswahl festgelegt. Relevante Akteursgruppen sind insbesondere die städtische bzw. kommunale Verwaltungsebene (bspw. Straßen- und Grünflächenämter, Stadtentwicklung, Stadtplanung, Umwelt- und Naturschutz sowie IT-Stellen) und verschieden große Anbieter digitaler Lösungen. Für die beiden interviewten Gruppen (Kommunen und Technologieanbieter) wurden unterschiedliche, aufeinander abgestimmte Interviewleitfäden entwickelt, welche auf Anfrage als Anhang beigefügt werden.

2.2.1 Interviews mit kommunalen Akteuren zu Potenzialen, Hürden und Hemmnissen

Sampling: Um eine angemessene Gruppe an Interviewten zusammenzustellen, wurden aufbauend auf Desktoprecherchen und dem vorangegangenen Akteursmapping Kommunen identifiziert, in welchen Erfahrungen bestehen im Bereich Digitalisierung, Klimaschutz, Klimaanpassung oder

beidem. In fast allen Fällen konnten Personen identifiziert werden, die zu beiden Bereichen (digitale Technologien und NKS) sprechfähig waren. Bei der Auswahl der Personen bzw. Institutionen stand als maßgebliches Kriterium im Vordergrund, ob diese sich bereits aktiv mit digitalen Technologien, NKS oder beidem beschäftigen. Weiterhin wurden folgende Kriterien angelegt: 1) ausgewogener Mix aus großen und kleinen Städten und Gemeinden, 2) ausgewogener Mix an Positionen und Verantwortungsbereichen, 3) mindestens eine Kommune, aus der Personen mit verschiedenen Rollen interviewt werden können, 4) ausgewogene geografische Verteilung. Bereits interviewte Personen wurden nach geeigneten Kontakten gefragt. In drei Fällen wurden jeweils verschiedene Personen aus derselben Stadt/Kommune interviewt (zweimal zwei Personen und einmal drei Personen). Alle Gespräche wurden einzeln geführt. Insgesamt wurden 17 Interviews mit Vertreter*innen von Städten und Kommunen geführt. Sie erfolgten zwischen April und Juni 2024 per Videotelefonie.

Institutionen: Die ausgewählten Institutionen repräsentieren kommunale Stabsstellen oder Fachabteilungen, die sich mit den Themen Klimaanpassung und Klimaschutz, Umwelt, Naturschutz, Grünflächen, Smart City, Stadtentwicklung, Digitalisierung sowie Wirtschaftsförderung beschäftigen. Zudem wurde ein stadtnahes Innovationslabor befragt sowie eine Person aus der Wissenschaft, welche sich mit dem Forschungsbereich auseinandersetzt. Es wurden Städte und Gemeinde bzw. Bezirksverwaltungen (Berlin) aus Nord-, Süd-, Ost- und westdeutschen Regionen ausgewählt. Klein- und Großstädte sind im Sample in etwa gleich stark vertreten.

Rollen der Interviewten: Die ausgewählten Interviewpartner*innen repräsentieren vielfältige Funktionen und Rollen innerhalb der oben genannten Institutionen. Neben Referent*innen, Stabsstellenleiter*innen und Sachbearbeiter*innen wurden Personen aus der Stadtplanung, Projektleitende sowie Smart City Manager*innen befragt. Hinzu kommen Interviews mit Klimaanpassungsmanager*innen, Klimaresilienzmanager*innen und Klimaschutzbeauftragten. Auf Anregung mehrerer Interviewpartner*innen hin wurde auch eine Leitungsperson einer städtischen IT-Stelle interviewt, um diese Perspektive in die Analysen einfließen lassen zu können.

Analysemethodik: Die Inhalte der Interviews wurden softwaregestützt transkribiert und ausgewertet. Hierfür wurde ein deduktiv-induktives Vorgehen gewählt. Die übergeordneten Analysekategorien orientierten sich initial an den Themenblöcken des Interviewleitfadens (z. B. Handlungsfelder für digitale Technologien im NKS, Herausforderungen, Lösungsansätze usw.). In einem iterativen Prozess wurden Codes erstellt und kategorisiert. Die initialen Kategorien wurden dabei laufend erweitert und mittels Unterkategorien ausdifferenziert (z. B. rechtliche oder technische Hürden, Personal und Kapazitäten usw.). Im Verlauf dieses Prozesses wurden 600 Segmente mit rund 30 Code-Kategorien codiert, welche im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse schriftlich ausgewertet wurden.

2.2.2 Interviews mit Technologieanbietern zu Potenzialen, Hürden und Hemmnissen

Sampling: Die Interviewpartner*innen wurden mittels des Akteursmapping identifiziert und über ein selektives Sampling-Verfahren ausgewählt. Insgesamt wurden neun Interviews durchgeführt und die befragten Organisationen setzen sich aus Technologieunternehmen, Beratungsunternehmen, einem Forschungsinstitut und einem Software as a Service (SaaS)-Unternehmen zusammen. Die Technologieunternehmen sind auf die Entwicklung digitaler Lösungen spezialisiert, die Beratungsunternehmen bieten Expertisen in der Umsetzung von Projekten zur urbanen Nachhaltigkeit an, und das Forschungsinstitut fokussiert sich auf grüne Infrastrukturen und nachhaltige

Stadtentwicklung. Das SaaS-Unternehmen stellt eine Plattform für Klimaschutzstrategien bereit. Diese Bandbreite an Unternehmensarten verdeutlicht die unterschiedlichen, innovativen Ansätze und Perspektiven im Bereich des NKS.

Institutionen: Die Dienstleistungen der befragten Unternehmen sind vielfältig und decken ein breites Spektrum ab. Sie reichen von der Entwicklung und Implementierung intelligenter Bewässerungssysteme und urbaner Datenplattformen bis hin zu Beratungs- und Forschungsleistungen im Bereich grüner Infrastrukturen und nachhaltiger Stadtentwicklung. Weitere Dienstleistungen umfassen die Modellierung von Klimaschutzmaßnahmen, die Bereitstellung von SaaS-Lösungen für Klimaschutzstrategien, die Automatisierung von Baumbewässerungssystemen sowie die Durchführung von Klimagutachten, Hitzeaktionsplänen und Überflutungsanalysen. Diese Dienstleistungen zielen darauf ab, die Klimaschutzwirkung urbaner Ökosysteme zu stärken und die Aufenthaltsqualität in städtischen Gebieten zu verbessern.

Rollen der Interviewten: Die Interviewpartner*innen der acht Unternehmen repräsentieren eine Vielfalt von Rollen innerhalb ihrer Organisationen. Sie umfassen Geschäftsführer, Business Development Manager, Leiter von Forschung und Entwicklung, Senior Projektmanager sowie regionale Direktoren. Diese Rollen reflektieren die Verantwortung der Teilnehmenden in Bereichen wie Akquise, Produktentwicklung, strategische Projekte und Initiativen sowie Vertrieb und Projektmanagement mit Kommunen. Sie verdeutlichen, dass die Interviewpartner*innen maßgeblich an der Entwicklung und Implementierung von Projekten beteiligt sind, die auf NKS und nachhaltige städtische Entwicklung abzielen.

Analysemethodik: Die Inhalte der Interviews wurden protokolliert und iterativ ausgewertet. Auch hier wurde ein deduktiv-induktives Vorgehen verfolgt, bei dem zunächst Hürden und Hemmnisse identifiziert und explorativ mittels qualitativer Inhaltsanalyse übergeordnete Kategorien von Hürden und Hemmnissen ausdifferenziert wurden. Anschließend erfolgte eine abschließende qualitative Beschreibung der Hürden und Hemmnisse.

2.3 Entwicklung von Beratungs- und Unterstützungsangeboten

Im Anschluss an die durchgeführten Interviews wurde in einem ersten Schritt für die Identifizierung von Lösungsansätzen eine Desktoprecherche zu Use Cases und (Best) Practices in Deutschland sowie im europäischen Ausland zu Pionier-Kommunen und Beratungsdienstleistern für Gemeinden sowohl von Nachfrage- als auch Angebotsseite analysiert. Dafür wurden im Speziellen sowohl Kommunen, die als Vorreiter betrachtet werden können (z. B. Net Zero Pilot Cities), öffentliche Agenturen, Kompetenzzentren, als auch Initiativen mit Bezug zu Klimaschutz und Digitalisierung analysiert. Auch Agenturen und Kompetenzzentren auf Landesebene wurden berücksichtigt, wenn sie einen solchen oder ähnlichen Bezug aufwiesen.

In einem projektinternen Workshop wurden Erkenntnisse aus den Kapiteln Potenzialanalyse sowie Hürden und Hemmnisse diskutiert und ein Leitfaden für weiterführende Expert*innen-Interviews entwickelt.

2.3.1 Interviews mit Agenturen und Kompetenzzentren als Grundlage für die Identifizierung von Lösungsansätzen

Sampling: Die Auswahl der Interviewpartner*innen fand auf Basis der oben beschriebenen vorgelegten Recherche zu verschiedenen Akteursgruppen statt, die bei der Lösungsfindung im Bereich Digitalisierung und Klimaschutz bzw. Klimaanpassung zielführend sind. Die Interviewpartner*innen wurden mittels des Akteursmapping identifiziert und über ein selektives Sampling-Verfahren ausgewählt. Bei der Auswahl der Institutionen stand als maßgebliches Kriterium im Vordergrund, ob diese sich bereits aktiv mit digitalen Technologien, NKS oder beidem beschäftigen. Die Interviews wurden mit acht Agenturen und Kompetenzzentren aus Deutschland und Europa geführt und über 50 Lösungsansätze im weiteren Sinne konnten festgehalten werden. Sie erfolgten zwischen Juni und August 2024 per Videotelefonie.

Institutionen: Die Interviews umfassten eine breite Auswahl an Organisationen und Institutionen, die sich mit Klimaanpassung und -schutz befassen, darunter internationale Netzwerke, nationale und regionale Umweltbehörden, spezialisierte Beratungsagenturen sowie Forschungsinstitute. Diese Institutionen verfolgen unterschiedliche Ansätze, von der Entwicklung nationaler Leitlinien und gesetzlicher Rahmenbedingungen bis hin zur Bereitstellung praktischer Lösungen und digitaler Werkzeuge für Kommunen und Städte. Weitere Organisationen unterstützen Unternehmen und Verwaltungen durch Programme zur Klimaneutralität, fördern interkommunale Zusammenarbeit und bieten Weiterbildung zu klimarelevanten Themen an. Diese Vielfalt an Institutionen deckt ein breites Spektrum an Maßnahmen ab, die sowohl strategische, wissenschaftliche als auch praxisorientierte Ansätze im Bereich Klimaanpassung und -schutz umfassen. Die Institutionen sind im Anhang 9.1 einzeln ausführlich beschrieben.

Rollen der Interviewten: Die interviewten Personen sind in leitenden und beratenden Funktionen tätig und zeichnen sich durch spezifische Fachkompetenzen aus. Einige arbeiten in der strategischen Planung und Entwicklung von Klimaanpassungsprogrammen und koordinieren interdisziplinäre Arbeitsgruppen zur Umsetzung klimabezogener Maßnahmen. Andere beschäftigen sich intensiv mit der Forschung und Modellierung klimarelevanter Daten und entwickeln digitale Tools zur Unterstützung von Kommunen. Weitere Interviewpartner*innen leiten lokale und nationale Projekte, die naturbasierte Lösungen fördern und die Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft stärken.

Analysemethodik: Die Interviews wurden anhand eines standardisierten Leitfadens durchgeführt, der auf die Erhebung von Herausforderungen, Erfolgsfaktoren, bereits vorhandenen Lösungsansätzen und Best Practices im Einsatz digitaler Technologien für den natürlichen Klimaschutz abzielte. Durch die systematische Fragestellung konnten sowohl institutionelle als auch individuelle Perspektiven der Interviewten erfasst und verglichen werden, wodurch sich ein differenziertes Bild über aktuelle Lösungsansätze im Bereich der digitalen Lösungen für den Klimaschutz ergibt. Die Inhalte der Interviews wurden protokolliert und iterativ ausgewertet. Auch hier wurde ein deduktiv-induktives Vorgehen verfolgt, bei dem zunächst Angebote der Institutionen sowie bekannte Best Practices identifiziert und explorativ mittels qualitativer Inhaltsanalyse übergeordnete Kategorien von Lösungsansätzen ausdifferenziert wurden. Anschließend erfolgte eine abschließende Zuordnung der Lösungsansätze zu den jeweiligen möglichen Angeboten (erste Liste von 15 Angeboten).

2.3.2 Forschungswerkstatt und Expert*innen-Roundtable

Im Rahmen einer Forschungswerkstatt (zweistündiger Online-Workshop) wurden die Erkenntnisse zu Hürden und Hemmnissen sowie Lösungsansätzen zusammengefasst und diskutiert. Ziel war die Kondensierung einer ersten Liste mit 15 Beratungs- und Unterstützungsansätzen zu einer Shortlist mit acht Angeboten zur weiteren Bearbeitung im Rahmen eines Expert*innen-Roundtables.

Der Roundtable erfolgte als halbtägiger Online-Workshop mit zwölf Expert*innen aus den Akteursgruppen 1) Beratungsdienstleistungen für Kommunen, 2) digitale Technologien und Produkte, und 3) Verwaltung. Im Anschluss an die Vorstellung bisheriger Ergebnisse aus dem Projekt wurden in virtuellen Break-out-Räumen jeweils ein bis zwei der Angebote mit den Expert*innen in Kleingruppen weiterentwickelt und anschließend im virtuellen Plenum zusammengetragen und diskutiert. Aufbauend auf den Roundtable erfolgte die finale Zusammenstellung und Verschriftlichung von Empfehlungen sowie die Entwicklung von Beratungs- und Unterstützungsmodulen. Sie enthalten jeweils Zielgruppen, Formate sowie erforderliche personelle und finanzielle Ressourcen.

3 Potenziale und Bedarfe für natürlichen Klimaschutz mit digitalen Technologien

Sowohl der NKS als auch das Feld der digitalen Technologien umfasst diverse Teilbereiche, die sich in kommunalen Querschnittsaufgaben wiederfinden, zahlreiche Überschneidungen aufweisen und oft nicht scharf zu trennen sind. Eine gangbare Kategorisierung ist dennoch notwendig, um den Forschungsgegenstand operationalisieren und analysieren zu können. Im Folgenden wird eine mögliche Abgrenzung von Handlungsfeldern des kommunalen NKS und den dort einsetzbaren digitalen Technologien dargelegt.

3.1 Digitale Technologien als Handlungsfeld für den natürlichen Klimaschutz

Als Grundlage für die Einteilung und Abgrenzung der Handlungsfelder für den NKS dient zunächst das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) der Bundesregierung. Es umfasst für Siedlungsgebiete folgende Handlungsfelder (BMUV, 2023):

1. Umstellung auf ein naturnahes Grünflächenmanagement
2. Pflanzung zusätzlicher Stadtbäume
3. Naturoasen
4. Wassersensible Stadt
5. Grüne Infrastruktur an Bundesliegenschaften
- 6. Digitale Technologien**
7. Beratung bei der Bauleitplanung
8. Maßnahmenkatalog Flächeneinsparung
9. Stärkung des Bundesprogramms Wiedervernetzung

10. Stärkung des Biotopverbunds
11. Solargründächer
12. Förderrichtlinie für Flächen für NKS in Kommunen
13. Förderung im KfW-Umweltprogramm für Entsiegelung bei Unternehmen

Die genannten Handlungsfelder dienen als Grundlage für die tiefere Literaturrecherche. Diese hatte zum Ziel, den Stand von Praxis und Forschung des digital unterstützten NKS zu erfassen und strukturiert aufzubereiten. Daher wurde in diesem Projektabschnitt die Literatur zu den primären Handlungsfeldern zusammengestellt, analysiert und eingeordnet. In der Literatur wurden die Handlungsfelder entweder als solche benannt oder die beschriebenen Aspekte konnten ihnen zugeordnet werden. Der Großteil der Literatur befasst sich mit dem Bereich der grünen und blauen Infrastruktur, wie Parks, Stadtbäumen, Gründächern und anderen Maßnahmen im Zusammenhang mit der Strategie der wassersensiblen Stadt. Abbildung 3.1 stellt die Ergebnisse des Scoping Reviews anhand der Anzahl der in der Literatur thematisierten Handlungsfelder dar. In den folgenden Absätzen wird auf verschiedene Handlungsfelder genauer eingegangen.

Auf Grundlage der durchgeführten Literaturanalyse wurde die Thematisierung digitaler Technologien in den übrigen zwölf Handlungsfeldern des ANK (alle außer „Digitale Technologien“) untersucht. Abbildung 1 stellt die Ergebnisse des Scoping Reviews anhand der Anzahl der in der Literatur thematisierten Handlungsfelder dar. Blaue und grüne Infrastrukturen stellen hier einen Schwerpunkt der Einsatzfelder von digitalen Technologien im urbanen Raum dar. Sie werden auch häufig in Verbindung mit Klimaanpassungsmaßnahmen beschrieben. Da intakte Vegetation und entsiegelte, gesunde Böden neben Kühlungs- und Filtrationseffekten auch einen Beitrag zur Kohlenstoffspeicherung leisten, gehen natürlicher Klimaschutz und -anpassung oft Hand in Hand. Auch ein effizientes Regenwassermanagement befördert den NKS und ist untrennbar mit kommunaler Begrünung bzw. Durchgrünung verwoben.



Abbildung 3.1: Thematisierung der Handlungsfelder des ANK in der analysierten Literatur (ohne Handlungsfeld „Digitale Technologien“). Quelle: IÖW.

In der Literatur bestehen unterschiedliche Definitionen für ‚blau-grüne Infrastruktur‘. Der Begriff der grünen Infrastruktur wird in der Regel weiter gefasst als im ANK, welches jegliche grünen Räume im urbanen Bereich einschließt und insbesondere ihre Bedeutung für lebenswerte und

zukunftsfähige Städte darlegt (BMUV, 2023). Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) spricht entsprechend der EU-Kommission von grüner Infrastruktur als ein geplantes Netzwerk aus natürlichen oder halbnatürlichen Flächen, welches für eine Bereitstellung verschiedener Ökosystemleistungen angelegt wird sowie grüne und blaue Flächen in Stadt und Land beinhalten kann (Heiland et al., 2017, S. 22f). Natürliche und halbnatürliche Flächen umfassen dabei primäre Ökosysteme und extensiv genutzte Flächen sowie rein menschlich geschaffene Vegetation wie Begrünung an baulichen Strukturen. Angelehnt an dieses Verständnis sprechen wir hier im weiteren Verlauf von grüner Infrastruktur, wenn Pflanzenbestände in Form von Grünflächen, Stadtbäumen oder Gebäudebegrünung in Siedlungsgebieten angelegt werden oder bereits vorhanden sind.

Da Aspekte des natürlichen Grünflächenmanagements, der Pflanzung von Stadtbäumen sowie Naturoasen in der Literatur meist integriert betrachtet werden und in der Praxis jeweils dem Grünflächenamt unterstehen, sind sie hier zusammengefasst als kommunales Grünflächenmanagement. Hiervon abgegrenzt wird im Sinne des ANK die Gebäudebegrünung, welche die pflanzliche Begrünung von Dächern und Wänden umfasst. Weiterhin werden die Kategorien Bauleitplanung, Biotopvernetzung sowie Flächeneinsparung und Entsiegelung gemeinsam betrachtet. Die Literatur weist insbesondere zum letztgenannten Handlungsfeld nur wenige konkrete Studien vor, in denen digital gestützte Anwendungen behandelt werden. Relevant sind in diesen Bereichen (Bauleitplanung, Biotopvernetzung und Flächenmanagement) jedoch digitale Werkzeuge und Prozesse auf der Ebene der Planung von NKS-Maßnahmen. Im Themenfeld ‚Blaue Infrastruktur‘ sind die entsprechenden Wirkungsmechanismen teils sehr weitläufig und indirekt. In der Literatur werden im urbanen Bereich vor allem angelegte naturbasierte Strukturen zur Regenwasserrückhaltung und -filtration behandelt, etwa Bioretentionsbecken, stehende Gewässer oder begrünte Dächer. Diese Bereiche lassen sich zusammenfassen als städtische bzw. kommunale Regenwasserbewirtschaftung.

Aus den dargelegten konzeptionellen Vorüberüberlegungen ergibt sich eine zusammengefasste Klassifizierung von vier Handlungsfeldern für die Nutzung digitaler Technologien im NKS:

1. Grünflächenmanagement
2. Regenwasserbewirtschaftung
3. Gebäudebegrünung
4. Maßnahmenplanung zur Biotop- und Flächenaufwertung

Die Ein- und Abgrenzung dieser vier Felder ist Ausgangspunkt der Analyse und Zuordnung digitaler Technologien und Lösungen zu zentralen Handlungsfeldern.

3.2 Nutzung digitaler Technologien in den Handlungsfeldern des natürlichen Klimaschutzes: Stand der Forschung

Ein maßgeblicher Vorteil des digitalen Wandels besteht in der hohen Verfügbarkeit von Datenbeständen, die potenziell kostengünstig geteilt, gespeichert und verarbeitet werden können. Ihre Nutzung umfasst nicht nur die unmittelbare Interpretation, sondern auch zukunftsorientierte Analysen und experimentelle Simulationen von NKS-Maßnahmen, etwa mit Hilfe urbaner Digitaler Zwillinge. Folgende technologische Anwendungsbereiche wurden im Zuge der Literaturlauswertung identifiziert (für eine Übersicht entlang der Handlungsfelder siehe Tabelle 3.1):

- **Lokale Sensorik:** Über Sensoren und Datenaufnahmegereäte, z. B. Wetterstationen kann eine Messung der lokalen Umweltumstände wie Temperatur, Luftqualität, Bodenfeuchte erfolgen. Als Teil von Bewässerungssystemen können Sensoren direkt dem Erhalt der Vegetation beitragen, indirekt indem die Vitalität überwacht wird und ggf. durch Pflegemaßnahmen eingegriffen werden kann. Gegenüber manuellen Messungen bieten sie in der Regel Vorteile hinsichtlich ihrer Effizienz und der Vergleichbarkeit erhobener Daten.
- **Fernerkundung:** Durch Technologien wie Satelliten oder mobile Sensoren bzw. Daten-logger, z. B. Drohnen oder Satelliten, kann Fernerkundung (Remote Sensing) die Planung und Umsetzung von NKS-Maßnahmen unterstützen. Dies kann etwa erfolgen durch Strahlungsmessung zur Vegetationskartierung, für die Habitaterkundung oder zur Erfassung von Hitzequellen im Stadtgebiet. Ihr Nutzen besteht vor allem im Schutz und Erhalt von Ökosystemen durch Monitoring, aber auch durch Beiträge zur Planung der (Wieder)Herstellung von Flächen für den NKS.
- **Datenverarbeitung und -analyse:** Für die Verarbeitung und Analyse digitaler Daten wird Anwendungssoftware und ggf. eine Serverinfrastruktur benötigt. Entsprechende Technologien ermöglichen vielfältige Anwendungen im Bereich des NKS. Lokale oder cloudbasierte Datenspeicher können z. B. Messdaten von Sensoren, Fernerkundungsgeräten, Datenloggern oder aus manuellen Dateneingaben vorhalten und zugänglich machen. Dabei stellt die Datenverarbeitung und -auswertung einen indirekten Nutzen dar, da sie eine Voraussetzung für verschiedene technologische Anwendungen ist.
- **Modellierung und Simulation:** Für digitale Modellierungen und Simulationen ist entsprechende Anwendungssoftware sowie ggf. gewisse Serverinfrastrukturen nötig. Im NKS bieten sie Potenziale z. B. innerhalb eines urbanen Digitalen Zwillinges. Daten zu naturbasierten Lösungen können dort etwa in ökologischen Modellen oder in Building Information Modells (BIM) zur Gebäudebegrünung verwendet werden. Der Nutzen liegt im indirekten Schutz und der (Wieder)Herstellung von Ökosystemen durch verbesserte Planung sowie in direkt wirksamen digitalen Anwendungen, z. B. als Teil digital gesteuerter Bewässerungssysteme.
- **Automatisierte Systeme:** Hochautomatisierte und autonome Systeme benötigen integrierte Sensorik, Datenspeicher und Übertragungstechnologien, z. B. per Funk. Sie bieten Anwendungsmöglichkeiten für den NKS, indem sie bspw. in Grünflächen, an begrünten Gebäuden oder für Bioretentionsbecken eingesetzt werden können. Dort ermöglichen sie eine intelligent gesteuerte Bewässerung oder die Echtzeitkontrolle des Wasser-abflusses. Ihr potenzieller Nutzen liegt somit in der direkten Stärkung urbaner Ökosysteme, bislang insbesondere derer im Wasserhaushalt.
- **Anwendungen für Fachleute und Zivilgesellschaft:** Die technischen Voraussetzungen für solche digitalen Anwendungen sind mobile Applikationen und andere Softwarelösungen. Spezialanwendungen für Fachpersonal und die engagierte Zivilgesellschaft können Möglichkeiten zur Partizipation und Planung von Maßnahmen im NKS bieten. Ihr potenzieller Nutzen für Ökosysteme liegt in einem indirekten Schutz durch verbessertes Monitoring sowie effizientere Pflege und (Wieder)Herstellung durch eine bessere Planung. Akzeptanz und ggf. auch Kooperation in der lokalen Bevölkerung lässt sich mit geeigneter Software niederschwellig unterstützen.

Insgesamt lassen sich diverse Anwendungsbeispiele finden, in denen digitale Technologien für Maßnahmen des NKS in Kommunen genutzt werden können. Die aus der Literaturanalyse ermittelten Anwendungsbereiche entlang der vier Handlungsfelder des NKS – Regenwasserbewirtschaftung, Grünflächenmanagement, Gebäudebegrünung und Maßnahmenplanung – werden im Folgenden dargestellt und die damit verbundenen Möglichkeiten sowie Herausforderungen skizziert.

Tabelle 3.1: Digitale Technologien für Handlungsfelder des natürlichen Klimaschutzes.
Quelle: IÖW.

Handlungsfeld	Digitale Anwendung	Quellen
Grünflächenmanagement	Grünflächeninformationssystem	Heins et al., 2010; SenMVKU, 2024
	Participatory Mapping & Nature Games	Istrate and Hamel, 2023; Maurer et al., 2023; Mahmoud et al., 2024
	Nutzungsbeobachtung durch Sensoren/Verhaltensdaten	Guerrero et al., 2016; Heikinheimo et al., 2020; Kolokotsa et al., 2023
	Digitale Zwillinge von Grünflächen	Gholami et al., 2024; ZHAW, 2013; Goddard et al., 2021; AKDB, 2022
	Fernerkundung (Remote Sensing)	Dimitrov et al., 2018; Aram et al., 2019; Eifler et al., 2022; Anderson, Suneja and Dunjic, 2023
Regenwasserbewirtschaftung	GIS	Crncevic et al., 2017; Bouzoudja et al., 2021; Hirschfeld et al., 2019
	Digitale 3D-Modelle	Forum Virium Helsinki, 2022
	Sensoren und Datenaufnahmege- räte (auch in Kombination mit KI und Digitalen Zwillingen)	Brasil et al., 2022; Anderson, Suneja and Dun- jic, 2023; Kiiza et al., 2020
Gebäudebegrünung	Sensorik und Sensordaten	Cascone and Leuzzo, 2023; Anderson, Suneja and Dunjic, 2023
	Ultraschallgeräte, Kamerafallen mit Bewegungsmeldern und Insekten- überwachungssysteme	Anderson, Suneja and Dunjic, 2023
	Erdbeobachtung und Fernerkun- dung	Dimitrov et al., 2018; Chrysoulakis et al., 2021
	Expert Models & Methods	Bouzoudja et al., 2021
	Digitale Zwillinge	Gholami et al., 2024
	KI-gestützte autonome Systeme zur Echtzeitkontrolle und für intelligente Bewässerung	Goddard et al., 2021
	Anwendungen zur Bürger*innen- Beteiligung im Rahmen von Pla- nungs- und Evaluationsprozessen	Heikinheimo et al., 2020; Hamm et al., 2023; Maurer et al., 2023
Maßnahmenplanung zur Biotop- und Flächenaufwertung	Planungstools XPlanung und XBau	Leitstelle XPlanung, 2023
	GIS und Building Information Mo- dells (BIM)	BBSR, 2020; Leitstelle XPlanung, 2023
	Fernerkundung durch Drohnen und Satelliten	Schulte to Bühne & Pettorelli, 2018; Jarocińska et al., 2022; Dronova et al., 2021
	KI-gestützte Apps und Software zur automatisierten Arterfassung	Bilo and Feit, 2022; Schneider, Mrogenda and Davis, 2023
	Software ‚Marxan‘ für Optionen zur Biotopvernetzung	Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2024
	Computer-Aided Designs, 3D-Visu- alisierungen sowie VR- und AR-An- sätze (Raumplanung)	Bilo and Feit, 2022
	Species Distribution Models (kom- biniert mit BIM und GIS in Digitalen Zwillingen)	Catalano et al., 2021; Gholami et al., 2024

3.2.1 Grünflächenmanagement

Das Grünflächenmanagement umfasst üblicherweise die Pflege und Gestaltung kommunaler Grünflächen wie Stadtparks, Spielplätze oder Stadtbäume und wird vorwiegend von Grünflächenämtern ausgeführt. Digitale Technologien spielen eine wichtige Rolle, insbesondere bei der Erreichung einer nachhaltigen und integrierten Stadtentwicklung. Sie können bspw. dafür eingesetzt werden, die Effizienz und Nachhaltigkeit bestehender Grünflächen zu verbessern. Ein Schwerpunkt auf der Pflanzung von Stadtbäumen sowie der Einrichtung so genannter Naturoasen, insbesondere Parks. Die Pflanzung zusätzlicher Bäume sowie die Entsiegelung von Bodenflächen tragen durch natürliche Prozesse zu einer Kohlenstoffspeicherung und somit zum Klimaschutz bei (Liu and Russo, 2021). Obwohl in der analysierten Literatur nur selten explizit genannt, stellt ein ‚naturnahes‘ Grünflächenmanagement die ökologisch wertvollste Form der Bewirtschaftung urbaner Grünflächen dar. Dies gilt insbesondere für die Erhaltung, Erholung und Steigerung der Biodiversität.

Eine der Hauptaufgaben im Grünflächenmanagement ist die Pflege und Erhaltung von Parks und Grünanlagen. Digitale Technologien können unterstützen, indem sie die Überwachung und Analyse von Umweltbedingungen, wie z. B. Bodenfeuchtigkeit oder Pflanzenwachstum, ermöglichen. Dies kann zu einer effizienteren Bewässerung und Düngung führen, was wiederum den Gesamtbedarf an Wasser und Düngemitteln reduziert und somit den Umweltschutz fördert. Im Bereich der Flächenentsiegelung sowie der Erhöhung von Baumbeständen sind sehr ähnliche Anwendungsfelder und -formen digitaler Technologien zu finden. Aktuell wird besonders der Einsatz digitaler Technologien für die Bürger*innen-Beteiligung, für Monitoring und Evaluation von Baumbeständen und Grünflächen sowie für intelligente Bewässerungssysteme untersucht.

Ein weiterer Anwendungsfall ist die kommunale Grünflächenplanung. Sowohl auf der Planungs- als auch auf der Managementebene gibt es bspw. in Berlin ein im Einsatz befindliches Grünflächeninformationssystem (GRIS), welches als anschauliches Beispiel für digital gestütztes Grünflächenmanagement dienen kann (SenMVKU, 2024). Das GRIS nutzt digitale Geodaten und Luftbilder zur Erfassung bestehender städtischer Grünflächen und verwaltet diese unter anderem mit Hilfe eines Geoinformationssystems (GIS). Es soll somit vor allem die Informationsverarbeitung effektiver machen, so dass die Planung und das Management von Grünflächen erleichtert wird (Heins et al., 2010; SenMVKU, 2024). Weitere Beteiligungsmöglichkeiten zeigt das EU-Projekt Smarticipate, wobei Bürger*innen über Apps bei der Planung der Pflanzung von Stadtbäumen oder dem Aufbau von Stadtgärten einbezogen werden (BBSR, 2020). Ein erheblicher Vorteil von GIS-Systemen ist insbesondere die dezentrale und stets verfügbare Zugriffsmöglichkeit auf umfangreiche digitale Datensätze. Möglicherweise kritisch ist jedoch das Risiko auftretender Verzerrungen (Biases) in den Daten, z. B. in Bezug auf Geschlecht oder Alter der Nutzer*innen sowie im tatsächlichen Zugang verschiedener Gruppen zur Technik. Außerdem liegt die Datenhoheit oft bei Privatunternehmen, so dass sie möglicherweise nicht dauerhaft verfügbar sind. Die Auswertung passiv erhobener Daten wirft zudem ethische und rechtliche Fragen auf (Heikinheimo et al., 2020).

Ein weiterer Aspekt des digital gestützten Grünflächenmanagements ist die öffentliche Beteiligung durch digitale Plattformen, bei denen Bürger*innen Ideen und Vorschläge einbringen können, was zu einer stärkeren Identifikation mit den Grünflächen, der Kommune oder Stadt sowie einer aktiveren Teilhabe an der Stadtentwicklung führen kann. In der Literatur finden sich Ausführungen zu den potenziellen Vorteilen von digitalen Anwendungen im Bereich der Bürger*innen-Erfassung und -Beteiligung für die Grünflächenplanung. Die Analyse der Wertschätzung von Grünflächen durch die Nutzenden kann durch digitale Protokolle wie Participatory Mapping (PPGIS) und Nature Games durchgeführt werden. Mit diesen Tools wird die Wahrnehmung und Wertschätzung von

Grünflächen erfasst (Istrate and Hamel, 2023; Maurer et al., 2023; Mahmoud et al., 2024) und mitunter auch Elemente von Augmented Reality (AR) bzw. Virtual Reality (VR) einbezogen. Ein maßgeblicher Vorteil des PPGIS liegt darin, dass es für lokale Gegebenheiten deutlicher gezielter einsetzbar ist als traditionelle Instrumente der öffentlichen Bürger*innen-Beteiligung. Besonderes Potenzial bietet das partizipatorische Mapping als Grundlage, um mit weiteren Akteuren im Planungsprozess ins Gespräch zu kommen. Verbunden mit weiteren qualitativen Befragungen kann es substantiell dazu beitragen, die Werte und Anschauungen im Kontext naturbasierter Lösungen der betroffenen Gruppen zu ermitteln (Maurer et al., 2023). Herausfordernd kann bspw. die Berücksichtigung jener Bevölkerungsgruppen sein, die mobile Anwendungen bzw. Endgeräte nicht nutzen können oder wollen.

Ein weiteres Anwendungsfeld, das eine deutlich soziale Komponente aufweist, ist die Nutzungsbeobachtung durch Sensoren, welche bspw. Besucher*innen erfassen. Auch Bewegungs- und Verhaltensdaten aus sozialen Netzwerken oder Tracking-Apps aus dem Bereich Sport und Freizeit können für die Stadt- und Grünflächenplanung genutzt werden. Die erhobenen Daten können Aufschluss über die Aktivitäten sowie die Frequentierung von Grünflächen im zeitlichen und räumlichen Kontext durch die Bevölkerung vor Ort geben, so dass deren Pflege, Anpassung oder Erweiterung planbar wird (Guerrero et al., 2016; Heikinheimo et al., 2020; Kolokotsa et al., 2023).

Digitale Technologien sind auch in weiträumigeren und langfristigeren Planungsprozessen sowie in der Verwaltung kommunaler Grünflächen einsetzbar. Mit so genannten Digitalen Zwillingen von Grünflächen (und vielem mehr), können Planer*innen und Behörden die Auswirkungen von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen virtuell simulieren und optimieren, bevor und während sie in der Realität umgesetzt werden. Als virtuelles Modell der physischen Welt kann durch aufbauende Simulationen identifiziert werden, wo sich zusätzliche Bäume und andere Begrünungsmaßnahmen besonders positiv auf das (Mikro-)Klima auswirken (Gholami et al., 2024), während ein Digitaler Zwilling effizientere und nachhaltigere Planung und Verwaltung von Grünflächen ermöglicht.

Auch im Bereich der intelligenten Bewässerung können Digitale Zwillinge und autonome Systeme (das heißt, Technologien, die ihre physische Umgebung selbständig erfassen, analysieren und beeinflussen) das Grünflächenmanagement optimieren (ZHAW, 2013; Goddard et al., 2021; AKDB, 2022). Mit Hilfe intelligenter Bewässerung konnte in bisherigen Projekten etwa erreicht werden, dass Gießgaben im Gegensatz zur herkömmlichen Bewässerung eingespart wurden und Jungbäume angemessener gepflegt werden, so dass spätere Vitalitätsschäden und Nachpflanzungen vermieden wurden (Borgmann and Sternberg, 2023). Ein Beispiel hierfür ist das Projekt ‚Quantified Trees‘ in Berlin. Hier wurde mit einer Agentur und Vertreter*innen des Grünflächenamtes ein quell-offenes, KI-gestütztes Bewässerungsvorhersagemodell entwickelt, welches mit Informationen aus Sensormessdaten und Wetterstationen (Rigal, 2023) unterstützt wird. Im Ergebnis standen Anwendungen für die Zivilgesellschaft und die Verwaltung, die zum einen die Pflegebedürftigkeit der Bäume vorhersagten, als auch bei der Planung des Pflegeeinsatzes halfen.

Für das Monitoring und die Bewertung von Grünflächen, z. B. hinsichtlich ihrer Vitalität, ihrer Kühlungsleistung oder ihrer Kapazität als Kohlenstoffsенке, können digitale Techniken aus der Fernerkundung (Remote Sensing), wie die Auswertung von Kamerabildern oder Luft- und Strahlungsmessungen mittels Drohnen oder Satelliten, eingesetzt werden (Dimitrov et al., 2018; Aram et al., 2019; Eifler et al., 2022; Anderson, Suneja and Dunjic, 2023). Diese Technologie wird bereits in Pilotprojekten angewendet. Maschinelle Lernverfahren sollen helfen, klimaschutzrelevante Parameter allein aus Bilddaten abzuleiten, um aufwändige Begehungen und Pflegemaßnahmen, etwa von Stadtbäumen, zu reduzieren bzw. effizienter zu planen.

Zusammenfassend trägt ein durch zielgenauere Planung und Monitoring verbessertes Management dazu bei, Grünflächen bedarfsgerecht zu pflegen und ihre Vitalität zu erhalten. Besonderes Potenzial bieten dazu intelligente Bewässerungssysteme, die neben dem NKS auch die Anpassung an den rasch voranschreitenden Klimawandel mit verstärkten Trockenperioden adressieren. Insgesamt bieten digitale Technologien im Grünflächenmanagement vielfältige Möglichkeiten, die Effizienz, Nachhaltigkeit und Bürger*innen-Beteiligung zu verbessern. Es ist jedoch wichtig, dass die Städte und Gemeinde kritisch und reflektiert bei der Einführung und Anwendung dieser Technologien vorgehen, um sicherzustellen, dass sie tatsächlich zum Wohl der Stadt und ihrer Bewohner*innen eingesetzt werden.

3.2.2 Regenwasserbewirtschaftung

Der Begriff Regenwasserbewirtschaftung umfasst in erster Linie Maßnahmen der Versickerung, Verdunstung, Rückhaltung und gedrosselten Ableitung von Niederschlägen im Stadtgebiet (Palasch, 2021). Betroffen sind im vorliegenden Kontext insbesondere Teilbereiche der Wasserrückhaltung mittels begrünter Dächer und Bioretentionsbecken sowie über Stadtbäume, Parks, sonstige Grünanlagen und konstruierte Rückhaltebecken (Crncevic et al., 2017). Technologien zur Regenwasserbewirtschaftung und Technologien zum Grünflächenmanagement sind eng miteinander verbunden, da naturnahe Grünflächen einen wichtigen Beitrag zur Regenwasserbewirtschaftung leisten können und umgekehrt. Grünflächen mit wasserdurchlässigen Belägen oder die Implementierung naturnaher Regenwasserbewirtschaftung können Stoffeinträge in die Gewässer reduzieren und positive Effekte der Stadtklimatisierung erzielen. Gleichzeitig können diese Maßnahmen auch zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beitragen, indem sie im Stadtgebiet Retentionsräume zum Schutz vor lokalen Überschwemmungen schaffen.

Anwendungen, die zum Erhalt und Ausbau blau-grüner Infrastrukturen zum Einsatz kommen, verzeichnen Überschneidungen mit digitalen Technologien im Handlungsfeld Regenwasserbewirtschaftung. Zur Planung blauer Infrastrukturen kann grundsätzlich ein GIS herangezogen werden, um digitale Kartierungen vorzunehmen, welche über bebautes Gebiet, vorhandene Grünflächen sowie bspw. durch Sturmwasser gefährdete Gebiete informieren (Crncevic et al., 2017).

Immer mehr Städte in Deutschland profitieren von GIS-basierten Modellen, die den ökologischen, ökonomischen und sozialen Nutzen von Gebäudebegrünung und grüner Infrastruktur aufzeigen (Hirschfeld et al., 2019). Die Planung kann durch KI-Methoden (maschinelles Lernen) unterstützt werden, indem Simulationen und datenbasierte Abschätzungen die Effektivität von blauer Infrastruktur hinsichtlich Wasserquantität und -qualität aufzeigt (Bouzouidja et al., 2021). Die Verwendung digitaler 3D-Modelle kann darüber hinaus für die Flächennutzungsplanung in der Regenwasserbewirtschaftung unter Einbeziehung von Gebäuden, Blöcken, Straßen, Bäumen und umliegenden Gebieten genutzt werden, um zwischen Architekten, Landschaftsplaner*innen, Verkehrsingenieur*innen, Wasserwirtschaftsplaner*innen und weiteren technischen und wirtschaftlichen Planer*innen zu kommunizieren (Forum Virium Helsinki, 2022).

Auf der Monitoring- und Evaluationsebene können an Bioretentionsbecken, an begrünten Dächern und Wänden oder an stehenden Gewässern Sensoren und Datenaufnahmegерäte zum Einsatz kommen, die die physiochemische Wasserqualität, den Wasserdruck und -fluss messen und Wetterstationen zur Erfassung des lokalen Mikroklimas (Brasil et al., 2022; Anderson, Suneja and Dunjic, 2023). Diese Daten können in von Künstlicher Intelligenz (KI) gestützte Modelle und Digitale Zwillinge eingehen, welche eine Modellierung und Echtzeitkontrolle übernehmen und so bspw. die Filterfunktion künstlich angelegter Feuchtgebiete oder von Bioretentionsbecken abschätzen.

Daraus können Optimierungsmaßnahmen abgeleitet werden (Kiiza et al., 2020; Brasil et al., 2021, 2022). Der maßgebliche Nutzen für Ökosysteme liegt auch hier darin, dass durch eine verbesserte Planung und verbessertes Management von blauer Infrastruktur ein Wasserzyklus innerhalb der Stadt aufgebaut werden kann, der Verbrauch und Verunreinigung des Wassers mindert und so natürliche Ökosysteme entlastet, als auch zu der Adaptation an den Klimawandel beiträgt. Digitale Technologien können somit einen Beitrag zur Umsetzung des viel diskutierten Konzepts der Schwammstadt leisten.

Zusammenfassend bieten digitale Technologien eine Vielzahl von Möglichkeiten, um die Regenwasserbewirtschaftung in Städten zu optimieren. Ein zeitgemäßes Regenwassermanagement verfolgt gleichzeitig mehrere Ziele, darunter die Gewährleistung der Entwässerungssicherheit, die Reduzierung von Stoffeinträgen in die Gewässer sowie positive Effekte der Stadtklimatisierung. Digitale Lösungen können dazu beitragen, das Management von Wasserinfrastrukturen effizienter und nachhaltiger zu gestalten und Bürger*innen bei der Planung von Maßnahmen des NKS einzubeziehen. Die Regenwasserbewirtschaftung ist indirekter und zugleich sehr wesentlicher Faktor des NKS in Städten und Kommunen.

3.2.3 Gebäudebegrünung

Begrünte Gebäude sind neben einem nachhaltigen Regenwassermanagement auch für Kühlungseffekte und die Luftfilterung in urbanen Räumen relevant, da durch Biomasseproduktion und ablaufende Bodenprozesse Kohlenstoff gespeichert werden kann (Liu and Russo, 2021; Cascone and Leuzzo, 2023). Digitale Unterstützung bietet sich bei der Verarbeitung diverser Sensordaten an, welche vor allem für das Monitoring betreffender Flächen und der Bestands- oder Maßnahmenevaluation eingesetzt werden z. B. für Temperaturmessungen an begrünten Wänden oder Dächern (Cascone and Leuzzo, 2023), für Messungen der Luft- und Bodenqualität sowie Kohlenstoffsequestrierung (Anderson, Suneja and Dunjic, 2023). Auch Potenziale der Fernerkundung zur Erfassung urbaner Hitzeflüsse und Pflanzenvitalität durch Satelliten werden in der Literatur diskutiert. In der Stadtplanung können Gebäudebegrünungsmaßnahmen gezielt als naturbasierte Lösungen gegen Hitzeinseln eingesetzt werden. Ultraschallgeräte, Kamerafallen mit Bewegungsmeldern und Insektenüberwachungssysteme können zur Überwachung der biologischen Vielfalt (das heißt, für bestimmte Arten) beitragen (Anderson, Suneja and Dunjic, 2023). Mit Hilfe von Erdbeobachtung und Fernerkundung lässt sich die Gesamtanwendung der Gebäudebegrünung überwachen (Dimitrov et al., 2018; Chrysoulakis et al., 2021). Zur digital gestützten Planung können etwa Expert Models & Methods zum Einsatz kommen (Bouzouidja et al., 2021) sowie Digitale Zwillinge, die einen zielführenden Einsatz von grüner Infrastruktur unterstützen (Gholami et al., 2024). Wie beim Grünflächenmanagement können hier zudem KI-gestützte autonome Systeme zur Echtzeitkontrolle und für intelligente Bewässerung eingesetzt werden (Goddard et al., 2021). Zudem zeigt sich in der Literatur ein breites Spektrum an digitalen Technologien bzw. Anwendungen zur Bürger*innen-Beteiligung im Rahmen von Planungs- und Evaluationsprozessen für NKS.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich einige Technologien und Ansätze zur Stärkung des NKS im Bereich der Gebäudebegrünung mit anderen Bereichen überschneiden, etwa bezüglich der Einbindung in das Regenwassermanagement sowie bei der Erfassung und Kontrolle von Indikatoren zur Biodiversität oder zur Luft- und Bodenqualität. Zudem bestehen verschiedene Möglichkeiten, die lokale Bevölkerung über (mobile) Anwendungen stärker in die einzubinden.

3.2.4 Maßnahmenplanung zur Biotop- und Flächenaufwertung

Die im ANK genannten Aspekte Biotopvernetzung, Bodenentsiegelung sowie die ausdrückliche Vorhaltung von Gebieten für den NKS werden hier gemeinsam behandelt. Mit Hilfe von Vorranggebieten können Flächen für den Biotopschutz oder den NKS reserviert werden (z. B. Moore). Flächeneinsparung und Entsiegelung kann ein integraler Schritt zur Biotop- und Flächenaufwertung sein. Die Digitalisierung spielt für die Planung von Vorranggebieten schon jetzt vor allem in der Datenverwaltung der beteiligten Behörden eine wichtige Rolle. Ein weiteres potenzielles Anwendungsgebiet ist die Datenerhebung, z. B. zur Identifizierung potenzieller Gebiete für die Biotopvernetzung oder zur Identifizierung von Vorranggebieten für den Klimaschutz.

Die Digitalisierung der Planung im Bereich der Raumordnung wird bereits regulatorisch vorangetrieben. Sie wird seit 2017 in Form der Planungstools XPlanung und XBau des Deutschen IT-Planungsrates, der die Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung verantwortet, verbindlich vorgeschrieben (Leitstelle XPlanung, 2023). Damit wird ein Datenstandard ermöglicht, der den verlustfreien Datenaustausch unterschiedlicher Planungsstellen sicherstellen soll. Zur Erfassung der für die Bauleit- bzw. Landschaftsplanung relevanten Daten ist die Nutzung von GIS und BIM ebenfalls ein etablierter Bestandteil der Planungspraxis (BBSR, 2020; Leitstelle XPlanung, 2023).

Bezüglich des Monitorings von Flora und Fauna zeigt z. B. die Studie ‚Digitalisierung im Klimaschutz‘ des BfN sowie die Tagungsreihe ‚Naturschutz Digital‘ auf, welche digitalen Technologien aktuell verwendet werden bzw. Potenziale bergen (Bilo and Feit, 2022; Schneider, Mrogenda and Davis, 2023). Digitale Datenbestände sind vor allem für Planungsprozesse relevant, in denen Flächen für den NKS oder zur Biotopvernetzung identifiziert werden sollen. Von besonderer Relevanz ist hierbei die Fernerkundung durch Drohnen und Satelliten. Bspw. ermöglicht der Einsatz visueller oder hyper-/multispektraler Landschaftsanalyse die digitale Kartierung von Habitaten oder effiziente Bewertungen von Populationen hinsichtlich ihrer Verteilung und Dichte (Schulte to Bühne and Pettorelli, 2018; Jarocińska et al., 2022). Besonders in schwer zugänglichem Gelände, wie in Feuchtgebieten, können Fernerkundungsmethoden wie Satellitenbilder oder Strahlungserfassungen das Monitoring der Gebiete erleichtern (Dronova et al., 2021). Weiterhin können KI-gestützte Apps und Software zur automatisierten Arterfassung das Monitoring von Flora und Fauna unterstützen (Bilo and Feit, 2022; Schneider, Mrogenda and Davis, 2023). Diese sind sowohl für Fachpersonal als auch für die lokale Zivilbevölkerung nutzbar.

Zur weiteren Datenverarbeitung nutzt bspw. das Bayerische Landesamt für Umwelt die Software ‚Marxan‘, welche die jeweils bestgeeigneten Flächenkombinationen für bestimmte Optionen der Biotopvernetzung anzeigen soll (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2024). Außerdem werden in der Raumplanung Computer-Aided Designs, 3D-Visualisierungen sowie VR- und AR-Ansätze genutzt (Bilo and Feit, 2022). Weitere Potenziale für eine zielführende Planung bieten Modelle, die mögliche Habitate einzelner Arten anzeigen (Species Distribution Models). Kombiniert mit BIM und GIS können diese in urbane Digitale Zwillinge einfließen, was die Effektivität von Planungsprozessen zusätzlich steigern soll (Catalano et al., 2021; Gholami et al., 2024).

Die Literaturanalyse macht deutlich, dass neue Möglichkeiten durch die Digitalisierung in der Planung bereits eine wichtige Rolle spielen. Insbesondere bei der Identifizierung potenzieller Gebiete und Flächen für Klimaschutzmaßnahmen sowie in der Datenerhebung kommen spezielle Werkzeuge zum Einsatz und vereinzelt auch komplexere integrierte Systeme. Die Digitalisierung der Raumplanung schreitet voran und umfasst vor allem den Einsatz von GIS und BIM sowie Technologien zur Überwachung von Flora und Fauna.

3.3 Akteurslandschaft für Digitalisierung und natürlichen Klimaschutz

Werden Maßnahmen der Digitalisierung und des NKS in Kommunen beschlossen, geplant, umgesetzt, gestaltet oder evaluiert, sind häufig sehr vielfältige Stakeholdergruppen beteiligt, wie z. B. Akteure und Institutionen auf Bundes- und Landesebene sowie Kommunen, Unternehmen, die Zivilgesellschaft und die Wissenschaft. Die Einbindung von Stakeholdern erfolgt laut der Literaturanalyse meist im Rahmen von Projekten der grünen Infrastruktur oder in solchen der Digitalisierung von Kommunen. Hier sind insbesondere die Strategien im Rahmen der vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen geförderten ‚Modellprojekte Smart City‘ zu nennen. Zwar legen die umweltbezogenen Handlungsfelder dieser Projekte einen Schwerpunkt auf Klimaanpassung. Die dabei verwendeten Technologien und Akteure sind jedoch auch für den NKS relevant (siehe Abbildung 3.2).

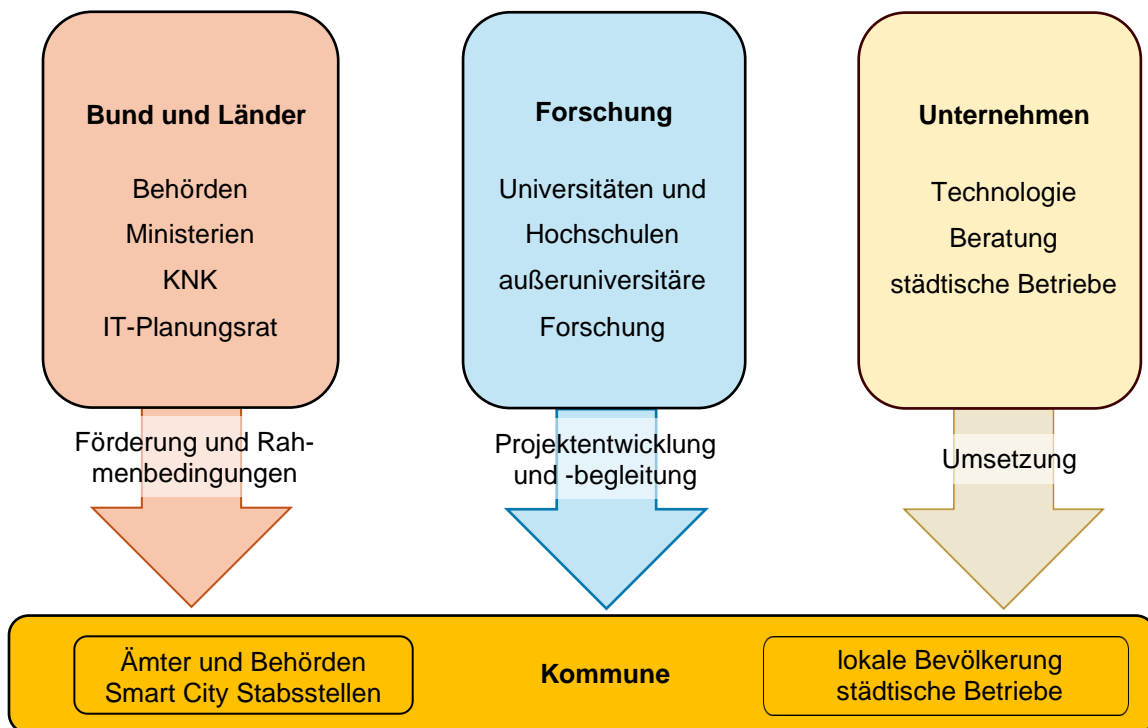


Abbildung 3.2: Zentrale Akteursgruppen für den Einsatz digitaler Technologien für den natürlichen Klimaschutz. Quelle: IÖW.

Die konkrete Umsetzung von Maßnahmen des NKS und der Digitalisierung liegt bei den Kommunen, Landkreisen und Ländern, die sich jedoch entweder durch formale Rahmenbedingungen (z. B. lokale Strukturierung zuständiger Ämter, Dezernate usw.) oder durch informelle Prägungen lokaler Gegebenheiten und Strukturen (z. B. Rollenverständnis), Kooperation, Kommunikation) in der Zuständigkeit und Verantwortung unterscheiden können.

3.3.1 Bund und Länder

Bund und Länder spielen vorrangig in der Schaffung von (grundlegenden rechtlichen) Rahmenbedingungen für Maßnahmen und Projekte des NKS und der Digitalisierung eine Rolle, wie z. B. das Baugesetzbuch (BauGB), welches vor diesem Hintergrund wichtige Planungsprozesse regelt.

Weiterhin stellen sie inhaltliche und finanzielle Förderung für Maßnahmen der Digitalisierung und des NKS bereit. So wird etwa vom BMUV die Ausbildung von Klimaanpassungsmanager*innen gefördert, welche Kommunen bei der Koordinierung und Umsetzung von Klimaanpassungskonzepten unterstützen sollen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2022) und somit zentral sind für die Maßnahmenplanung im kommunalen NKS. Auch werden die NKS-Maßnahmen selbst vom BMUV sowie vom KfW finanziell unterstützt (STMD, 2023; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2024).

Da Maßnahmen der Biotopaufwertung eng mit dem Naturschutz verbunden sind, sind auch Naturschutzakteure relevant. So koordiniert und fördert das BfN Projekte der Digitalisierung des Naturschutzes, wie z. B. den Aufbau eines Umwelt- und Naturschutzinformationssystems, welches bundesweit Umweltdaten bereitstellt (Bundesamt für Naturschutz, 2024). Zudem ist auf übergeordneter politischer Ebene der IT-Planungsrat zu nennen, welcher aus Vertreter*innen von Bund und Ländern besteht und die föderale Zusammenarbeit bezüglich der Informationstechnik koordiniert sowie einheitliche IT-Standards setzt.

3.3.2 Akteure auf kommunaler Ebene

Die konkrete Umsetzung der Maßnahmen, bspw. in der Aufstellung von Bauleitplänen, welche Belange des NKS berücksichtigen müssen, liegt im Verantwortungsbereich der Kommunen. In der übergeordneten Verantwortung stehen zumeist die Stadtverwaltung und die Bürgermeister*in. Für die Umsetzung von NKS-Maßnahmen sind je nach Maßnahme und Organisation der Verwaltung Ämter für Grünflächen, Hoch-, Tief- und Straßenbau, Naturschutz oder Digitalisierung zuständig. In der Organisationsstruktur der Kommunen sind sie meist auf Informationen von Ämtern für Stadtplanung oder Geodaten angewiesen und können bspw. mit Ämtern für Verkehr kooperieren. Weiterhin können oder müssen die lokalen Umwelt- bzw. Naturschutzbehörden einbezogen werden.

Die einschlägige Literatur zeigt, dass im Rahmen von Smart City Strategien oder Projekten häufig Stabsstellen oder Ämter für Digitalisierung einbezogen werden. Laut der Handreichung ‚Die digitale Stadt gestalten‘ des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) haben größere Kommunen hierfür etwa Stellen als Chief Digital Officer bzw. Chief Innovation Officer eingerichtet. Kleineren Kommunen, denen es in besonderem Maße an personellen Ressourcen mangelt, haben durch Weiterbildungen die Möglichkeit, Digitalallots*innen durch Institute oder Unternehmen ausbilden zu lassen (Humann, Hartenstein and Kusian, 2022, p. 22f). Auf betrieblicher Ebene sind für die Planung und Umsetzung von NKS-Maßnahmen in der Regel Kooperationen mit kommunalen Wohnungsbaugesellschaften, Handwerkskammereien, Stadtwerken, Verkehrs- oder Wasserbetrieben etc. relevant. Auf Grund ihrer Nähe mit lokalen kommunalen Strukturen werden sie hier bewusst nicht zur Akteursgruppe der Unternehmen gezählt, welche oft privatwirtschaftliche Akteure ohne engen Bezug zur entsprechenden Kommune umfassen und von Start-ups bis hin zu global agierenden Technologieanbietern reichen können.

Als zivilgesellschaftliche Stakeholder stellen insbesondere Anwohner*innen bzw. Bürger*innen, die direkt von städtischen Gestaltungsmaßnahmen betroffen sein können, eine wichtige Akteursgruppe dar und sollten in die Planung einbezogen werden. Einige Smart City Projekte betonen daher die Relevanz von Transparenz im Planungsprozess und sehen digitale Beteiligungsformate für die lokale Bevölkerung vor (Kalletal and Lemgo, 2022; Weiß and Dudel, 2024). Eine Fallstudie zur Integration digitaler Technologien in kommunale Strukturen zeigt auf, dass ein früher Einbezug der Zivilgesellschaft zentral für den nachhaltigen Nutzen von Technologie für alle kommunalen Akteure ist (Hamm et al., 2023; CityLAB Berlin, 2024; Wir im Quartier, 2024). Eine nicht als allgemeingültig

darstellbare Sonderrolle nehmen Multiplikator*innen und Querschnittsakteure ein. Sie unterstützen insbesondere in Projektkontexten z. B. die Kommunikation zwischen Stakeholdergruppen sowie ggf. die öffentliche Beteiligung. In manchen Städten kommen dafür Akteure mit einer expliziten Mediationsfunktion zwischen verantwortlichen kommunalen Ämtern und anderen lokal bzw. regional angesiedelten Beteiligten zum Einsatz, wie z. B. so genannte Veränderungslots*innen in Bochum (Bochum Smart City, 2022; Hanse- und Universitätsstadt Rostock, 2023). Eine Übersicht der vielfältigen Akteursgruppen auf kommunaler Ebene ist in Abbildung 3.3 skizziert.

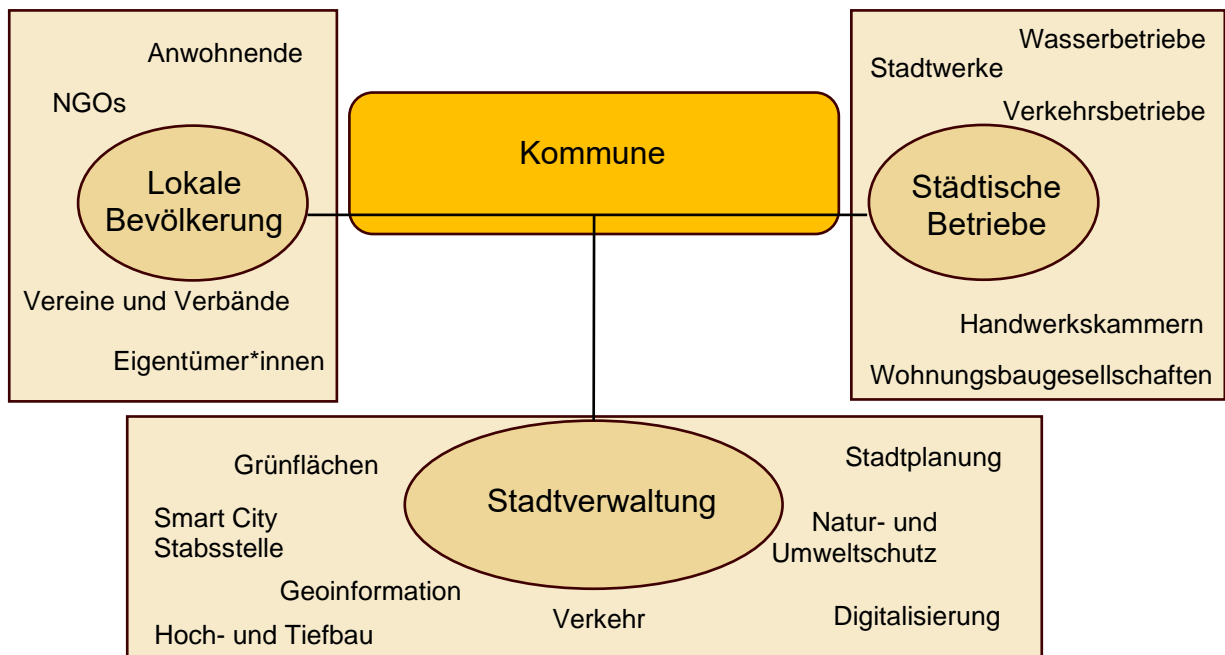


Abbildung 3.3: Akteursgruppen auf kommunaler Ebene mit Beispielen aus Projekten und Maßnahmen für digital gestützten natürlichen Klimaschutz. Quelle: IÖW.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die übergeordnete Verantwortung für digital gestützte NKS-Maßnahmen zumeist die Stadtverwaltung und/oder eine Stabsstelle innehat, welche mit diversen Stellen der Stadtverwaltung kooperiert. Die Ausführung der Maßnahmen obliegt den jeweils zuständigen Ämtern und Behörden sowie kommunalen Betrieben. Als nicht zu unterschätzende Akteursgruppe ist auch die Zivilgesellschaft einzubeziehen. Je nach Maßnahme betrifft dies insbesondere die Planungsphase, mitunter kann die Bevölkerung jedoch auch zur Umsetzung von Maßnahmen beitragen. Externe oder der Verwaltung unterstellte Manger*innen oder Lots*innen können den Umsetzungsprozess unterstützen.

3.3.3 Unternehmen

Bei der praktischen Umsetzung von NKS-Maßnahmen sind Kommunen oft auf Unternehmen im privatwirtschaftlichen Bereich angewiesen. Sie können an Forschung und Entwicklung sowie Planung und Ausgestaltung von Projekten beteiligt sein. Der maßgebliche Beitrag liegt häufig in der Realisierung. Im Beispiel der ‚Clever City Hamburg‘ (Clever Cities, 2024b) waren Unternehmen bereits in frühen Planungsphasen beratend eingebunden. Für den Aufbau von Gebäudebegrünungsmaßnahmen wurden Landschaftsarchitekturbüros herangezogen und in der Umsetzung spielten Wohnungsbau- und Handwerksunternehmen eine große Rolle. Typischerweise besteht ein wesentlicher Teil der Leistungen in der Beratung kommunaler Akteure.

Weitere unternehmerische Parteien in der Digitalisierung sind Technologieanbieter, etwa für Sensor- oder GIS-Technologien sowie für Hardware, Software und spezialisierte Dienstleistungen. So gibt es Unternehmen, welche Kommunen mittels Fernerkundung Potenzialanalysen für Gründächer bereitstellen (IP Syscon, 2024), Bodenfeuchtemessungen als vernetztes Hardware-Software-System vertreiben (Arbor Smart City, 2024) oder urbane Internet of Things-Plattformen für verschiedene Bereiche der kommunalen Verwaltung und Daseinsvorsorge (SDS, 2024). Je komplexer die technologische Komponente einer Maßnahme ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Kommune auf spezialisierte Unternehmen angewiesen ist (Rigal, 2023).

3.3.4 Wissenschaft und Forschung

Häufig werden Projekte für NKS mit Hilfe digitaler Technologien von Kommunen durch in der Region ansässige Hochschulen und Universitäten sowie außeruniversitäre Forschungseinrichtungen begleitet. Bspw. unterstützt die Fraunhofer-Gesellschaft die Smart City Kooperation Kalletal-Lemgo sowie das Projekt ‚Quantified Trees‘ in Berlin, welches gemeinsam mit der Technologiestiftung Berlin und dem Innovationslabor Smart City Lab Berlin entwickelt wurde. Da Pilotprojekte zur Erprobung innovativer Ansätze und Technologien sehr häufig auf finanzielle Förderung angewiesen sind, geht der Einbezug von Forschungspartner*innen meist auf Anforderungen in Ausschreibungen öffentlicher Fördermittelgebenden zurück (Wendling et al., 2020).

Wissenstransfer ist essenziell während der Begleitung von digital gestützten NKS-Projekten durch wissenschaftliche Partner*innen und wird auch in Förderprogrammen berücksichtigt. Über die deutschen ‚Modellprojekte Smart Cities‘ hinweg, wird bspw. versucht, durch Begleitforschung auch generelle Entwicklungen rund um die kommunale Digitalisierung und Stadtentwicklung zu erfassen (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2024). Je nach Technologiefeld für konkrete Anwendungen stehen in Deutschland teilweise erst sehr wenige praktische Erfahrungen aus Kommunen bereit, die die Entwicklung ähnlicher Vorhaben unterstützen könnten. Stets zu beachten ist hierbei die eingeschränkte Vergleichbarkeit unterschiedlicher Kommunen je nach Bevölkerungszahl und -dichte, geografischer Lage und Topografie, Demografie, Gebäudebestand etc. Möglichst generalisierbare Erkenntnisse zu identifizieren ist eine Kernkompetenz wissenschaftlicher Forschung. Dies erklärt die übliche Beteiligung solcher Akteure in verschiedensten Initiativen, Strategien und Projekten zum NKS mit Hilfe digitaler Technologien (Hirschfeld et al., 2019; Kalletal and Lemgo, 2022; Clever Cities, 2024a).

Eine weitere mögliche Erklärung ist, dass digitale Modelle oder Anwendungen zunächst in Forschungseinrichtungen entwickelt werden und in dann in anwendungsbezogenen Projekten genutzt und weiterentwickeln. Dies wurde in der Interviewstudie bereits von einzelnen Gesprächspartner*innen gestützt. Ein verwandtes Beispiel stellt die Entwicklung eines KI-Modells zur bildlichen Erkennung von Pflanzenarten dar, welche von zwei Forschungseinrichtungen erst mit zivilgesellschaftlicher Unterstützung als mobile Anwendung realisiert wurde (Flora Incognita, 2024). Auch der Umweltatlas Berlin baut auf Datensätzen auf, die von Forschungseinrichtungen zusammengetragen und kuratiert wurden (Berlin, 2024). Als öffentlich nutzbares Gemeingut sind derartige ‚digitale Schätze‘ wertvoll. Gleichzeitig bestehen für privatwirtschaftliche, kommunale oder gar zivilgesellschaftliche Akteure oft keine starken Anreize, sie zu erarbeiten. Die öffentlich geförderte Forschung kann somit eine sehr wichtige Rolle für die Ermöglichung von Maßnahmen spielen. Ihre Planung und Umsetzung wird durch wissenschaftliche Begleitung gestärkt, wenn sie Erkenntnisse generiert, absichert, aufbereitet und den Wissenstransfer unterstützt. Es ist zu erwarten, dass kleinere Kommunen wesentlich schwächer von wissenschaftlichen Grundlagenarbeiten profitieren als Großstädte mit Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen.

4 Hürden und Hemmnisse in Städten und Gemeinden

Auf Basis der Interviewstudie wurde ein Überblick zu Hürden und Hemmnissen erarbeitet, welche die Nutzung digitaler Technologien für den NKS erschweren. Vertreter*innen von Städten und Gemeinden wurden zusätzlich zu Ihrer Wahrnehmung der Potenziale digitaler Technologien befragt. Die Ergebnisse sind im folgenden Kapitel zusammenfassend dargestellt.

4.1 Digitale Technologien für den natürlichen Klimaschutz aus der Sicht kommunaler Akteure

Die hier angelegte Begriffsdefinition für NKS wurde allen Interviewten eingangs präsentiert: „Unter natürlichem Klimaschutz verstehen wir Maßnahmen, die darauf ausgelegt sind, die Klimaschutzwirkung urbaner Ökosysteme (z. B. Bäume, Grünflächen, grüne Dächer/Fassaden) zu stärken. Sie gehen meist Hand in Hand mit Klimaanpassung (Anpassung an Klimawandelfolgen).“ Sie wurde weitestgehend als treffend und sinnvoll erachtet, ebenso wie die herausgearbeiteten NKS-Handlungsfelder für digitale Technologien (Grünflächenmanagement, Regenwasserbewirtschaftung, Gebäudebegrünung und Maßnahmenplanung zur Biotop- und Flächenaufwertung), die allen Interviewten eingangs präsentiert und von diesen weitestgehend als treffend und sinnvoll erachtet wurden. Das Handlungsfeld „Grünflächenmanagement“ bspw. könnte laut Interviewten weiter spezifiziert werden, um nicht den Eindruck zu erwecken, es gehe dabei lediglich um die Unterhaltung und Pflege bestehender Grünflächen. Einschätzungen zu den Potenzialen digitaler Technologien sowie Herausforderungen, Hürden und Hemmnissen werden im Folgenden dargestellt.

4.1.1 Nutzungspotenziale digitaler Technologien aus Sicht der Kommunen

Für die untersuchten Städte und Gemeinde ergeben sich aus der Nutzung digitaler Formate verschiedene Potenziale. Demnach liege der Schwerpunkt in der **Schaffung einer Datengrundlage** und der Datenzusammenführung (z. B. Interview 1, 12). Die Erschließung und Sammlung digitaler Daten als Informationsquelle und Entscheidungsgrundlage bietet Kommunen viele Nutzungsmöglichkeiten, auch über den NKS hinaus (Interview 2, 4, 8, 12). Es werden große Potenziale für die alltägliche Arbeit in kommunalen Behörden erwartet. Daneben erhoffen sich die Kommunen durch eine intelligente Integration und Auswertung von Datensätzen schnelle sowie hilfreiche Erkenntnisse für Entscheidungsprozesse politischer Mandatsträger*innen. Außerdem werden digitalen Technologien potenzielle Ressourceneinsparungen zugesprochen, was die Verwaltungspraxis entlasten könnte (Interview 2, 9, 12).

Fast alle Befragten gaben an, dass in ihren Kommunen mit Geodaten gearbeitet wird, welche in digitale **Geoinformationssysteme** eingepflegt werden. Mit deren Hilfe werden bspw. Stadtklimaanalysen erstellt und Karten zu Hitzebelastungen, Hochwasserständen und Grünflächen erstellt. Durch Modellierungen, Simulationen und Szenarien können die Kommunen Anpassungskonzepte und Maßnahmen entwickeln, welche bspw. in der Bauleitplanung berücksichtigt werden sollen (Interview 2, 4, 5, 12). Parallel dazu machen sich die Kommunen Geodaten teils zur Erstellung von Baumkatastern zugute sowie zur Optimierung von Routen bei der Abfallentsorgung, der Grünpflege und in anderen Bereichen der öffentlichen Daseinsvorsorge (Interview 6, 7).

Viele Gemeinden arbeiten mit verschiedenen Arten von **Sensoren**. Großes Nutzungspotenzial wird hier in der Messung von Daten zu Luftqualität, (gefühlter) Temperatur, Wind, Luft- und Bodenfeuchte und anderen Parametern gesehen (Interview 1, 3, 5, 7, 9). Durch den Einsatz von Boden- und Niederschlagssensoren können z. B. Bewässerungspläne optimiert werden (Interview 3, 12, 13). Die Verbreitung von Baumsensoren nimmt deutlich zu. Darüber hinaus machen sich Kommunen die Messungen von Wasserständen zunutze, um fortgeschrittene Warnsysteme für die lokale Bevölkerung zu entwickeln (Interview 6).

Einige Kommunen fokussieren sich auf die **Verbreitung von Tablet Computern** in Verwaltungen und die damit einhergehende Benutzung diverser **mobiler Anwendungen** wie ‚Smart-City-Apps‘, mit dem Ziel, Auskunftssysteme für Bürger*innen sowie (interne) Informationssysteme zu schaffen (Interview 6, 14). Hierüber sollen Müllabfuhrtermine, Pressemitteilungen oder Wetterdaten kommuniziert werden (Interview 14). Allen voran nutzen einige Kommunen die Digitalisierung für Bürger*inneninformations- und Beteiligungsangebote. So sollen zeit- und kosteneffizient mehr Menschen erreicht werden als mit klassischen Formaten. Die Anwendung von Apps im Bewässerungsmanagement macht sich auch das Grünflächenmanagement mit effizienten Bewässerungsmethoden zunutze (Interview 8). In mehreren Städten können Bürger*innen gemäß einem Crowdsourcing-Ansatz selbst Bäume bewässern und dies über eine mobile App melden. Gleichwohl gibt es Angebote für Bürger*innen, sich in der Baumkartierung zu beteiligen sowie auf Mängel oder Gefahrenquellen im öffentlichen Raum, bspw. beschädigte oder herabhängende Äste, hinzuweisen (Interview 12, 13). Hier nutzen viele Kommunen die Apps als Kommunikationsplattform. Auch in intelligenten Zisternen werden Potenziale gesehen. Die Wasserspeicherung ist hier an Starkregenereignisse gekoppelt, um ein besseres Management des Zu-/Ablaufs zu ermöglichen (Interview 8).

Nutzungspotenzial für digitale Technologien wird auch in **Methoden zur Fernerkundung**, etwa durch Luftbilddaufnahmen, beschrieben. Mit Hilfe von Drohnen können ein digital gestütztes Umwelt-monitoring erstellt und Potenzialanalysen für Photovoltaikanlagen auf Dächern durchgeführt werden (Interview 11, 14). Auch für den Einsatz Digitaler Zwillinge bekunden Kommunen vielversprechende Möglichkeiten. Damit können Vorhaben in dreidimensionalen Modellen erstellt und informierter Entscheidungen, aufgrund von besseren Darstellungsmethoden, getroffen werden (Interview 11).

4.1.2 Generelle Herausforderungen im natürlichen Klimaschutz aus Sicht der Kommunen

Eine grundsätzliche Herausforderung in der Planung und Umsetzung von NKS-Maßnahmen besteht darin, dass diese häufig interdisziplinären Vorhaben beinhalten. Für bzgl. ihrer Fachbereiche **heterogene Akteursgruppen** eine zielführende Zusammenarbeit zu gewährleisten, wird zunehmend aufwändig, je weiter die involvierten Kompetenzbereiche voneinander entfernt sind. Auch räumlich kann dies eine Herausforderung sein, wobei kleinere Kommunen hier tendenziell im Vorteil sind, da kleine Teams und kurze Wege den informellen Austausch erleichtern. Gleichzeitig sind sie hinsichtlich der Ausstattung mit breitem Fachwissen gegenüber Großstädten mit entsprechend ausgestatteten Fachämtern strukturell benachteiligt. Ein herausragendes Hemmnis besteht im weitverbreiteten Mangel an Kapazitäten und Kompetenzen. Nahezu alle Interviewten äußerten Bedarf an 1) mehr Stellen und 2) mehr qualifizierten Personen, die diese besetzen können.

Laut BauGB sind Klimaschutz und Klimaanpassung **keine vorrangigen Belange**, was bedeutet, dass sie in der Erstellung von Bebauungsplänen neben anderen sozialen und wirtschaftlichen Aspekten gleichberechtigt abzuwägen sind. Zielkonflikte zwischen Klimaschutz und -anpassung am

Beispiel von Dächern wurden in Interview 8 erkennbar, demzufolge etwa Unstimmigkeiten zwischen maximalem Photovoltaik-Ausbau und Dachbegrünung als Anpassungsstrategie zwischen diversen Gruppen auftreten können. Demzufolge sind in erster Linie integrierte Lösungsansätze gefragt. Im Gegensatz zu privatwirtschaftlichen Unternehmungen, sind kommunale Akteure häufig strengeren Auflagen unterworfen, um die Gemeinnützigkeit von Maßnahmen sicherzustellen und öffentliche Mittel sachgemäß einzusetzen. Dies kann auch auf die Umsetzung von NKS-Maßnahmen hemmend wirken und bewegt einige Verwaltungsangestellte dazu, neue Wege zu eruiieren. Im Fachbereich für Umwelt- und Klimaschutz einer niedersächsischen Stadt scheiterten bspw. Überlegungen, über die Freiraumgestaltung oder eine Freiflächengestaltungssatzung einen soliden Hebel zu schaffen (Interview 4). Auch Ahndungsverfahren gemäß Bauordnung seien sehr zeitintensiv. Die Anpassung entsprechender Regelwerke für Bauvorhaben, die Regenwasserbewirtschaftung oder Verkehrsinfrastrukturelemente unterlägen oft bundesweiten Prozessen, die schlicht „nicht schnell genug“ seien, um zeitgemäße Rahmensetzungen gewährleisten zu können (Interview 8).

Urbane Ökosysteme schnell und zugleich tiefgreifend auf NKS auszurichten, sowie an Folgen des Klimawandels anzupassen, ist „eine Herkulesaufgabe“, die sämtliche Infrastrukturbereiche betrifft (Interview 1). Viele Bebauungspläne würden immer noch „tabula rasa machen, obwohl ich einen guten Baumbestand habe“ (Interview 8). Bis Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung über Bebauungspläne spürbar fruchten, „sind meistens 30 Jahre vergangen“ (Interview 4), weshalb in diesem Feld besonders weitsichtig gehandelt werden muss und alte, ggf. nicht mehr zeitgemäße, Pläne teils erst heute zum Tragen kommen. In der Folge werden heute stellenweise wertvolle „Bäume abgeholzt und man hat dann 30 bis 40 Jahre erst mal keinen Schatten mehr“ (Interview 8).

In mehreren Interviews wurde darauf verwiesen, dass der NKS gegenüber öffentlich bekannteren und populäreren Klimaschutzmaßnahmen, z. B. im Verkehrs- oder Energiebereich, verhältnismäßig **wenig Aufmerksamkeit und (politischen) Rückhalt** erfahre, da er weniger im öffentlichen Bewusstsein verankert sei. Einer im Klima- und Umweltschutz tätigen Person zufolge komme im NKS „eigentlich [...] jeder Bereich zu kurz, wenn Sie mich fragen, weil eigentlich braucht es da überall viel mehr Man-Power und auch teilweise einfach das Umdenken“ (Interview 4). Die gesellschaftliche Relevanz wird gemeinhin als nicht hoch genug eingeschätzt. Dies drücke sich häufig in einer allgemeinen Überforderung städtischer und kommunaler Stellen auf Grund knappen Personals aus.

4.1.3 Hürden und Hemmnisse aus Sicht der Kommunen

Aus Sicht der in Kommunen beschäftigten Interviewten scheint der **Mangel an qualifiziertem Personal** zentral für den oft unzureichenden Einsatz der Technik in zuständigen Ämtern zu sein. Dies betrifft sowohl die zur Verfügung stehenden Haushaltsstellen in beteiligten Fachämtern als auch das Angebot an Fachkräften, die diese besetzen könnten. Diese Herausforderung scheint große und kleine Verwaltungseinheiten in allen untersuchten Regionen zu betreffen. Sie wurde in jedem geführten Interview erwähnt. Der Smart City Manager eines Stadtkreises in Baden-Württemberg berichtet bspw. von „chronischer“ personeller Unterbesetzung in der Stadtverwaltung, so dass Angestellte zum Teil erhebliche Mehrarbeit leisten müssten (Interview 12). Die Anforderung, sich neben alltäglichen Verwaltungsgeschäften zusätzlich mit technologischen Fragen beschäftigen zu müssen, werde durch fehlende Zeit und durch den Personalmangel erschwert. Ein Interview bestätigte diesen Umstand auch dadurch, dass dort zwar grundsätzlich nützliche digitale Sensordaten zur Verfügung stünden. Für ihre Auswertung und Aufbereitung fehle es jedoch an ausreichenden Kapazitäten, so dass die Potenziale nicht genutzt werden könnten (Interview 13). Auch für die

Ausarbeitung von Förderanträgen fehlen während des Tagesgeschäfts nicht selten die nötigen personellen Kapazitäten (z. B. Interview 10, 16). Hierbei komme es deshalb „immer auf die Persönlichkeiten an und das Engagement Einzelner“ (Interview 10).

Aus dem allgemeinen Fachkräftemangel ergeben sich mitunter zusätzliche Aufwände. Man müsse „ständig neue Wege finden, also das ist schon sehr energie- und zeitraubend“ (Interview 5). **Unbesetzte Stellen** sind im kommunalen Umfeld keine Seltenheit – „das haben alle Kommunen“ (Interview 6). Eine Person aus Bayern berichtete, dass die organisationale Verankerung ihrer Tätigkeit (z. B. als Teil eines Stabes oder in einem Fachamt angesiedelt) innerhalb von fünf Jahren viermal wechselte (Interview 5). Speziell für den hier untersuchten Bereich, sind auch IT- bzw. EDV-Abteilungen entscheidend, welche „teilweise gar nicht hinterherkommen“ (Interview 6). Die allgemeine Überlastung wird auch von Stellen bescheinigt, die nicht direkt in der Stadtverwaltung angesiedelt sind, aber eng mit diesen zusammenarbeiten. Straßen- und Grünflächenämter seien durch knappe Kapazitäten meist „heillos überfordert“ und würden Digitalisierungsprojekte oft „zusätzlich“ mitmachen (Interview 7). Für ein Urban Digital Twin Projekt einer niedersächsischen Stadt wurde jüngst das „fünfte oder sechste Suchverfahren“ nach einer qualifizierten Kraft abgeschlossen, ohne die Stelle erfolgreich zu besetzen (Interview 8).

Neben dem sehr häufig angeführten Personalmangel stellt auch ein genereller Mangel an **adäquaten technischen Kompetenzen** in der Verwaltung ein Hemmnis für den Technikeinsatz dar. Vielfach wurde auf das Fehlen grundlegender IT-Kenntnisse hingewiesen, etwa zum „Erstellen einer Excel-Tabelle“ (Interview 16) oder zum routinemäßigen Einspielen von Softwareupdates (Interview 1). Eine weitere Person nannte das Beispiel, Kolleg*innen hätten auf Nachfrage versichert, sie hätten im Amt keine Daten, „nur Excel Tabellen“ (Interview 15). Zwar betonten mehrere Interviewte, dass man technische Fachkenntnisse nicht allen Mitarbeitenden in Kommunen absprechen könne. Viele würden Interesse bekunden, sich Kompetenzen eigenständig anzueignen. Während der alltäglichen Tätigkeit sei das jedoch „auch immer so ein bisschen schwierig“ (Interview 10). Interviewte verwiesen darauf, dass Verwaltungsangestellte in Grünflächenämtern die fachliche Kompetenz zur Pflege von Grünflächen hätten, nicht jedoch zur Anbringung von Sensoren (Interview 9). Viele Interviewte betonten die Notwendigkeit, flächendeckende IT-Kenntnisse aufzubauen und zu vertiefen, damit diese sich nicht auf wenige Personen konzentrieren und somit in Silos verbleiben (Interview 17). Eine Referentin für Wirtschaftsförderung und Mobilität sprach kritisch von der „Altersfrage“ in kommunalen Strukturen und sieht den Schlüssel zur Überwindung von Hürden in der Digitalisierung von Kommunen in jüngeren Mitarbeitenden (Interview 3). Auch andere verbanden intern fehlende Kompetenzen mit „älteren Kollegen“ oder sprachen von einem „Generationenproblem“ (Interview 1, 6). Dieses Resümee ist jedoch vorsichtig zu interpretieren. Erstens bestehen die Herausforderungen nicht im Alter der betreffenden Personen (sondern in ihren Kompetenzprofilen und evtl. abweichenden Arbeitsweisen). Zweitens zeigt sich hinsichtlich der Fachkräfte für Grünflächen, Bäume usw. ein umgekehrtes Bild. Eine Leitungsperson in Bayern befürchtet, dass mit dem baldigen Weggang vieler Mitarbeitenden aus geburtenstarken Jahrgängen auch wertvolles Wissen aus Sachbereichen verschwände, denn die Personen „nehmen das mit, das kannst du dir gar nicht aus den Aktenordnern alles aneignen“ (Interview 11). Im Straßen- und Grünflächenamt einer Berliner Bezirksverwaltung sind es bspw. die „Baukontrolleure, die sind alle schon etwas älteren Semesters, die haben noch eine Ausbildung zum Forstwirt“ (Interview 16), was heutzutage schwer zu finden sei.

Neben technischen Grundlagenkenntnissen fehle darüber hinaus aus Sicht der interviewten Personen ein tiefergehendes **Verständnis für den Umgang mit digitalen Daten**. Eine Person aus dem Klimaanpassungsmanagement einer großen Kommune berichtete etwa von der ausbleibenden Nutzung von Synergiepotenzialen aus diversen Datensätzen. Aus ihrer Perspektive sei es für die

Kommunen im Interesse, unterschiedliche Analysen aus Daten miteinander zu vernetzen, wie z. B. die Verknüpfung einer Stadtklimaanalyse mit dem Hitzeaktionsplan. Gleichzeitig besäßen die Verwaltungsangestellten entweder die Kompetenzen oder die Kapazitäten zur Umsetzung nicht (Interview 2, 5). Der gezielte Verschnitt verteilter Datensilos zur Ausschöpfung ihrer Nutzenpotenziale sei häufig im Alltag nicht zu bewältigen.

Die Mehrheit der Interviewten sah ein großes Hemmnis in **kommunalen Vergabeprozessen** (z. B. Interview 2, 6, 17). Strenge Vorgaben würden diese übermäßig in die Länge ziehen, unnötig Kapazitäten binden und Chancen in Form möglicher Kooperationen und Aufträge verstreichen lassen. Ein Mitarbeiter der Digitalabteilung berichtete von über drei Monaten Wartezeit, bis eine Ausschreibung veröffentlicht werden konnte (Interview 15). Aus einer Stadt mit über 300.000 Einwohnenden wurde berichtet, in der Vergabestelle seien lediglich zwei Personen beschäftigt (Interview 13). Angesichts laufender dynamischer Veränderungen seien die meist langwierigen Vergabeprozesse agilen Projektplanungs- und Umsetzungsansprüchen nicht angemessen (Interview 8). Als Möglichkeit für mehr Spielraum wurde bspw. die Anhebung der Grenzbeträge für mehr oder weniger strenge Vergaberichtlinien vorgeschlagen (Interview 15). Probleme mit den aktuellen Regelungen wurden über die Interviews hinweg nahezu ausnahmslos festgestellt. Neben dem Effekt signifikanter Verzögerungen wird dadurch häufig auch die Motivation beteiligter Personen in Mitleidenschaft gezogen.

Die Querschnittsaufgabe ‚Digitalisierung‘ betrifft im hier untersuchten Forschungsbereich Personen mit sehr unterschiedlichen fachlichen Profilen. Von den Schwierigkeiten interdisziplinärer Projektanforderungen sind **kleinere Kommunen besonders stark betroffen**, die Digitalisierungsprojekte für den NKS mit sich bringen. Bereits in Antragsphasen für entsprechende Fördergelder sind mitunter große Anstrengungen nötig, um sich nötiges Vorwissen anzueignen und relevante Aspekte zu antizipieren und abzudecken. Kleinere Kommunen „haben natürlich jetzt nicht Expertinnen und Experten für jeden speziellen Bereich“ und müssen sich dementsprechend „in die Themen reinfuchsen“ (Interview 14). Dabei wird bspw. zwischen Ingenieur*innen, Landschaftsgärtner*innen, Informatiker*innen und Projektmanager*innen vermittelt und gleichzeitig ein allgemein verständliches Konzept verfasst. Die hiermit einhergehende „Übersetzungs- und Kommunikationsarbeit ist total herausfordernd“ (ebd.).

Einige Interviews identifizierten als Erklärungsbeitrag für den Mangel an qualifiziertem Personal mangelnde Attraktivität der **Stadt- bzw. Kommunalverwaltung als Arbeitgeberin** (z. B. Interview 9). Es wurde vereinzelt angeführt, dass Kommunen im Digitalbereich mit großen Konzernen nicht konkurrenzfähig seien, was Arbeitsbedingungen und Entlohnung betrifft. Außerdem erschwere ein eher schlechter Ruf bzw. öffentlich wahrnehmbare Kritik an vielen Verwaltungen die Anziehung qualifizierten Personals. Der Ausbau digitaler Technologien und das Voranbringen von Digitalisierungsprozesses im Allgemeinen in Kommunen werde dadurch deutlich geschwächt. Gleichzeitig sei das Vorurteil, in der öffentlichen Verwaltung könne „man sich einen faulen Lenz machen“ nicht zu bestätigen (Interview 16). Im Gegenteil sei die Arbeitsbelastung (siehe oben) in den hier untersuchten Bereichen häufig sehr hoch.

Weitere Hürden lassen sich auch auf **der politischen Ebene** feststellen. Vielfach bestätigten die Interviews, dass das politische Verständnis von der Notwendigkeit technologischer Maßnahmen nicht hinreichend gegeben sei. Das führt mitunter dazu, dass politische Beschlüsse die Umsetzung von Technologien hemmten oder scheitern ließen (z. B. Interview 4). Eine interviewte Person berichtete, dass der lokale Gemeinderat die Sinnhaftigkeit und die Qualität bereits gesammelter Daten in Frage stellte, so dass sich seitens der Politik noch eine Voreingenommenheit und Skepsis gegenüber Technologien zeige (Interview 3). Die politischen Mandatsträger*innen müssten erst

das Vertrauen und die Überzeugung entwickeln. Für tiefgreifende Maßnahmen müsse man schließlich politische Entscheidungsträger*innen gewinnen, denn diese würden „Geld dafür freigeben [...] und auch irgendwie Verstetigung geben“ (Interview 3). So könnte politische Unterstützung durch Beschlüsse enorm hilfreich sein, wenn sie gegeben ist (Interview 3, 4, 5, 11, 13, 14, 16). Gleichzeitig könnten Wahlergebnisse diese Unterstützung auch relativ kurzfristig wieder abbauen (Interview 12). Es wurde sehr deutlich, dass politische Unterstützung von Vorhaben deren Umsetzung sowohl in Großstädten als auch in kleinen Gemeinden deutlich stärken kann.

Die Nutzung digitaler Systeme trifft laut den interviewten Personen immer wieder auf **rechtliche Restriktionen**, welche den Ausbau hemmen. Sorgen machten sich Verantwortliche insbesondere beim Einsatz von KI-Systemen (Interview 2). Der Mitarbeiter in der Digitalabteilung einer süddeutschen Großstadt spricht davon, dass Rechte an Daten bzw. Open Data bei Digitalisierungsvorhaben immer wieder zu Diskussionen führen würden und rechtliche Hürden darstellten (Interview 15). Auch die Installation und vorgeschriebene Sicherung von Sensoren im öffentlichen Raum wurde als Problem angeführt. Aus der Sicht einer Klimaanpassungsmanagerin sei der allgemeine Rechtsrahmen noch nicht auf den optimalen Einsatz digitaler Technologien für NKS und andere Bereiche angepasst (Interview 2). Dazu stellen auch Fragen des Flächeneigentums eine Hürde im Ausbau digitaler Technologien dar. Die interviewte Person brachte ein, dass für viele Projekte die Kooperation mit Privateigentümer*innen als sinnvoll erachtet würde, in der Umsetzung jedoch eine weitere Herausforderung darstelle (Interview 2).

Rechtliche und interne Vorgaben zu **IT-Sicherheit und Datenschutz** spielten einigen Interviewten zufolge bei der Einführung digitaler Technologien immer wieder eine Rolle (Interview 3). Ein Sachbearbeiter für Klimaanpassung führte an, er dürfe aus Sicherheitsgründen keine frei zugänglichen Geodaten des Dienstes OpenStreetMap nutzen. Laut der interviewten Person sei es nicht zulässig, diese mit der Software QGIS zu verknüpfen, was im Einsatz digitaler Technologien eine große Hürde darstelle (Interview 1). Generell würden viele Restriktionen in der öffentlichen Verwaltungsarbeit digitale Anwendungen einschränken. Aus Sicht der Klimaschutzbeauftragten ergeben sich auch Hemmnisse hinsichtlich des Technikeinsatzes aufgrund von Eingriffen in den Privatbereich. So schilderte die interviewte Person, dass die Verwendung von Drohnen schwierig sei, da die Nutzung mit starken Eingriffen in die Privatsphäre einhergehen würde (Interview 10). Die Erstellung eines digitalen Baumkatasters konfrontierte auch eine andere Stadt mit der Frage, inwieweit Bäume auf Privatgrundstücken erfasst werden können, da die Erlaubnis für Bildaufnahmen hier strengeren gesetzlichen Vorschriften unterliegen (Interview 12), obwohl ihre Erfassung für die Behörde zentral sei. Über alle Interviews hinweg wurde der Datenschutz jedoch als eher moderates Hindernis für die Maßnahmenumsetzung dargestellt, was einerseits an der Auslagerung betreffender Aktivitäten an spezialisierte Dienstleistungsunternehmen liegen könnte und andererseits an der Art der verarbeiteten Informationen, welche meist nicht als personenbezogene Daten gelten dürften. Dennoch zeigen sich Konflikte mit Open-Data-Prinzipien mancherorts darin, dass sie „immer wieder Diskussionen“ verursachen (Interview 15). Ähnliches wurde in Interview 6 berichtet. Selbst Datenbestände zu Bäumen werden mitunter nicht veröffentlicht, „weil sie teilweise dann doch sensible Daten“ enthielten und intern keine Einigkeit darüber besteht, „was wir da veröffentlicht haben wollen“ (Interview 13).

Die Nutzung von digitalen Technologien ist den Interviewten zufolge nicht selten mit technischen Hürden durch **mangelhafte IT-Ausstattung** verbunden. Eine in der Klimaanpassung tätige Person konstatierte z. B. eine flächendeckend „veraltete Ausstattung“ kommunaler Institutionen (Interview 1). So berichtete die interviewte Person z. B. über den Zustand, dass Webcams für Videokonferenzen über ein Papierformular beantragt werden müssten, um diese bei der zuständigen IT-Stelle außerhalb des betreffenden Verwaltungsgebäudes abzuholen. Auch digitale Akten seien in

kommunalen Institutionen vielfach noch nicht etabliert (Interview 1). Neben fehlenden gemeinsamen Dateiablagen stellt etwa der Mangel an ausreichendem Speicherplatz Mitarbeitende im Tagesgeschäft vor Herausforderungen. So stünden etwa lediglich 200 Megabyte an Speicherplatz zur Verfügung und Anhänge mit einer Dateigröße über 20 Megabyte könnten digital nicht rechtssicher ausgetauscht werden (ebd.). Von verschiedensten vergleichbaren Fällen berichteten mehrere interviewte Personen.

Eine weitere Hürde in der Umsetzung von digitalen Technologien äußert sich in fehlendem „Know-how“ bzw. dessen Erschließung, also im kommunalen **Wissensmanagement** (Interview 8). Aus dem Fachbereich für Umwelt und Klimaschutz einer Großstadt heraus wurde geäußert, es fehle generell an Wissen um Optionen, die Technologien zur Nutzung zielführender Ideen bereithalten (Interview 4). Hierbei sei ständige Aufmerksamkeit und Informiertheit gefragt. „Das Mitnehmen anderer und auch das Verständnis-Wecken“ sei für neuartige Projekte entscheidend und nicht immer gegeben (Interview 6). So ließen sich auch besagte Datensilos besser erschließen (Interview 6). Hierfür fehlen mitunter sogar in Großstädten mit fortgeschrittener Dateninfrastruktur technische Werkzeuge, um Datensätze ggf. ämterübergreifend automatisiert zu aktualisieren. Stattdessen müsse sich manuell um aktualisierte Daten zu Bauvorhaben gekümmert werden. Die Faktoren der interdisziplinären Zusammenarbeit und entsprechend heterogene Akteure innerhalb von Projektkonstellationen verstärken derartige Herausforderungen beim internen Teilen von Wissen und Information.

Sehr häufig wurde in den geführten Gesprächen als Ursache für Hemmnisse verschiedene **Beharrungstendenzen, Paradigmen und tradierte Denkmuster** angesprochen, welche innovativen Vorhaben nicht (mehr) entsprechen. Behäbige Prozesse innerhalb kommunaler Verwaltungsstrukturen lassen sich mit diversen Beispielen belegen. So würden zu viele Verwaltungsfachangestellte weiterhin analoge Ansätze präferieren und die Umstellung auf neue Technologien tendenziell ablehnen (Interview 7). Insgesamt scheint ein Festhalten an „analogen Ansätzen“ (Interview 7) und Denkweisen der „alten Schule“ (Interview 6) gegenüber neuen Techniken als Herausforderung wahrgenommen zu werden. Vielfach müsse hier zunächst Verständnis gestärkt bzw. geweckt und Überzeugungsarbeit für Digitalisierungsvorhaben geleistet werden (Interview 6). Vielfach bräuchte es Lernprozesse und ein Umdenken hin zu einer besseren internen Datenbereitstellung und gelebten Open-Data-Prinzipien (Interview 2, 4, 6). Stattdessen „sitzen die [Ämter] so ein bisschen“ auf Datensätzen, welche an anderen Stellen von großem Wert wären (Interview 6). In diesem Kontext wurde in den Interviews vermehrt der Begriff des Change-Management in Kommunen angeführt. Ein Umdenken sei „tatsächlich gerade im Bereich Umwelt“ erforderlich: „Ich fahre als Gärtner nicht jeden Tag zu meinem Baum, sondern ich kontrolliere das zunächst am Computer“ (Interview 3). Gründe für das oft hinderliche Verharren in bestehenden Paradigmen wurden kaum angesprochen, jedoch häufig eine Verbindung zum Alter der betreffenden Personen hergestellt, denn Ältere seien „einfach dann manchmal eher in älteren Strukturen verhaftet [...] – ohne das jetzt böse zu meinen.“ (Interview 4). Somit würden „alteingesessene“ Kolleg*innen digitalen Technologien besonders skeptisch gegenüberstehen (Interview 13). Insgesamt ebenfalls verstärkt hervorgehoben wurden Vorbehalte und Misstrauen rund um KI-Anwendungen (Interview 2, 8, 14, 15, 16).

Die **Finanzierung von Vorhaben**, die sich digitale Technologien für den NKS zunutze machen, wurden in den Interviews mit kommunalen Akteuren fast ausnahmslos als maßgebliche Hürde genannt. Mangelnde finanzielle Ressourcen erschweren vielfach die Umsetzung entsprechender Maßnahmen (Interview 2). Mit dem Technikeinsatz sei ein erheblicher finanzieller Aufwand verbunden, denn viele digitale Systeme und die Hardware seien kostenintensiv (Interview 3, 6, 9, 12). Starke Haushaltsrestriktionen sowie budgetäre Einschränkungen würden die Finanzierung, insbesondere für kleine Kommunen, erschweren (Interview 1). Die Förderung mit entsprechenden

finanziellen Programmen sei aus Sicht der Klimaschutzbeauftragten unerlässlich (Interview 10). Viele Maßnahmen seien daher ohne öffentliche Förderung gar nicht realisierbar. Daneben berichteten mehrere interviewte Personen von erheblichen Wartungskosten der Technologien, welche mit kurzfristigen Förderperioden nur schwer vereinbar seien (Interview 15). Finanzielle Förderung solle daher nachhaltig und über einen längeren Zeitraum hinweg gedacht werden, bekräftigte auch eine städtische IT-Fachkraft (Interview 15). Politischer Gestaltungswille bzw. die Priorisierung der entsprechenden Handlungsfelder wird hier als starker Einflussfaktor auf die bereitgestellten Mittel wahrgenommen.

Auch der **Rückhalt in der lokalen Bevölkerung** für NKS mit Hilfe digitaler Technologien wurde mehrfach als wesentlicher Faktor für das Gelingen themenbezogener Projekte genannt. Das Wissen um die Relevanz des natürlichen Klimaschutzes sei im Vergleich zum Klimaschutz bspw. durch den Ausbau von Photovoltaik oder verkehrsbezogene Maßnahmen nicht stark ausgeprägt. Laut einem Sachbearbeiter des Fachbereichs für Umwelt und Klimaschutz einer norddeutschen Kommune solle stets klar kommuniziert werden, für welche Zielgruppen innerhalb einer Kommune digitale Daten bestimmt seien (Interview 9). Ebenso wurde in einem Interview auf unzureichende Transparenz verwiesen, was zu Widerstand in der Bevölkerung führen könne. Solcher Widerstand äußerte sich in der betreffenden Kommune sogar durch das Fällen eines Baumes nach der Anbringung eines digitalen Baumsensors (Interview 3). Um solche Fälle zu vermeiden, müsse zielgerichtete Aufklärungsarbeit für Bürger*innen vor Ort geleistet werden, damit diese ein besseres Verständnis für den Nutzen des jeweiligen Technikeinsatzes erhalten. In den Interviews wurde gleichzeitig häufig der Wert digitaler Anwendungen für die Bürger*innen-Beteiligung selbst thematisiert (z. B. Interview 8, 12, 13). Viele der interviewten Städte entwickeln oder nutzen bspw. mobile Anwendungen, um Planungsprozesse transparent zu machen und partizipativer zu gestalten sowie die Kommunikation mit zuständigen Ämtern mit digitalen Angeboten zu erleichtern, etwa für Kartierungsvorhaben oder Schadensmeldungen.

Die Gespräche warfen wiederholt Fragen zur **Effektivität bzw. Effizienz bestimmter Maßnahmen** auf. Manche betonten, dass mit Technikeinsatz ein hohes Maß an Mehraufwand und Investitionen einhergehe (z. B. Interview 9). Daher würden sich kleinstädtische Projektleiter*innen und Stadtplaner*innen immer wieder die Frage stellen, was der konkrete Mehrwert einer Umsetzung wäre und inwiefern der Aufwand den Ertrag rechtfertige (z. B. Interview 6, 14). So würden bspw. digital gesteuerte Bewässerungssysteme in einer Kleinstadt ausschließlich für junge Bäume einen Mehrwert bieten (Interview 14). Der interviewten Forscherin zufolge kann die Effektivität bestimmter technologischer Maßnahmen grundsätzlich je nach Kommune variieren (Interview 17). Somit ließen sich nur vorsichtige ganzheitliche Einschätzungen oder Empfehlungen treffen. Eine Person aus dem kommunalen Fachbereich Umwelt und Klimaschutz merkte an, dass immer zuerst hauptsächliche Zielgruppen bzw. Nutznießer*innen identifiziert werden müssten. Für manche an der Umsetzung beteiligte Gruppen sei schlichtweg kein Nutzen identifizierbar, was ein Hemmnis darstellen könne (Interview 4). Grundsätzlich merkte ein Teil der interviewten Personen die Unklarheit in der Messung von verursachten Emissionen allein durch digitale Technologien an. Hieraus stellte sich für einige die Frage, inwiefern in den Ausbau der Technik investiert werden sollte, wenn die Anwendung digitaler Systeme nicht zu zielführenden Einsparungen von Emissionen führte, sondern vielmehr einen zusätzlichen Beitrag dazu leiste (Interview 17). Im Zuge der Digitalisierungsvorhaben verwiesen manche Interviewten auf Rebound-Effekte (z. B. Interview 15), welche einen (unerwünschten) Anstieg aggregierter negativer Effekte durch Mehrnutzung auf Grund effizienzsteigernder Maßnahmen beschreiben. Auch wurde darauf verwiesen, dass zu berücksichtigen sei, welchen Nutzen ein System etwa im Falle einer gestörten Energieversorgung noch vorhalten könne (Interview 4). Entsprechende Kritik könne als Hemmnis für die Durchsetzung von Vorhaben für den digital gestützten NKS wirken.

4.2 Digitale Technologien für den natürlichen Klimaschutz aus Sicht der Technologieanbieter

Im Folgenden sind zentrale Erkenntnisse aus den Interviews mit Technologieanbietern zusammengefasst. Anschließend an Hinweise auf das Verständnis von NKS selbst sowie Herausforderungen damit im kommunalen Bereich folgen konkrete Hürden und Hemmnisse aus Sicht von Anbietern digitaler Technologien.

4.2.1 Verständnis vom natürlichen Klimaschutz aus Sicht der Technologieanbieter

Das Verständnis der interviewten Personen von NKS und den spezifischen Handlungsfeldern für digitale Technologien im kommunalen Bereich (Grünflächenmanagement, Regenwasserbewirtschaftung, Gebäudebegrünung und Maßnahmenplanung zur Biotop- und Flächenaufwertung) deckt sich größtenteils mit der zu Beginn jedes Interviews präsentierten Definition: „Unter natürlichem Klimaschutz verstehen wir Maßnahmen, die darauf ausgelegt sind, die Klimaschutzwirkung urbaner Ökosysteme (z. B. Bäume, Grünflächen, grüne Dächer/Fassaden) zu stärken. Sie gehen meist Hand in Hand mit Klimaanpassung (Anpassung an Klimawandelfolgen).“ Viele interviewte Personen nehmen die Überschneidungen des NKS mit Maßnahmen der Klimaanpassung wahr, da diese helfen, Klimawandelfolgen abzumildern und so vor Ort Lebensqualität zu erhalten oder zu verbessern. Unterschiede können den Interviewten zufolge hauptsächlich in der spezifischen Auslegung und zusätzlichen ökologischen und gesellschaftlichen Perspektiven liegen.

Einige Interviewte betonten, dass NKS in erster Linie naturbasierte Ansätze umfasse, welche jedoch bspw. mit der Nutzung von Sensoren kombinierbar sind. Andere sahen den ‚natürlichen‘ Klimaschutz in Verbindung mit Technologie zunächst als kontraintuitiv an, erkannten jedoch nach näherer Betrachtung wertvolle Synergien. Um knappe Ressourcen effizient nutzbar zu machen, duale Effekte zu realisieren und umfassendere ökologische und gesellschaftliche Vorteile zu erzielen, wurde von manchen Interviewten der Wert einer integrierten Betrachtung von NKS und Klimaanpassung betont. Andere wiesen auf die Notwendigkeit hin, natürliche Maßnahmen mit politischen und gesellschaftlichen Aspekten zu verbinden, um eine umfassendere und nachhaltigere Wirkung zu erzielen. Einige Interviewpartner*innen fassten den Begriff weiter und zählten neben dem Biodiversitätsschutz und der Schaffung von Mikroklimazonen bspw. auch Aspekte wie die Verringerung von Energieverbräuchen zum NKS.

4.2.2 Hürden und Hemmnisse aus Sicht der Technologieanbieter

Die Unternehmen sind mit vielfältigen Hürden und Hemmnissen in ihrer Zusammenarbeit mit Kommunen konfrontiert, die von Skepsis und Koordinationsproblemen über Preis- und Vergabeprobleme bis hin zu technischen und infrastrukturellen Herausforderungen reichen. Im Folgenden werden die Hürden und Hemmnisse im Einzelnen beschrieben. Viele der festgestellten Hemmnisse und Hürden decken sich mit denen der Kommunen (vgl. auch Abbildung 4). Da die Technologieanbieter im Einzelnen jedoch andere Aspekte hervorgehoben haben, werden sie hier explizit erläutert.

Datenschutz und technische Infrastruktur erschweren die Einführung digitaler Systeme: Kommunen müssen strenge Datenschutzrichtlinien einhalten, was den Umgang mit personen-

bezogenen Daten stark reglementiert. Die Implementierung von digitalen Lösungen erfordert die Einhaltung hoher IT-Sicherheitsstandards, um Cyberangriffe und Datenverluste zu verhindern. Dies betrifft insbesondere den Einsatz von Sensoren und vernetzten Geräten, die Daten in Echtzeit erfassen und übertragen. Die Einhaltung von Datenschutz- und IT-Sicherheitsstandards kann mit erheblichen Kosten und Ressourcen verbunden sein. Kommunen müssen in entsprechende Technologien und Fachpersonal investieren, um die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zu implementieren und zu überwachen. Dies kann besonders für kleinere Kommunen eine finanzielle Belastung darstellen. Datenschutz- und IT-Sicherheitsbedenken führen oft zu Verzögerungen bei der Umsetzung von Projekten. Bevor eine digitale Lösung implementiert werden kann, müssen umfangreiche Prüfungen und Genehmigungsverfahren durchlaufen werden, um sicherzustellen, dass alle Datenschutz- und Sicherheitsanforderungen erfüllt sind. Bspw. scheiterte ein Projekt aufgrund von IT-Sicherheitsbedenken und fehlender technischer Ausrüstung, obwohl bereits 50.000 Euro in die Vorbereitung investiert worden waren. Ein anderes Unternehmen beschreibt, dass schon einfache digitale Herausforderungen ein Problem (MS Teams-Sitzungen funktionieren nicht, Videokamera, funktionierende Laptops) darstellen können, was die Akzeptanz und Umsetzung ihrer Lösungen erschwert.

Langwierige und komplizierte Vergabeprozesse: Ausschreibungen sind oft auf individuelle Lösungen ausgerichtet, was die Standardisierung und Effizienz reduzieren kann. Aufgrund der Komplexität und Langwierigkeit der Vergabeprozesse verzichtet ein Unternehmen mittlerweile auf direkte Vergaben und arbeitet stattdessen mit Stadtwerken zusammen. Die Zusammenarbeit mit Stadtwerken ist demnach aus mehreren Gründen einfacher: kürzere Entscheidungswege, klarere und weniger fragmentierte Verantwortlichkeiten, weniger bürokratische Vergabeprozesse, direkte und unkomplizierte Kommunikation, sowie beständige Kooperationen ohne politische Schwankungen. Ein erwähnter Vergabeprozess dauerte mehr als ein Jahr und führte letztendlich zu keinem Ergebnis. Ein weiteres Unternehmen stellt fest, dass Vergabeprozesse oft Innovationen behindern und viele Kapazitäten durch zeitaufwändige Ausschreibungen binden. Hinzu kommt, dass der Ausgang des Vergabeprozesses sehr unsicher ist. Für ein Unternehmen seien die Förderkulissen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) hinderlich für ihre Lösungen. Auch ist zum Teil die Wartezeit, bis ein Förderprogramm auf den Markt kommt, sehr langwierig.

Fehlende evidenzbasierte Entscheidungen: Entscheidungen werden oft durch politische Erwägungen beeinflusst, anstatt auf objektiven Daten und wissenschaftlichen Analysen zu beruhen. Bspw. wird erwähnt, dass politische Ziele und das Bedürfnis, Wähler zu überzeugen, manchmal über wissenschaftliche Empfehlungen gestellt werden. Ein Unternehmen betonte, dass ein Projekt zur Analyse von Gefahrenstellen im Verkehr aufgrund politischer Bedenken nicht weiterverfolgt wurde. Obwohl die Daten eindeutig auf bestimmte Gefahren hinwiesen, wurden keine Maßnahmen ergriffen, da die notwendigen Entscheidungen politisch unpopulär gewesen wären. Dazu fehlt es teilweise an spezifischem Fachwissen und technischen Fähigkeiten, um datenbasierte Entscheidungen zu treffen. Eine unzureichende Datenverfügbarkeit ist in diesem Zusammenhang ein weiteres Hindernis. Einige Unternehmen berichteten, dass wichtige Umwelt- und Klimadaten nicht ausreichend erfasst oder aktualisiert werden.

Datenschutz- und IT-Sicherheitsbedenken erschweren die Umsetzung digitaler Lösungen: Ein Unternehmen berichtete, dass die Integration von Umweltdaten in bestehende kommunale Datenplattformen oft daran scheitert, dass Verantwortliche in der Verwaltung Bedenken hinsichtlich der Datensicherheit haben. Selbst wenn vertraglich vereinbart wurde, Daten zu teilen, blockieren IT-Sicherheitsbedenken häufig die Umsetzung. Ein weiteres Beispiel betrifft die Nutzung von Sensoren zur Überwachung von Grünflächen und städtischen Bäumen. Diese Sensoren sammeln kontinuierlich Daten, die für die Optimierung der Bewässerung und Pflege wichtig sind. Allerdings

müssen diese Daten sicher übertragen und gespeichert werden, was hohe Anforderungen an die IT-Sicherheit stellt. Der Druck, sowohl den Schutz der Privatsphäre als auch die Sicherheit der IT-Infrastruktur zu gewährleisten, kann zu konservativen Entscheidungen führen, die innovative digitale Lösungen behindern.

Mangel an Ressourcen und Kapazitäten: Viele Kommunen haben sehr begrenzte personelle und finanzielle Ressourcen, um digitale Technologien zu implementieren und zu betreiben. Dies habe negative Auswirkungen auf die Beschaffung als auch die kontinuierliche Wartung und Anpassung der Systeme.

Preisdruck und Schwierigkeiten bei der Preisgestaltung: Ein Unternehmen erlebt, dass Kommunen ein hohes Preisbewusstsein zeigen und oft Start-ups gegenüber misstrauisch sind, was zu Preisdruck und Schwierigkeiten bei der Preisgestaltung führt. Die Verhandlungen über den Preis eines Projekts in einer mittelgroßen deutschen Stadt dauerten vier bis sechs Monate.

Skepsis und Zögerlichkeit: Ein Unternehmen betont die themenbezogene Grundskepsis der Kommunen, die dazu geführt hat, dass nur wenige Projekte direkt umgesetzt werden konnten. Zwei Unternehmen berichteten von einer grundlegenden Skepsis der Kommunen gegenüber Neuentwicklungen und Startups. Diese Skepsis führe oft zu zögerlichen Entscheidungen und einer langsamen Projektanbahnung. Bspw. dauerte es in einem Fall mehr als zwölf Monate, bis eine endgültige Entscheidung getroffen wurde. Andere Unternehmen berichten von Entscheidungsdauern von sechs bis zwölf Monaten. Ein Unternehmen erlebte ähnliche Herausforderungen, da die Entscheidungszyklen in den Kommunen sehr langwierig sind, was zu finanziellen Engpässen führt. Die Skepsis der Kommunen führte für ein Unternehmen dazu, dass nur zwei von zehn geplanten Projekten in den letzten zwei Jahren umgesetzt wurden.

Fehlende Koordination und Zielsetzung unter den Fachabteilungen: Die Umsetzung von Projekten bedarf der Einbindung vieler Fachbereiche (z. B. Grünflächenamt, Bauamt, Gesundheitsamt, Tiefbauamt, Bauhof), was die Koordination und Abstimmung und die Integration sowie effektive Nutzung digitaler Technologien erschwert. Zudem fehlt häufig eine zentrale Koordinations- oder übergeordnete Schnittstelle, was zu Ineffizienzen und Kommunikationsproblemen führt. Ein Projekt in einer deutschen Stadt erforderte in einem Fall die Koordination von mehr als zehn verschiedenen städtischen Abteilungen. Zudem besteht eine erhebliche Diskrepanz zwischen den innovativen Abteilungen, die oft Projekte initiieren, und den traditionellen Strukturen, die diese umsetzen müssen. Dies führt zu einer Sollbruchstelle, an der dringend notwendige Maßnahmen ins Stocken geraten.

Ausschreibungen geben vor, auf welche Themenfelder sich Strategiepapiere zum Klimaschutz konzentrieren müssen: Beispiele sind die „klimaneutrale Verwaltung“ oder „nachhaltige Mobilität“. Diese Themenfelder stammen meist direkt aus den Ausschreibungstexten. NKS spielt dabei keine Rolle.

Der NKS hat **in der THG-Bilanz kein Gewicht:** Bei der Erstellung einer Treibhausgasbilanz für Kommunen (nach BISCO-Standard) wird der NKS als Bilanzposition nicht gemessen und erhält kein Gewicht, denn in der Regel liegt der Fokus auf direkten Emissionen, die durch Energieverbrauch, Verkehr, Industrieprozesse und Abfallwirtschaft verursacht werden. Maßnahmen des NKS wie die Begrünung von städtischen Flächen oder die Aufforstung werden häufig nicht als eigenständige Bilanzpositionen erfasst. Dies hat auch damit zu tun, dass es derzeit oft keine etablierten Metriken oder standardisierten Verfahren gibt, um die positiven Auswirkungen von NKS auf die CO₂-Bindung und -Reduktion in diesen Bilanzen darzustellen. Maßnahmen wie das Pflanzen von

Bäumen oder die Begrünung von Dächern werden häufig in der gesellschaftlichen Debatte als langfristige Strategien gesehen, deren unmittelbare Wirkung auf die Reduktion von Treibhausgasen schwer zu quantifizieren ist.

Fehlende langfristige Planung und Unterstützung: Digitale Lösungen erfordern langfristige Investitionen und kontinuierlichen Support, was in vielen Kommunen aufgrund kurzfristiger Haushaltsplanung und fehlender strategischer Ausrichtung fehlt. Ein interviewtes Unternehmen bemängelt bspw., dass viele informelle Strategien, wie Klimaanpassungsstrategien oder Hitzeaktionspläne nicht umgesetzt werden, da diese keine rechtliche Bindung haben und oft in der Schublade verschwinden.

Fehlende Kommunikation und Transparenz in Bezug auf Verantwortlichkeiten und Gesetzgebungen berichtet ein Unternehmen als weiteres Hindernis. Es war unklar, welche gesetzlichen Grundlagen für ein bestimmtes Projekt gelten, was letztendlich zu Verzögerungen führte. Die Querschnittsaufgabe „Klimaschutz“ führe zudem dazu, dass „grüne Verwaltungsabteilungen“ sehr zugehört sind, während andere Abteilungen (z. B. Stadtplanung, Verkehrsamt) zurückhaltend sind, weil andere Interessen (z. B. Wohnraum, Parkflächen) (negativ) betroffen sein könnten. Es wurde das konkrete Beispiel genannt, dass ein Projekt zur Umwandlung eines Parkplatzes in eine Grünfläche nicht umgesetzt wurde, da es Bedenken über den Verlust von Parkplätzen gab. In einem anderen Fall wurde ein Vorschlag, mehrere Bäume entlang einer Hauptverkehrsstraße zu pflanzen, aufgrund von Bedenken hinsichtlich der Verkehrssicherheit und des Parkraumverlusts abgelehnt. Ein weiteres Beispiel war ein Projekt zur Installation von Regenwasserspeichern und begrünten Dächern, das aufgrund der damit einhergehenden Umleitung von Mitteln aus dem Wohnungsbauprogramm der Stadt nicht genehmigt wurde.

Ein schwankender politischer Wille gefährdet die Kontinuität und Nachhaltigkeit von Projekten: Die Durchführung von Projekten hängt laut einem Unternehmer oft stark von einzelnen politischen Entscheidungsträger*innen ab. In einem Fall unterstützte ein engagierter Bürgermeister ein umfangreiches Projekt zur urbanen Begrünung. Nach dem Ausscheiden des Bürgermeisters verlor das Projekt seinen wichtigsten Fürsprecher und wurde von der nachfolgenden Verwaltung nicht weiterverfolgt. Ein weiteres Projekt zur Schaffung von Grünflächen in einer mittelgroßen deutschen Stadt wurde initiiert, als die Stadtregierung stark auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz fokussiert war. Nach den Kommunalwahlen änderte sich jedoch die politische Führung und die neuen Verantwortlichen setzten andere Prioritäten, was zur Einstellung des Projekts führte. Die neu gewählte Regierung fokussierte sich mehr auf wirtschaftliche Entwicklung und den Ausbau von Gewerbegebieten, was die Kontinuität des ursprünglichen Klimaschutzprojekts beeinträchtigte.

Traditionelle Strukturen behindern Innovationen und Zusammenarbeit mit Start-ups: Traditionelle Strukturen in der öffentlichen Verwaltung seien oft nicht flexibel genug, um auf die schnellen Veränderungen und Anforderungen, die mit der Umsetzung von Innovationen im Bereich des NKS verbunden sind, zu reagieren. Dies führt zu Verzögerungen, erhöhten Kosten und einer geringeren Effektivität der Maßnahmen. Es gebe eine Grundskepsis gegenüber neuen, unbewährten Technologien und den Unternehmen, die diese anbieten und ein Bevorzugen von etablierten Unternehmen. Start-ups haben zudem oft das Problem, dass ihnen die notwendigen Referenzen fehlen, um sich gegen etablierte Anbieter durchzusetzen. Ein Unternehmen wies darauf hin, dass Auftraggeber in der öffentlichen Verwaltung oft risikoavers sind und lieber auf etablierte Lösungen setzen, anstatt innovative Ansätze auszuprobieren. Ein anderes Unternehmen erlebte, wie die jährlichen Gebühren, die mit ihren digitalen Ansätzen verbunden sind, in traditionellen Strukturen mit starren Haushaltsplänen oft schwer darstellbar sind und eine Herausforderung darstellen.

4.3 Synthese der Erkenntnisse zu Hürden und Hemmnissen für digital gestützten natürlichen Klimaschutz in Kommunen

Die Interviews mit Technologieanbietern und Kommunen zeigen in der Analyse von Hürden und Hemmnissen für den digital gestützten NKS-Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Zur besseren Identifikation wurden diese schematisch in Abbildung 4.4 dargestellt.



Abbildung 4.4: Zentrale Hürden und Hemmnisse für den Einsatz digitaler Technologien für den natürlichen Klimaschutz in Städten und Gemeinden aus Sicht beteiligter Akteursgruppen. Quelle: IÖW.

Der gelbe Kasten veranschaulicht Erkenntnisse zu Hürden und Hemmnissen für den NKS aus Sicht der Kommunen und der blaue Kasten aus Perspektive der Technologieanbieter. Die Schnittmenge zeigt identifizierte Gemeinsamkeiten. Die Schriftgröße deutet die Häufigkeit bzw. die Intensität (qualitativ) an, mit welcher der jeweiligen Herausforderung Ausdruck verliehen wurde.

Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus den Interviews mit beiden Akteursgruppen in einer kurzen Synthese zusammengefasst.

Basale digitale Lösungen für den NKS sind bereits gefestigt, fortgeschrittenere befinden sich noch in der Erprobung

Städte und Gemeinde sehen sich mit einer herausragenden Verantwortung für das Erreichen klimapolitischer Ziele betraut. Der kommunale NKS ist hierfür ein wichtiger Baustein und wird zunehmend als Anwendungsfeld für digitale Technologien erkannt. Lösungsanbieter profitieren somit von großen Marktchancen durch eine entsprechend steigende Nachfrage. Die interviewten Verantwortlichen auf Seite der Kommunen erkennen die Relevanz des NKS an und zeigen ein tiefes Verständnis für die fachlichen Belange, gepaart mit hoher Motivation, neue Wege zu erkunden und technische Lösungen und Werkzeuge zu nutzen. Es ergeben sich viele Überschneidungen und Synergien mit Zielen der Klimaanpassung, dem Naturschutz und der Daseinsvorsorge, was auch die öffentliche Gesundheit, Sicherheit sowie Lebens- und Aufenthaltsqualität im urbanen Raum fördert. Zugleich divergieren die Erfahrungen mit digitalen Technologien zwischen den betrachteten Städten und Kommunen deutlich.

Digitale Geoinformationssysteme sind in vielen Verwaltungen längst etabliert, wenn auch nicht immer optimal integriert und genutzt. Auch Sensoren für die Überwachung von Bäumen, Niederschlägen, Pegeln, Lufttemperatur, Bodenfeuchte und anderen Umweltdaten halten zunehmend Einzug. Insbesondere größere Städte entwickeln Digitale Zwillinge und nutzen digitale Planungswerkzeuge bspw. im Grünflächenmanagement, für Bauvorhaben und in der Stadtplanung. Die Nutzung von KI-Systemen wird vielerorts diskutiert, auch wenn der Reifegrad erster Anwendungen noch ausbaufähig zu sein scheint. Wichtige Kooperationspartner von Städten, Kommunen und kommerziellen Technologieanbietern sind häufig Universitäten, Hochschulen und sonstige Forschungseinrichtungen, welche Komponenten entwickeln und/oder Vorhaben wissenschaftlich begleiten. Auch wenn der NKS bzw. die Klimaanpassung aus Sicht einiger Fachleute gegenüber populäreren Klimaschutzmaßnahmen zu einem Schattendasein führt, ist eine steigende Relevanz wahrnehmbar. Als Treiber solcher Entwicklungen sind Förderprogramme aus Sicht der befragten Gruppen essenziell.

Die Umsetzung von Maßnahmen hält vielfältige Herausforderungen bereit

Der NKS gestaltet sich im Rahmen kommunaler Maßnahmen inhärent inter- bzw. transdisziplinär. Die Beteiligung verschiedener Fachämter, welche sich in gemeinsamen Vorhaben teilweise fachfremd ‚eindenken‘ und miteinander kommunizieren und kooperieren müssen, bringt große Herausforderungen mit sich. Technologieanbieter nehmen entsprechende Schwierigkeiten in der Zusammenarbeit wahr und bemängeln vor allem ungenutzte Effizienzpotenziale und schwache Koordination. Innerhalb der Kommunen wird ein sehr wichtiger Faktor für gelingende Koordination der oft heterogenen Beteiligten häufig in der effektiven Vernetzung der ‚richtigen‘ Akteure gesehen. Diese sind nicht selten Einzelpersonen, welche persönlich von einer Maßnahme überzeugt und dazu bereit sind, sich außerordentlich zu engagieren. Mehrfach wurde deutlich, dass das Vorbereiten und Einbeziehen geeigneter Personen ein Schlüsselfaktor für die erfolgreiche Initiierung und Umsetzung von Projekten sein kann. Ein solcher Prozess kann Jahre in Anspruch nehmen und schließt

auch Rückhalt durch politische Entscheidungsträger*innen bzw. entsprechende Beschlüsse und Mandate sowie durch die lokale Bevölkerung ein. Zudem hängt die politische Priorisierung von Maßnahmen merklich von Wahlergebnissen ab, was zu fehlender betriebswirtschaftlicher Planungssicherheit führen kann. Unternehmen heben zudem hervor, dass standardisierte Treibhausgasbilanzen (nach BISCO) keine Beiträge des NKS berücksichtigen, wodurch politisches Interesse fehlt.

Restriktionen durch datenschutzrechtliche Vorgaben werden eher bei den Technologieanbietern als problematisch angesehen. Auf kommunaler Seite wurde das Thema vereinzelt angesprochen, jedoch selten konkretisiert. Dies spiegelt auch eine gewisse Subtilität, Ängste oder Vorbehalte gegenüber digitalen Lösungen wider. Häufig scheint dieser Faktor stärker zu wirken als tatsächliche Beschränkungen, etwa bei der Bereitstellung ‚unproblematischer‘ Daten. Dies ist verknüpft mit einer schwachen Ausprägung von Fachwissen bzw. Grundkompetenzen und Offenheit gegenüber digitalen Lösungen in Kommunen. Auch wenn sich vielerorts Einzelne stark dafür einsetzen und entsprechende Kenntnisse bzw. Interesse mitbringen, wurde in den geführten Interviews signifikanter Aufholbedarf im Umgang mit digitalen Daten und Werkzeugen hervorgehoben.

Auch seitens der Politik ist die Nutzung datenbasierter Evidenz für Entscheidungen und Maßnahmenplanungen ausbaufähig, was insbesondere von Technologieanbietern hervorgehoben wird. Auch in Kommunen wird der hohe Wert von Transparenzsteigerung und Entscheidungshilfen durch digitale Datenerfassung, -synthese und -auswertung zumindest bei den interviewten Gesprächspartner*innen anerkannt. Das Schließen von Informationslücken durch Datenerhebung wird als eines der größten Potenziale angesehen, um (nicht nur digital gestützte) Maßnahmen für den NKS zu konzipieren und zu planen. Eine zentrale Herausforderung scheint auch im Zugang zu entscheidenden Datenschätzen zu liegen. Häufig liegen diese zwar vor, sind jedoch nicht allen relevanten Akteuren zugänglich oder gar bekannt.

Kommunale Behörden und agile Start-ups bemühen sich um innovative Lösungen

Sehr deutlich äußern sich beide Gruppen mit Blick auf die öffentlichen Verwaltungsstrukturen als Hemmnis für rasche Umsetzungsvorhaben. Während Technologieanbieter Einbußen bei der Effizienz und Effektivität hervorheben und Vorbehalte gegenüber jungen Unternehmen mit innovativen Produkten wahrnehmen, spüren städtisch bzw. kommunal beschäftigte Personen strukturelle Beschränkungen gegenüber der Privatwirtschaft in ihren täglichen Abläufen. Ein Gegenstand, der bei nahezu allen Beteiligten mit großen Widerständen assoziiert wird, ist die Ausschreibungs- und Vergabepaxis in kommunalen Projekten. Bürokratische Anforderungen und lange Fristen bzw. Bearbeitungszeiträume schwächen die Dynamik von Umsetzungsphasen deutlich und sorgen häufig für Überforderung bei den Personen, die auf kommunaler Seite die Berücksichtigung der Vorschriften verantworten bzw. umsetzen. Vereinzelt werden Versuche unternommen, die Vorgaben zu umgehen, etwa durch Kooperationen mit Stadtwerken anstelle von Verwaltungseinheiten. Da Angebotspreise in Vergaben eine große Rolle spielen, bekommen Technologieanbieter einen erhöhten Preisdruck zu spüren, welcher Kooperationen letztlich verzögern oder verhindern kann. Vorbehalte und Zögerlichkeit gegenüber neuartigen Maßnahmen werden übergreifend als Digitalisierungshürde wahrgenommen. Während Kommunen hierfür die interne Arbeitskultur sowie Personal- und Kompetenzlücken als ursächlich ansehen, führen Technologieanbieter vor allem die institutionellen Rahmenbedingungen im kommunalen, politischen und Verwaltungsumfeld an.

Ein weiteres grundlegendes Hemmnis für stärkere Maßnahmen im Bereich der Nutzung digitaler Technologien für den NKS liegt in der Knappheit von Ressourcen und Kapazitäten. Neben den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln, deren Begrenztheit sich in stellenweiser stark veralteter

technischer Ausstattung widerspiegelt, werden auch personelle Ressourcen sehr restriktiv eingesetzt. Fachkräftemangel herrscht sowohl im Bereich des Natur- und Umweltschutzes (und somit im NKS) als auch in Digitalisierungs- und IT-Stellen. Knapp bemessene Stellen können häufig nicht (qualifiziert) besetzt werden, was die operative Arbeit erschwert. Diese Wahrnehmung teilen die kommunalen Vertreter*innen als auch die ‚Außenansicht‘ durch Firmen, welche Erfahrung in der Zusammenarbeit mit öffentlichen Stellen vorweisen können. Mit Blick auf finanzielle Ressourcen nehmen beide befragten Gruppen wahr, dass die verbreitete Projekt- und Förderlogik zu wenig Unterstützung für langfristig erfolgreiche Maßnahmen bietet. Dynamische politische Konstellationen und Haushalte sowie zeitlich begrenzte Fördermaßnahmen werden langfristig anfallenden Kosten für die Unterhaltung technischer Systeme nicht gerecht (z. B. Wartung von Sensoren, Pflege und Aktualisierung von Datensätzen und Software usw.).

5 Lösungsansätze aus der Praxis

Die folgenden Unterkapitel bieten einen detaillierten Überblick über erprobte Lösungsansätze und positive Einflussfaktoren, die eine erfolgreiche Implementierung im kommunalen Kontext unterstützen. Diese resultieren aus Interviews mit Kommunen, Unternehmen, Kompetenzzentren und Beratungsdienstleistern und dienen als Grundlage, für Beratungs- und Unterstützungsangebote, welche im folgenden Kapitel vorgestellt werden. Folgende Ansätze werden vertieft:

- Optimierung der Vergabeprozesse durch Vereinfachung und Standardisierung
- Vereinfachte Beantragung und Verwendung öffentlicher Fördermittel
- Nutzung von Fördermitteln und Partnerschaften
- Langfristig angelegte Förderinstrumente
- Angebote für internen Austausch und Kooperation schaffen
- Niederschweligen Austausch zwischen Kommunen fördern
- Technisches Wissen und Akzeptanz durch Schulungen und Weiterbildung erhöhen
- Durchführung von Pilotprojekten und Best Practices
- Plattformen für Datenmanagement zur Verbesserung der Datenintegration und –nutzung
- Niedrigschwellige Technologien für kleinere Gemeinden
- Bürger*innen-Beteiligung und Akzeptanz
- Förderung eines kommunalen Innovationsklimas

5.1 Lösungsansätze

Das vorangegangene Kapitel hat gezeigt, vor welchen Herausforderungen Kommunen stehen, um digitale Technologien für den natürlichen Klimaschutz zu nutzen. Aufbauend auf den Erkenntnissen zu den Herausforderungen wurden Kompetenzzentren und Agenturen interviewt. Diese dienten dazu, bestehende Lösungsansätze in der Praxis zu identifizieren und diese dann in einem Kapitel (Kapitel 2) in maßgeschneiderte Beratungs- und Unterstützungsangebote zu überführen. Ziel der Angebote soll es sein, Kommunen effektiv zu unterstützen, um den komplexen Anforderungen im Bereich der Digitalisierung und des natürlichen Klimaschutzes gerecht zu werden und eine nachhaltige Transformation zu ermöglichen.

Die folgenden Abschnitte skizzieren die konkrete Lösungsansätze, die als Basis für die Entwicklung praxisorientierter Beratungs- und Unterstützungsangebote für den digital gestützten NKS dienen. Die Ergebnisse bündeln Erkenntnisse aus Interviews mit Kommunen und Unternehmen sowie Interviews mit Agenturen, Kompetenzzentren und Beratungsunternehmen. Eine vollständige Auflistung der Angebote der interviewten Agenturen, Kompetenzzentren und Beratungsunternehmen sowie identifizierten Good Practices findet sich im Anhang.

Optimierung der Vergabeprozesse durch Vereinfachung und Standardisierung: Um die langwierigen und komplizierten Vergabeprozesse zu optimieren, empfehlen die interviewten Technologieanbieter die Einführung standardisierter Verfahren und Rahmenverträge. Dies könnte bspw. durch angepasste Vergabekriterien geschehen, die mehr Flexibilität und Fokus auf innovative Lösungen erlauben. Klare und vereinfachte Kriterien sollten sich auf Ziele statt auf spezifische Lösungswege fokussieren. Konkret sollten bspw. Formulare wie jenes zur „Eigenerklärung zur Eignung in folgenden Vergabeverfahren“ (124 LD - in Baden-Württemberg) nicht generell, sondern nur bei einem begründeten Bedarf zum Einsatz kommen. Es fordert, dass Unternehmen erst nach dreijährigem Bestehen an einem Vergabeprozess teilnehmen können. Start-ups sind somit häufig nicht antragsberechtigt. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.8 „Standardisierung & Start-up-Integration“.

Vereinfachte Beantragung und Verwendung öffentlicher Fördermittel: Finanzielle Förderung wird als essenzielle Unterstützung angesehen, um Maßnahmen zu entwickeln und zu erproben. Wer bereits davon profitiert, schätzt diese Unterstützung. Sie dient auch der Legitimation gegenüber Entscheidungsträger*innen vor Ort – sowohl zur Initiierung als auch zur nachdrücklichen Umsetzung. Nicht alle interviewten kommunalen Vertreter*innen äußerten, dass das Volumen entsprechender Fördersummen zu gering sei. Vielmehr wurde mehrfach betont, die Beantragung sei zu kompliziert und zu aufwändig. Von einigen Kommunen wurde vorgeschlagen, eine „Fördermittel Servicestelle“ zu initiieren, die die kommunale Fachebene dabei unterstützt, Mittel einfacher zu erschließen und zu nutzen, ohne „verschiedenste EU- und Landes- und Bundesregelungen auch noch miteinander in Einklang zu bringen“ (Interview 10). Ein Beispiel für eine solche Servicestelle ist das Steinbeis Europa Zentrum¹ und das EEN z. B. in der Repräsentanz der NBank, welche Beratung für Internationalisierung und Innovation anbietet. Eine im Umwelt- und Klimaschutz erfahrene Person sowie eine Projektleiterin aus dem Bereich Smart City wiesen darauf hin, dass die Anforderung, innovative Konzepte zu entwickeln, die Beantragung manchmal unnötig erschwere (Interview 4, 14), da etablierte und sinnvolle Lösungen dadurch nicht förderfähig seien. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.2 „Allround-Angebot: Beratungsagentur nach dem Vorbild der Berliner Regenwasseragentur“ und Tabelle 6.3 „Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid)“.

Nutzung von Fördermitteln und Partnerschaften: Die befragten Technologieanbieter betonen die Bedeutung von Förderprogrammen und strategischen Partnerschaften zur Unterstützung der Digitalisierung. Ein Beispiel ist die Nutzung des Modellprojekts Smart City, das finanzielle Mittel und Ressourcen für innovative Klimaschutzprojekte bereitstellt. Die Fähigkeit, flexibel auf die spezifischen Bedürfnisse und Anforderungen der Kommunen einzugehen, wurde ebenfalls als zielführend genannt. Unternehmen, die ihre Lösungen anpassen und individuell auf die Gegebenheiten vor Ort eingehen, haben bessere Erfolgsaussichten. Ein Unternehmen passt bspw. ihre SaaS-Lösungen und Methoden gezielt an die Anforderungen der jeweiligen Kommune an, was zu einer höheren Akzeptanz und Zufriedenheit führt. **Bezug zu den Beratungs- und Unter-**

¹ <https://www.steinbeis-europa.de/de/>

stützungsangeboten: Tabelle 6.2 „Allround-Angebot: Beratungsagentur nach dem Vorbild der Berliner Regenwasseragentur“ und Tabelle 6.3 „Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid)“.

Langfristig angelegte Förderinstrumente: Entscheidend ist die Entwicklung flexibler Finanzierungsmodelle und langfristiger Förderprogramme, die gezielt auf die Bedürfnisse kleinerer Kommunen und die Verstetigung digitaler Projekte eingehen. Von vielen in den Kommunen wird es als hinderlich angesehen, dass „die Förderlandschaft [...] sehr auf Initiierung und nicht auf den Betrieb ausgelegt ist“ (Interview 15). Hinzukommt, dass Folgefinanzierungen nicht einfach zu erlangen sind. Gleichzeitig wären in vielen Fällen aber genau solche - also aufbauende oder erhaltende - Maßnahmen sinnvoll „aber da müsste halt ein neuer Projektantrag entstehen und dann eben auch genehmigt werden“ (Interview 7). Auch Forschungspartner würden nach Machbarkeits- oder Pilotstudien, deren Förderung es „wie Sand am Meer“ gebe (ebd.), oft abspringen, bevor ein Regelbetrieb technischer Systeme in den Kommunen sichergestellt wurde. Fördermittelgeber könnten hier Stellschrauben ausloten, um bspw. anschließend Fördermittel in geringerem Umfang auszuschütten, bis eine Neuerung in der Praxis gefestigt ist. Neben langfristiger Finanzierung wurde auch der Bedarf nach einer langfristigen Planungsgrundlage von den Technologieanbietern genannt. Kommunen sollten langfristige Investitions- und Zuständigkeitspläne entwickeln, die die kontinuierliche Unterstützung und Wartung digitaler Systeme gewährleisten. Ein Beispiel hierfür ist die Einführung eines mehrjährigen Finanzierungsprogramms, das speziell für digitale Klimaschutzlösungen reserviert ist. **Lösung aus der Praxis:** Norwegische Gebührensysteme für die Finanzierung von Maßnahmen zur Überwachung und Kontrolle von Oberflächenwasser (siehe 9.2.4). **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Kein Angebot im Rahmen der Shortlist entwickelt.

Angebote für internen Austausch und Kooperation schaffen: Kommunale Vertreter*innen betonen die Wichtigkeit, aber auch die Schwierigkeiten interdisziplinärer Zusammenarbeit (Interview 2). Diese Feststellung wurde von mehreren Interviewten in ähnlicher Weise geäußert. Sie meint das Formen von Koalitionen innerhalb einer Stadt oder Kommune über die relevanten Fachämter und Hierarchieebenen hinweg. Vorteilhaft sind erfolgreiche Vernetzungen aus mehreren Gründen: (1) um Kompetenzen zu bündeln und eine gemeinsame Vision zu verfolgen und (2) um Wissen über jeweils vorhandene Bedarfe und Angebote (z. B. zu Datensätzen) zu transferieren und zu teilen, damit Lösungswege gemeinsam eruiert werden können. Die Schaffung von Teams, die verschiedene Abteilungen umfassen, kann die Integration und effektive Nutzung digitaler Technologien fördern. Eine frühzeitige Einbindung aller relevanten Akteure und eine transparente Kommunikation sind dabei entscheidend. Ein Beispiel ist die Bildung eines Klimaschutzkomitees, das Vertreter aus dem Grünflächenamt, dem Bauamt und der IT-Abteilung umfasst. Dabei konnte das Thema Klimaanpassung mit bestehenden Themen gekoppelt (z. B. Straßenbau und Aufbau von Rigolen), integriertes Denken gefördert und Schnittstellen frühzeitig genutzt werden. Grundsätzlich sind GIS-basierte Systeme sinnvoll, um diese integrierten Ansätze zu unterstützen, da sie Daten aus verschiedenen Bereichen integrieren und nutzbar machen. Darüber hinaus könnten politische Spitzen in ihren Kommunen Formate für Politik und Verwaltung anberaumen, in denen Ressourcen und Bedarfe abgeglichen werden und gezielt gegenseitiges Vertrauen aufgebaut wird. Ein mögliches Format sind fachübergreifende Workshops. **Lösung aus der Praxis:** Interne Arbeitsgruppen in norwegischen Gemeinden (siehe 9.3.6), Moderation von Fachgruppen durch die Berliner Regenwasseragentur (siehe 9.2.1), Vernetzung von Fachplanern der StadtLand GmbH (siehe 9.2.6). **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.4 „Silos aufbrechen – Begleitung der interdisziplinären Zusammenarbeit innerhalb von Kommunen“ und Tabelle 6.5 „Stärkung des Innovationsklimas in Kommunalverwaltungen“.

Niederschweligen Austausch zwischen Kommunen fördern: Die interkommunale Zusammenarbeit bietet ein großes Potenzial, Ressourcen und Wissen zu teilen, um die Nutzung digitaler Technologien im Bereich des NKS zu fördern. Es könnten Fachgruppen initiiert und Ausschreibungen und Projektprozesse von unterschiedlichen Städten gebündelt werden. Dies kann auch über persönliche Kontakte eine Grundlage schaffen, funktionierende offen designte Lösungen anzupassen und zu übernehmen. Dass dies bereits geschieht, zeigen z. B. Interview 7 und 14. Auch ein gezielt arrangiertes „Partnersystem“ (Interview 16) könnte helfen, Synergien interkommunal zu erschließen. Als Ansatzpunkt bieten sich Kongresse an, die Austausch fördern. Ihre Wirkung sei einer Referentin aus der Wirtschaftsförderung zufolge nicht zu unterschätzen, denn, „dass Projekte hier übertragen werden, ist eher informell“ und entspringen mitunter der Vernetzung mit Kommunen, die Best Practices vorweisen können (Interview 4). **Lösung aus der Praxis:** Das norwegische Netzwerk für Großstadtkommunen „I Front“² und die norwegische Förderung regionaler Netzwerke (siehe 9.2.4). **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.2 „Allround-Angebot: Beratungsagentur nach dem Vorbild der Berliner Regenwasseragentur“ und Tabelle 6.3 „Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid)“.

Technisches Wissen und Akzeptanz durch Schulungen und Weiterbildung erhöhen: Einige Technologieanbieter schlagen vor, regelmäßige Schulungen und Workshops für kommunale Mitarbeitende anzubieten, um technisches Wissen und Vertrauen in digitale Lösungen zu fördern. Ein Beispiel ist ein Schulungsprogramm, das die Nutzung von Sensoren und Datenplattformen erklärt und die Vorteile dieser Technologien demonstriert. Konkret könnte die Bereitstellung von Best Practices und Schulungsmaterialien zur Einhaltung von Datenschutz- und IT-Sicherheitsstandards Kommunen helfen, (wahrgenommene und tatsächliche) rechtliche Hürden zu überwinden. Ähnliche Lösungsansätze werden von einigen interviewten Kompetenzzentren befürwortet. Demnach wird der Einsatz digitaler Spiele und Simulationen vorgeschlagen, um die Vorteile des digital unterstützten NKS zu vermitteln und das Verständnis für diese Ansätze bei Fachplanern und der Öffentlichkeit zu fördern. Diese Tools könnten helfen, komplexe Konzepte auf einfache und interaktive Weise zu erklären und die Akzeptanz zu erhöhen. Hier zu beachten ist allerdings, dass praxisorientierte Schulungen den spezifischen technischen Bedürfnissen und dem Qualifikationsniveau der kommunalen Mitarbeiter*innen angepasst werden sollten. Diese Schulungen sollten nicht nur technisches Wissen vermitteln, sondern auch die Anwendung digitaler Technologien im Kontext der alltäglichen Verwaltungsaufgaben vereinfachen. **Lösung aus der Praxis:** Weiterbildungsangebot Berliner Regenreihe³, Schulungen des GERICS für Städte und Planungsunternehmen zum Stadtklimamodell „Palm 4U“⁴. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.2 „Allround-Angebot: Beratungsagentur nach dem Vorbild der Berliner Regenwasseragentur“ und Tabelle 6.7 „Datenkompetenz – Bildungsangebot zu Datenverarbeitung, Modellierung und Simulation“.

Durchführung von Pilotprojekten und Best Practices: Um Skepsis zu überwinden und Vertrauen aufzubauen, schlagen einige Technologieanbieter die Durchführung von Pilotprojekten vor. Diese Projekte dienen als Demonstrationen und Referenzen für die erfolgreiche Implementierung digitaler Lösungen. Ein Beispiel war die Umsetzung eines Pilotprojekts zur automatisierten Baumbewässerung in einer mittelgroßen Stadt. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.3 „Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid)“.

² <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/om-klimatilpasningsarbeidet/StorbynettverketIfront/>

³ <https://regenwasseragentur.berlin/services/>

⁴ <https://ms.hereon.de/palm-4u-hub/108511/index.php.de>

Plattformen für Datenmanagement zur Verbesserung der Datenintegration und -nutzung: Die Einführung integrierter Datenplattformen kann die Nutzung und Verwaltung von Umwelt- und Klimadaten verbessern. Ein Beispiel ist die Entwicklung einer stadtweiten Datenplattform, die Umweltdaten sammelt und analysiert, um fundierte Entscheidungen zu ermöglichen. Lösung aus der Praxis: Vienna Geospace HUB⁵, Beratung der StadtLand GmbH von Kommunen bei der Nutzung fragmentierter oder schwer zugänglicher Daten (siehe 9.2.6) und die Plattform der DKSR⁶. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.6 „Datenzugang – Plattformangebot zur Unterstützung bei der Datenverfügbarkeit, -beschaffung und -zugang“.

Niedrigschwellige Technologien für kleinere Gemeinden: Für Gemeinden mit begrenztem Budget und personellen Kapazitäten, sollten kosteneffiziente digitale Tools und Technologien vermittelt bzw. entwickelt werden, die auch mit geringem Aufwand große Wirkung erzielen. Kompetenzzentren erfahren bei der Projektumsetzung eine höhere Erfolgsquote mit einfachen Tools als mit komplexeren und vielfältigeren Tools. Alternativ können für die Kommunen statische Produkte (wie Karten oder Beispielsrechnungen für Szenarios z. B. bei Hochwassersimulationen) aus den komplexeren Tools erstellt werden. Beispiele könnten GIS-basierte Planungsansätze sein, die weniger technische Kompetenzen benötigen, aber dennoch effektiv bspw. in der Flächenentsiegelung und Begrünung eingesetzt werden können. **Lösung aus der Praxis:** Regenrechner⁷ und Beispielsrechnungen der Berliner Regenwasseragentur⁸, die niederländische „Kennisportaal Klimaatadaptatie“⁹. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.9 „Tool-Überblick – Plattformangebot und Beratungsangebot zu verfügbaren relevanten digitalen Tools“.

Bürger*innen-Beteiligung und Akzeptanz: Besonders interaktive Werkzeuge bieten viele Chancen, um die Bevölkerung frühzeitig einzubinden und die Akzeptanz für den NKS erhöhen. Ein Beispiel ist die Simulationen an 3D-Tischen zu Hochwasserszenarien. Eine gute und wissenschaftlich fundierte Darstellung ermöglicht es, den Bürger*innen die Beweggründe der Verwaltung nachzuvollziehen und sich somit ein eigenes Bild zu machen. Framing und Fokussierung auf Aspekte, die der Bevölkerung wichtig sind, wie die Zunahme von Naherholungsgebieten (anstatt auf den Wegfall von Parkplätzen), könnte zu erhöhtem Rückhalt beitragen. Die Bereitstellung klarer, verständlicher Kommunikationsmethoden, die den Nutzen digitaler Technologien im Klimaschutz betonen und aktiv nutzen, könnte Vorurteile abbauen und die Unterstützung in der Bevölkerung fördern. **Lösung aus der Praxis:** Webatlas des Projektes „Netto-Null“¹⁰. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Kein Angebot im Rahmen der Shortlist entwickelt.

Förderung eines kommunalen Innovationsklimas: Die Schaffung eines Innovationsklimas in kommunalen Verwaltungen ist entscheidend, um tief verankerte Denkmuster zu überwinden. Wien könnte hierfür Vorbild sein. Die Stadt hat einen eigenen digitalen Zwilling eingeführt, welcher in verschiedenen Fachabteilungen eine wesentliche Entscheidungsgrundlage darstellt. Dies zeigt, wie eine proaktive und technologieoffene Haltung in der Verwaltung verankert werden kann. Die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen wurde als wichtige

⁵ <https://viennageospace.at/>

⁶ <https://www.dksr.city/>

⁷ <https://regenwasseragentur.berlin/kosten-regenwasserbewirtschaftung/>

⁸ <https://regenwasseragentur.berlin/szenarien-kosten-regenwasserbewirtschaftung/>

⁹ <https://klimaatadaptatienederland.nl/en>

¹⁰ <https://atlas.netto-null.org/>

Strategie hervorgehoben. Durch solche Partnerschaften können Synergien genutzt und komplexe Projekte effizienter umgesetzt werden. Bspw. arbeitet eines der befragten Unternehmen eng mit Stadtwerken zusammen, um die Umsetzung ihrer digitalen Lösungen zu erleichtern und die Akzeptanz bei Kommunen zu erhöhen. **Lösung aus der Praxis:** Das Geschäftsmodell des Unternehmens Awatree ist darauf ausgerichtet, mit kommunalen Unternehmen zukunftsgerichtete Angebote im Bereich des NKS zu entwickeln¹¹. **Bezug zu den Beratungs- und Unterstützungsangeboten:** Tabelle 6.3 „Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid)“.

5.2 Positive Einflussfaktoren zur Förderung praxisorientierter Lösungen für den natürlichen Klimaschutz

Eine erfolgreiche Förderung des natürlichen Klimaschutzes erfordert gezielte Maßnahmen und Rahmenbedingungen, die digitale Technologien sinnvoll integrieren. Zentrale Faktoren sind dabei eine stabile politische Unterstützung, klare Kalkulierbarkeit des Nutzens sowie die Standardisierung und Interoperabilität der eingesetzten Technologien. Diese positiven Einflussfaktoren schaffen die Grundlage, um naturbasierte und digitale Lösungen dauerhaft in den kommunalen Klimaschutzstrategien zu verankern. In den folgenden Abschnitten werden diese Erfolgsfaktoren genauer beschrieben.

Stabile politische Unterstützung: Eine stabile und kontinuierliche politische Unterstützung ist entscheidend für die erfolgreiche Implementierung digitaler Technologien im NKS. Politisches Engagement auf kommunaler und nationaler Ebene erleichtert nicht nur die Integration von NKS-Maßnahmen in die städtische Planung, sondern sichert auch die notwendigen finanziellen Mittel und personellen Ressourcen.

Politische Entscheidungsträger müssen von den langfristigen ökologischen und ökonomischen Vorteilen naturbasierter Lösungen überzeugt werden, um den Einsatz digitaler Technologien nachhaltig zu fördern. Dies erfordert gezielte Kommunikationsstrategien und ein Framing, welches den unterschiedlichen Interessen der Stakeholder anspricht. Ein starkes politisches Mandat, wie es in einigen großen Städten und im nationalen Kontext Norwegens beobachtet wurde, erhöht die Erfolgsaussichten erheblich. Um wechselnde politische Unterstützung zu umgehen, sollten digitale Lösungen als integraler Bestandteil der kommunalen Strategie verankert und kontinuierlich gefördert werden.

Klimabilanzierung und Kalkulierbarkeit des Nutzens: Damit digitale Technologien für den NKS effektiv genutzt werden, ist es entscheidend, ihre Wirkung in die kommunalen Klimabilanzen zu integrieren. Die Erfahrungen zeigen, dass Kommunen oft zögern, digitale Lösungen einzusetzen, wenn deren Nutzen nicht klar quantifiziert und kalkulierbar ist. Durch die Implementierung von Klimabudgetierungs-Methoden, wie sie bspw. in Oslo genutzt werden, können Städte sicherstellen, dass alle Ausgaben und Investitionen im Hinblick auf ihre Klimawirkung bewertet werden. Dies macht den Nutzen digitaler Technologien sichtbarer und trägt dazu bei, Skepsis gegenüber neuen Ansätzen abzubauen. Ein reformierter Ansatz zur Bilanzierung (z. B. ein überarbeiteter BISCO-Standard) könnte zudem helfen, naturbasierte Lösungen besser zu integrieren und den Wert dieser Maßnahmen systematisch in den kommunalen Finanz- und Klimaplanungen zu berücksichtigen.

¹¹ <https://www.awatree.com/>

Standardisierung und Interoperabilität: Technologische Kompatibilität sollte sichergestellt werden. Die Entwicklung standardisierter Schnittstellen und Plattformen, die eine reibungslose Integration unterschiedlicher digitaler Technologien ermöglichen, ist entscheidend für die Machbarkeit kommunaler Projekte. Modellprojekte für den Einsatz von Digitalen Zwillingen und offenen Datenstandards könnten als Blaupause für andere Städte dienen. Aufbauend auf Erfahrungen der C40 Cities könnten Best Practices national (wie auch international) verbreitet werden.

6 Beratungs- und Unterstützungsangebote für Kommunen und Dienstleister mit Bezug zu natürlichem Klimaschutz und Digitalisierung

In diesem Kapitel werden nun Vorschläge für Beratungs- und Unterstützungsangebote detailliert beschrieben, die Kommunen und Dienstleister bei der Umsetzung von Lösungen für den natürlichen Klimaschutz unterstützen sollen. Diese Angebote bauen auf den praxiserprobten Lösungsansätzen und positiven Einflussfaktoren auf, die im vorherigen Kapitel ausführlich dargelegt wurden. Folgende Angebote wurden erarbeitet:

1. Allround-Angebot: Beratungsagentur nach dem Vorbild der Berliner Regenwasseragentur
2. Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid)
3. Silos aufbrechen – Begleitung der interdisziplinären Zusammenarbeit innerhalb von Kommunen
4. Stärkung des Innovationsklimas in Kommunalverwaltungen
5. Datenzugang – Plattformangebot zur Unterstützung bei der Datenverfügbarkeit, -beschaffung und -zugang
6. Datenkompetenz – Bildungsangebot zu Datenverarbeitung, Modellierung und Simulation
7. Standardisierung & Start-up-Integration
8. Tool-Überblick – Plattformangebot und Beratungsangebot zu verfügbaren relevanten digitalen Tools

Für jedes Angebot wird dargelegt,

- welches Problem es adressiert,
- welche Ziele damit verfolgt werden,
- welche Inhalte es haben kann,
- welche Zielgruppen angesprochen werden,
- welche Kompetenzen und welche Ressourcen es braucht, um das Angebot umzusetzen,
- welche Kommunikationsansätze und welche Form der Öffentlichkeitsarbeit angemessen ist, um es zu bewerben
- und woher die Inspiration für das Angebot stammt.

Tabelle 6.2: Allround-Angebot: Beratungsagentur nach dem Vorbild der Berliner Regenwasseragentur. Quelle: IÖW.

Problem	Fehlende personelle und finanzielle Ressourcen sowie eine mangelnde Übersicht über vorhandene digitale Technologien und Daten erschweren die Planung und Umsetzung von Maßnahmen. Der Zugang zu Fördermitteln und das Erkennen von Synergien zwischen verschiedenen Ämtern und Projekten ist zudem oft komplex und aufwändig.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau institutioneller Allround-Angebote auf Landesebene • Unterstützung bei der Planung und Umsetzung technologischer NKS-Maßnahmen • Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch gezielte Nutzung von Synergieeffekten zwischen unterschiedlichen kommunalen Aufgaben • Schaffung einer Datenplattform für Transparenz und Datenzugang
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Workshops (Online/Präsenz): Schulung zu digitalen Tools, Datennutzung und Anwendung • Beratungsgespräche: Individuelle Unterstützung für Kommunen und Konsortien bei der Auswahl und Implementierung von Technologien sowie der Erstellung von Projektplänen • Fördermittel-Servicestelle: Unterstützung bei der Identifizierung und Beantragung von Fördermitteln auf Bundes-, Landes- und EU-Ebene • Projektbegleitung: Langfristige Unterstützung bei der Umsetzung von Maßnahmen, inklusive Monitoring und Evaluierung • Interkommunale Vernetzung/Multiplikation: Partnersystem, Fachgruppen/Netzwerke
Zielgruppen	Kommunen und öffentliche Einrichtungen (u. a. Verwaltungen, Stadtwerke, relevante Ämter), Technologieanbieter und Planungsbüros
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: Stadtentwicklung, NKS, Digitalisierung, nachhaltige Technologien</p> <p>Methodisch: Technisches Know-how in der Anwendung digitaler Planungstools, Eventmanagement, agiles Projektmanagement, Change- und Innovationsmanagement</p> <p>Sozial: Kommunikationsstärke, Moderation interdisziplinärer Teams, Mediation zwischen Stakeholdern, Kenntnis „kommunaler Gefüge“</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Entwicklung und Pflege digitaler Tools, ÖA und Marketing, Beratung, Verwaltung</p> <p>Personell: Interdisziplinäres Team aus Stadtplanern, Ingenieuren, IT-Spezialisten, Fördermittelexperten, Projektmanagern und Beratern</p> <p>Materiell: Workshop-Infrastruktur, digitale Plattform, Tools zur Datenverarbeitung & Planung</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	<p>Online-Marketing und Pressearbeit: Social Media, Pressemitteilungen und Newsletter zur Bekanntmachung der Unterstützungsangebote</p> <p>Veranstaltungen: Veranstaltung/Vermittlung von Bildungsangeboten, Begleitung von Bürger*innen-Beteiligungsverfahren, Fallstudien</p> <p>Netzwerkaktivitäten: Nationale/regionale/lokale Informationskampagnen, Partnerschaften mit Verbänden, Hochschulen, öffentlichen Institutionen und Unternehmen</p>
Ähnliche Ansätze	Berliner Regenwasseragentur ¹² , Kompetenzzentrum Natürlicher Klimaschutz ¹³ , Zentrum KlimaAnpassung ¹⁴

¹² <https://regenwasseragentur.berlin>

¹³ <https://www.kompetenzzentrum-nk.de>

¹⁴ <https://zentrum-klimaanpassung.de>

Tabelle 6.3: Accelerator-Programm für organisationsübergreifende PPP-Lösungen (digital/hybrid). Quelle: IÖW.

Problem	Kommunen stehen vor der Herausforderung, Innovationsprozesse effizient zu skalieren und bestehende Potenziale digitaler Technologien zu nutzen. Der Konflikt zwischen punktuellen Leuchtturmprojekten und einer umfassenden Skalierung führt oft dazu, dass erfolgreiche Ansätze nicht flächendeckend implementiert werden.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Validierung von Geschäftsideen durch Zugang für innovative Unternehmen zu Test- und Experimentierräumen • Zugang für Kommunen/Konsortien zu wichtigen Netzwerken und Ressourcen, um innovative Ansätze weiterzuentwickeln und in der Praxis zu erproben
Inhalte	<p>Innovation Week: Start-ups kooperieren mit kommunalen Akteuren und entwickeln Pilotprojekte. Die Inhalte der Innovation Week umfassen Workshops, Innovationsdialoge und Challenges zur Lösung spezifischer Herausforderungen.</p> <p>Digitaler Marktplatz: Plattform, auf der öffentliche Auftraggeber gesuchte Lösungen publizieren und Unternehmen sich mit zielführenden Ansätzen bewerben. Erfolgreiche Lösungen erhalten eine Auszeichnung, die den Marktzugang erleichtert.</p> <p>Kollegiale Beratung und Mentoring: Datenbank zur Partnersuche zwischen Kommunen und Start-ups, um sich gegenseitig bei der Lösung von Herausforderungen zu unterstützen</p>
Zielgruppen	Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Start-ups, Scale-ups, Intrapreneure und innovative Unternehmen aus Branchen wie Wohnungswirtschaft, Energieversorgung, Abfallwirtschaft und Mobilität
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: Innovationsmanagement, öffentliche Beschaffung, Klimaschutz, nachhaltige Technologien</p> <p>Methodisch: Agile Methoden (z. B. Design Thinking, Scrum), Aufbau von Pilotprojekten, Durchführung von Co-Creation-Workshops, Eventmanagement</p> <p>Sozial: Kommunikationsstärke, Teamfähigkeit, Moderation von Workshops, Vermittlung zwischen verschiedenen Stakeholdern</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Budget für Workshops, Coaching, Pilotprojekte, Fördermittel, Infrastruktur und Marketingmaßnahmen</p> <p>Personell: Fachkräfte für Innovationsmanagement, Klimaschutz und öffentliche Beschaffung, Mentoren und Coaches, Projektmanager</p> <p>Materiell: u. a. Infrastruktur für Workshops, digitale Plattform</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	<p>Online-Marketing und Pressearbeit: Posts in Social-Media-Kanälen zur Bekanntmachung des Programms und zu Erfolgsgeschichten, Pressemitteilungen</p> <p>Veranstaltungen: Organisation von Infoveranstaltungen, Webinaren und Netzwerktreffen sowie Teilnahme an Messen und Konferenzen (z. B. mit Bezug zu Innovation, Smart City (SCCON), Klimaschutz und -anpassung)</p> <p>Netzwerkaktivitäten: Aufbau von Partnerschaften mit Branchenverbänden, Hochschulen, öffentlichen Institutionen und Unternehmen</p>
Ähnliche Ansätze	IÖB-Innovationsplattform ¹⁵ , Hubitation Accelerator ¹⁶ , ClimateX Startup Accelerator ¹⁷ , High-Impact Accelerators von C40-Cities ¹⁸

¹⁵ <https://www.ioeb-innovationsplattform.at>

¹⁶ <https://www.hubitation.de>

¹⁷ <https://www.berlin-innovation-agency.com/climatex-startup-accelerator>

¹⁸ <https://www.c40.org/what-we-do/raising-climate-ambition/high-impact-accelerators>

Tabelle 6.4: Silos aufbrechen – Begleitung der interdisziplinären Zusammenarbeit innerhalb von Kommunen. Quelle: IÖW.

Problem	Silodenken und mangelnde interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb von Kommunen erschweren die Entwicklung ressourceneffizienter und zukunftsfähiger Lösungen.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit in Kommunen, insbesondere in größeren Städten • Aufbrechen von Silos, um eine effiziente und nachhaltige Umsetzung von Stadtentwicklungsprojekten zu ermöglichen • Nutzung der DIN SPEC 91468 für ressourceneffiziente Stadtquartiere
Inhalte	<p>Formate zur interdisziplinären Zusammenarbeit, die von Bürgermeister*innen bzw. Multiplikator*innen initiiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachämterübergreifende Zusammenarbeit • Interdisziplinäre Arbeitsgruppen und Task Forces • Regelmäßige Roundtable-Meetings • Gemeinsame Fortbildungsreihen und Workshops • Entwicklung von interdisziplinären Projekten und Pilotmaßnahmen
Zielgruppen	Kommunale Abteilungen und Gewerke (z. B. Umwelt, Planung, Bau), Fachleute und Fachplaner*innen (z. B. Wasser, Kanal) aus verschiedenen Disziplinen innerhalb der Verwaltung, Führungskräfte aus städtischen Behörden
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: Kenntnisse in den Arbeitsweisen der Verwaltungen und interdisziplinärer Zusammenarbeit</p> <p>Methodisch: Erfahrung in Change-Management, Projektkoordination und interner Kommunikation</p> <p>Sozial: Fähigkeit, teamübergreifend komplexe Problemlösungen zu erarbeiten</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Budget für Schulungen, Teambuilding-Maßnahmen, Investitionen in Kommunikationstools und Plattformen</p> <p>Personell: Berater*innen, Mentor*innen und Coaches für Organisationsentwicklung</p> <p>Materiell: Infrastruktur für Workshops (z. B. Räume, technische Ausstattung), digitale Plattformen und Tools für die Zusammenarbeit, Materialien für Schulungen und Teambuilding-Maßnahmen</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunen-interne Kommunikationskampagnen zur Förderung der Zusammenarbeit (z. B. Nutzung von internen Newslettern und Intranets) • Verbreitung von Erfolgsgeschichten über interdisziplinäre Projekte • Unterstützung durch Verwaltungsspitze und politische Befürwortung
Ähnliche Ansätze	Interne Arbeitsgruppen in norwegischen Gemeinden, Moderation von Fachgruppen durch die Berliner Regenwasseragentur, Vernetzung von Fachplaner*innen der Stadt-Land GmbH

Tabelle 6.5: Stärkung des Innovationsklimas in Kommunalverwaltungen. Quelle: IÖW.

Problem	Oft hemmen organisatorische und arbeitskulturelle Beharrungstendenzen die Innovationsfähigkeit von Städten und Kommunen. Um solche tief verankerten Denkmuster zu überwinden, wird neben einem verbesserten Zugang zu Ressourcen und Kompetenzen ein kultureller Wandel benötigt.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Change-Management für höhere Lernbereitschaft, Vertrauen und Kooperation (intern und extern) mit und durch Digitalisierung • Sensibilisierung für agileres Arbeiten, den Umgang mit Daten und Offenheit für ungewöhnlich wirkende Testumgebungen und Experimentierräume (Sandboxes) • Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche im natürlichen Klimaschutz durch gestärktes Vertrauen und Kompetenzbündelung
Inhalte	<p>Weiterbildung ,Digitalisierung in Kommunen‘: bedarfsgerechtes Schulungsangebot für Arbeitskräfte im kommunalen Umfeld, um greifbare Chancen der Digitalisierung aufzuzeigen und Berührungspunkte abzubauen</p> <p>Interdisziplinäre Workshopreihe ,DiNaKom‘: Vernetzung von Fachämtern in den Bereichen Klimaschutz und -anpassung, Umwelt- und Naturschutz, Gewässer, Stadtplanung etc. zur Kooperation, Potenzialanalyse und Kompetenzbündelung</p> <p>Austausch- und Kooperationsbörse: digitale Plattform zur Vernetzung kommunaler Verwaltungseinheiten und -ebenen für niederschwellige Kontaktaufnahme als Einstiegshilfe in gegenseitige Information und Unterstützung, hier ist eine Synergie mit dem Digitalen Marktplatz in Angebot 6.2 denkbar.</p>
Zielgruppen	Führungs- und Arbeitskräfte sowie Projektverantwortliche in Kommunen und öffentlichen Einrichtungen unterschiedlicher Größen in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung, Umwelt- und Naturschutz, Gewässer, Stadtplanung etc.
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: Digitalisierung und Verwaltung, Organisationsentwicklung und Innovationsförderung in kommunalen Kontexten</p> <p>Methodisch: Vernetzung inter- und transdisziplinärer Fachbereiche, Teamübergreifende Moderation und Coaching</p> <p>Sozial: Kommunikations- und Moderationsstärke, Vernetzung von Kolleg*innen mit diversen fachlichen und persönlichen Hintergründen</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Budget für Workshops, Weiterbildungen, interne Kommunikationsaktivitäten und ggf. digitale Plattform</p> <p>Personell: externe Begleitung für Weiterbildung und Coaching, Fachkräfte für Change- und Innovationsmanagement</p> <p>Materiell: Infrastruktur für Weiterbildungsangebot und Workshopreihe</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	<p>Interne Kommunikation: zielgruppengerechte Sensibilisierung und Motivation für die Inhalte der beschriebenen Weiterbildungs- und Vernetzungsangebote, das heißt, differenzierte Ansprache und Aufbereitung von Inhalten</p> <p>Veranstaltungen & Netzwerkaktivitäten: Folgeveranstaltungen, die auf die Elemente der Initiative aufbauen und Resultate nach außen tragen, z. B. über Konferenzen oder Dialogveranstaltungen mit anderen Kommunen und Unternehmen</p>
Ähnliche Ansätze	Fördermaßnahme „Kommunen innovativ“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Angebote von Agenturen wie „Urban Innovation Vienna“

Tabelle 6.6: Datenzugang – Plattformangebot zur Unterstützung bei der Datenverfügbarkeit, -beschaffung und -zugang. Quelle: IÖW.

Problem	Viele Kommunen haben Schwierigkeiten, auf notwendige Daten zuzugreifen oder diese sinnvoll zu nutzen. Datensätzen oder Verzeichnisse mit Links oder Beschreibungen zu komplexeren Daten liegen oft nicht gebündelt vor. Zudem können fehlende Software, Schnittstellen oder Rechnerkapazitäten auch bei vorhandenem Wissen über Zugangsmöglichkeiten zu bestimmten Daten Probleme darstellen.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> • Uneingeschränkter und benutzer*innenfreundlicher Zugang zu Datensätzen, die in Planungs- oder anderen Prozessen unterstützen können • Zugang zu notwendiger Spezialsoftware zur Bearbeitung verschiedener Arten von Datensätzen
Inhalte	<p>Plattformangebot: Schaffen einer Plattform für einen Überblick über existierende Datensätze je Kommune; evtl. direkt als Sammelpunkt für die Datensätze oder mit Beschreibung zum Speicherort, inklusive Zugangsdaten</p> <p>Beratungsangebot/Leitfaden: Hilfe bei der Auswahl und Einrichtung benötigter Software und Datenverarbeitungsprogramme</p> <p>Austauschangebot: Darstellung gelungener Erfahrungen zur Verbesserung und Vereinheitlichung des Datenzugangs</p>
Zielgruppen	Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Technologieanbieter
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: Datenkompetenz, Softwarekompetenz, rechtliche Kompetenzen</p> <p>Methodisch: Aufbau von Pilotprojekten, Umgang mit Geodaten</p> <p>Sozial: Kommunikationsstärke, Moderation von Workshops, Vermittlung zwischen verschiedenen Stakeholdern</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Budget zur Einrichtung von Plattformen, Beschaffung von Software, Ausrichtung von Workshops zur Nutzung, Leitfadenerstellung, Infrastruktur und Marketingmaßnahmen.</p> <p>Personell: Fachkräfte für Softwarenutzung, Plattformentwicklung und ggf. datenschutzrechtliche Belange</p> <p>Materiell: Infrastruktur zur Verarbeitung und Speicherung größerer Datensätze</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	<p>Online-Marketing und Pressearbeit: regelmäßige Posts in Social-Media-Kanälen zur Bekanntmachung von Entscheidungen/Maßnahmen, welche durch Informationsverfügbarkeit auf Basis umfangreicher Datensätze getroffen wurden</p> <p>Veranstaltungen: Organisation von Infoveranstaltungen, Webinaren zum Austausch über Erfahrungen / Best Practices</p> <p>Netzwerkaktivitäten: Aufbau von Partnerschaften mit Branchenverbänden, Hochschulen, öffentlichen Institutionen und Unternehmen</p>
Ähnliche Ansätze	Solarkataster, Altlastenkataster, Solarflächen, Versickerungsgrade (Kf-Werte), RE-QUIS-Datenbank, Vienna Geospace Hub ¹⁹

¹⁹ <https://viennageospace.at>

Tabelle 6.7: Datenkompetenz – Bildungsangebot zu Datenverarbeitung, Modellierung und Simulation. Quelle: IÖW.

Problem	Fehlende Kompetenzen in Bezug auf die effektive Aufbereitung und Nutzung von Daten erschweren in vielen Kommunen die Arbeit mit digitalen Technologien für den NKS. In Deutschland liegen viele wertvolle Datensätze vor, die jedoch häufig nicht adäquat verwertet werden.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> • Strategische digitale Kompetenzen in Kommunen ansiedeln und stärken • Potenziale der Digitalisierung für Beteiligte sichtbar machen • Evidenzbasierte Kommunalpolitik ermöglichen
Inhalte	<p>Weiterbildung: Schulungsreihen, Online-Webinare, hybride Schulungsprogramme, interaktive Workshops, Best Practices, E-Learning-Module, Bereitstellung von praxisorientierten Handbüchern und Leitfäden</p> <p>Digitale Unterstützungsangebote: Erstellung eines „Datenkompetenz-Playbooks“ für NKS zur Unterstützung der Nutzung von Daten in Kommunen, Fachämtern oder Planungsbüros.</p>
Zielgruppen	Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Bürgerinitiativen, Planungsbüros, Stadtplanung, Architekt*innen, Fachplaner für Umwelt und Energie
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: technisches Wissen über digitale Technologien für den Umwelt- und Klimaschutz, Erfahrung in der Entwicklung und Durchführung von digitalen Bildungsformaten und Weiterbildungsprogrammen</p> <p>Methodisch: Coaching, Schulung und Weiterbildung</p> <p>Sozial: Kommunikationsstärke, Teamfähigkeit, Moderation von Workshops, didaktische Fähigkeiten</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Budget für Workshops, Markteinführung und Pilotprojekte, Fördermittel, Investitionen in Software und technische Infrastruktur</p> <p>Personell: Expert*innen und Berater*innen für die Entwicklung und Durchführung von Schulungen, Mentor*innen und Coaches</p> <p>Materiell: u. a. Infrastruktur für Workshops, digitale Plattformen für E-Learning und Webinare</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	<p>Online-Marketing und Pressearbeit: Nutzung sozialer Medien für die Vermarktung der Weiterbildungsangebote, evtl. videobasierte Anleitungen und Erklärungen für digitale Tools</p> <p>Veranstaltungen: Werbung auf relevanten Messen und Konferenzen</p> <p>Netzwerkaktivitäten: Partnerschaften mit Bildungstechnologie-Anbietern, zielgerichtete Ansprache über Fachverbände und kommunale Netzwerke</p>
Ähnliche Ansätze	Angebote von Agenturen wie Urban Innovation Vienna

Tabelle 6.8: Standardisierung & Start-up-Integration. Quelle: IÖW.

Problem	Kommunen kämpfen häufig mit komplexen und langwierigen Vergabeprozessen, die innovative Lösungen, insbesondere von Start-ups, behindern. Es fehlen standardisierte Verfahren, um digitale Technologien im natürlichen Klimaschutz effizient einzusetzen.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> • Innovationsfähigkeit von Kommunen stärken • Schaffung standardisierter Verfahren, Antragsprozesse und Rahmenverträge zur Vereinfachung von Vergabeprozessen • Unterstützung insbesondere von kleineren Gemeinden mit begrenzten Ressourcen durch Abbau bürokratischer Hürden • Verbesserte Integration von Start-ups in kommunale Ausschreibungen durch flexible und innovative Vergabekriterien • Unterstützung bei der Einführung bestehender prozessbezogener Standards und Verfahrenleitfäden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Leitlinien, Musterleistungsverzeichnissen, Rahmenverträgen und Vorlagen für schlanke und standardisierte Vergabeprozesse mit Best-Practice-Beispielen (bspw. klare und vereinfachte Vergabekriterien mit Fokus auf Ziele und Ergebnisse statt auf spezifische Lösungswege) • Entwicklung eines Leitfadens zur Integration von jungen Unternehmen in Vergabeprozesse sowie Abbau entsprechender Hemmnisse (bspw. Ausschluss von Start-ups durch Eignungskriterien bzgl. Alter und Umsätze des Unternehmens) • Beratung zur Entwicklung von Ausschreibungen und Förderprogrammen, ggf. mit Helpdesk oder Kontaktstelle unterstützt durch IHK • Beratung zu bestehenden prozessbezogenen Standards und Verfahrenleitfäden wie DIN SPEC 91468, um die Integration von Maßnahmen des natürlichen Klimaschutzes in die Planung zu erleichtern
Zielgruppen	Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Start-ups, Vergabebehörden und Technologieanbieter im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: Vergaberecht, Förderprogramme, Stadtentwicklung, Klimaanpassung, digitale Technologien im natürlichen Klimaschutz</p> <p>Methodisch: Standardisierungsprozesse, Innovationsmanagement, agile Methoden zur Projektumsetzung, Changemanagement</p> <p>Sozial: Mediation zw. Verwaltung und Start-ups, Vermittlung zw. Stakeholdern</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Entwicklung von Vorlagen, Beratung und die Integration digitaler Tools</p> <p>Personell: Vergaberechtler*innen, Ingenieur*innen, IT-Spezialist*innen und Innovationsmanager*innen</p> <p>Materiell: Digitale Plattformen für standardisierte Vergabeprozesse, Tools zur Unterstützung bei der Eignungsprüfung von Start-ups</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	Informationskampagnen: Nationale und regionale Sensibilisierung für vereinfachte Vergabeverfahren und die Rolle digitaler Technologien im natürlichen Klimaschutz, Erfolgsgeschichten zur Integration von Start-ups
Ähnliche Ansätze	vgl. OECD (2019)

Tabelle 6.9: Tool-Überblick – Plattformangebot und Beratungsangebot zu verfügbaren relevanten digitalen Tools. Quelle: IÖW.

Problem	Ein umfassender und aktueller Überblick über die Vielzahl bestehender digitaler Tools für unterschiedliche Anwendungsbereiche scheint nicht vorzuliegen. Viele Tools sind daher in der relevanten Zielgruppe der Kommunalvertreter*innen nicht hinreichend bekannt oder akzeptiert.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> • Schneller Zugang zu Informationen über bestehende Tools und deren Anwendungsmöglichkeiten • Unterstützung zur gezielten Auswahl geeigneter Tools für den jeweiligen Anwendungsfall und deren bestmögliche Nutzung • Austauschmöglichkeit unter Anwender*innen zur Toolnutzung als Erfahrungsaustausch
Inhalte	<p>Plattformangebot: Plattform für Überblick über existierende digitale Tools zur Ermittlung von Szenarien/Auswirkungen von Maßnahmen des NKS</p> <p>Beratungsangebot/Leitfaden: Unterstützung bei der Auswahl der für den konkreten Anwendungsfall relevanten Tools und bei der Nutzung</p> <p>Austauschangebot: Bereitstellung eines Austauschraumes für die Anwender*innen über bisherige positive und negative Erfahrungen bei der Tool-Anwendung</p>
Zielgruppen	Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Start-ups
Benötigte Kompetenzen	<p>Fachlich: Datenkompetenz, grundlegende Kenntnisse der Softwarenutzung</p> <p>Methodisch: Überblick über Zielsetzung in Projekten, Grundlegende Vertrautheit im Umgang mit Geodaten</p> <p>Sozial: Kommunikationsstärke, Moderation von Workshops</p>
Benötigte Ressourcen	<p>Finanziell: Budget zur Einrichtung von Plattformen, Beschaffung von Software, Ausrichtung von Workshops zur Anwendung, Leitfadenerstellung und Infrastruktur</p> <p>Personell: Expert*innen zur Softwarenutzung (bei komplexer Software), Plattformentwicklung und ggf. für datenschutzrechtliche Belange</p> <p>Materiell: Infrastruktur zur Verarbeitung und Speicherung von größeren Datensätzen und Aufhebung der Zugriffsbeschränkung zur Nutzung webbasierter Tools</p>
Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit	<p>Online-Marketing: Regelmäßige Information und Kommunikation über bestehende digitale Tools und deren Anwendungsgebiete</p> <p>Veranstaltungen: Organisation von Infoveranstaltungen, Webinaren zum Austausch über Erfahrungen</p> <p>Netzwerkaktivitäten: Aufbau von Partnerschaften mit Anbieter digitaler Tools und den kommunalen Akteur*innen welche die Tools anwenden sollen</p>
Ähnliche Ansätze	<p>Plattform: Tools Database der Europäischen Umweltagentur https://climate-adapt.eea.europa.eu/de/mission/solutions/tools</p> <p>Beispielhafte Tools: Palm4U, Webatlas (Stadtklimamodell), Bodenkohlenstoff-App, Stadtbaukasten von Gerics, Stadtgrün-Bewertungstool</p>

7 Fazit

Der Ansatz des NKS einschließlich Maßnahmen zum Schutz, zur Verbesserung und zur Wiederherstellung von Ökosystemen stellt ein Instrument zur Bewältigung der globalen Klima- und Biodiversitätskrise dar. Diese Krisen haben nicht nur gravierende Auswirkungen auf die Infrastruktur und die Ökosysteme selbst, sondern auch auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen. Auf lokaler Ebene gewinnen derartige Maßnahmen zunehmend an Bedeutung. Die Spannweite möglicher Maßnahmen reicht dabei vom Schutz von Straßenbäumen vor zunehmend belastenden Niederschlagsverteilungen aufgrund des Klimawandels bis hin zur Erstellung umfassender Regenwasserbewirtschaftungspläne mit grüner Infrastruktur. Solche Maßnahmen erfordern die Zusammenarbeit mehrerer Verwaltungsabteilungen und Interessengruppen. Digitale Technologien können dabei nicht nur die Initiierung und Umsetzung solcher Projekte unterstützen, sondern auch deren kontinuierliche Betreuung im Laufe der Zeit. Vor diesem Hintergrund war es das Ziel des Projekts, das Potenzial digitaler Technologien zur Unterstützung der Planung und Umsetzung von NKS auf kommunaler Ebene aufzuzeigen sowie die Identifikation derjenigen Bereiche, in denen derartige Technologien zum Einsatz gelangen können.

Die Akzeptanz digitaler Technologien ist jedoch nicht frei von Hindernissen. Um die Hindernisse auf kommunaler (Nachfrage-)Seite sowie auf der Angebotsseite, d. h. bei den Agenturen und Unternehmen, die entsprechende Lösungen anbieten, besser zu verstehen, waren weitere empirische Untersuchungen gerechtfertigt. Die Resultate einer Interviewstudie mit Akteuren sowohl auf der Nachfrage- als auch auf der Angebotsseite haben zentrale gemeinsame und heterogene Barrieren für eine optimierte Nutzung solcher Technologien für NKS aufgezeigt. Die identifizierten Hürden und Hemmnisse gehen über einen einfachen Mangel an personellen Ressourcen, Budgets oder einfachen Vergabeprozessen hinaus und geben Aufschluss über weitere soziokulturelle Faktoren. Zudem wird ersichtlich, dass ein umfassendes Change-Management, Rückhalt und Unterstützung auf verschiedenen Ebenen der Gesellschaft und Politik sowie interdisziplinärer Austausch, Kommunikation und Koordination erforderlich sind.

Im Rahmen dieses Projekts wurde eine Liste von Lösungsansätzen zur Verbesserung des Einsatzes digitaler Technologien zur Unterstützung der Umsetzung und Pflege von NKS erstellt. Dazu wurden zunächst die Erkenntnisse zu den Potenzialen digitaler Technologien für NKS sowie die Ergebnisse einer Interviewstudie mit kommunalen Akteuren, Technologieanbietern, Kompetenzzentren und Agenturen herangezogen. Darüber hinaus wurde eine Analyse von Best-Practice-Beispielen durchgeführt. In Kooperation mit lokalen Akteuren, Technologieanbietern sowie Akteuren aus Kompetenzzentren erfolgte eine Verdichtung der Lösungsansätze zu zielgruppenspezifischen und praxisnahen Beratungs- und Unterstützungsangeboten für Kommunen. Die angebotenen Leistungen umfassen nicht nur die Bereitstellung von Informationen, welche die Wahrnehmung und Anerkennung der Potenziale digitaler Technologien für NKS fördern, sondern auch die Schaffung einer Grundlage für die Verbesserung des Austauschs, der Kommunikation, der Koordination und des Managements von NKS auf kommunaler Ebene. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kann der Einsatz digitaler Technologien zur Verbesserung der Umsetzung von NKS in ganz Deutschland gefördert und in der Fläche nutzbar gemacht werden, indem die Bedürfnisse und Herausforderungen zur Unterstützung und Erhaltung des Gesamtzustandes der Ökosysteme und ihrer Resilienz in den Kommunen adressiert werden.

8 Literaturverzeichnis

- AKDB (2022): 'Smartes Grünflächenmanagement in Zeiten des Klimawandels', Newsroom der Anstalt für Kommunale Datenverarbeitung in Bayern, 16. September. Verfügbar unter: <https://www.akdb.de/newsroom/newsletter/smartes-gruenflaechenmanagement-in-zeiten-des-klimawandels/> (abgerufen am 7. März 2024).
- Anderson, V., Suneja, M. and Dunjic, J. (2023): 'Sensing and Measurement Techniques for Evaluation of Nature-Based Solutions: A State-of-the-Art Review', *Land*, 12(8), S. 1477. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/land12081477>.
- Aram, F., Higuera García, E., Solgi, E. and Mansournia, S. (2019): 'Urban green space cooling effect in cities', *Heliyon*, 5(4), S. e01339. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01339>.
- Arbor Smart City (2024): Baum | Wasser | Smart - ARBOR smart city - Bedarfsgerechtes Bewässerungsmanagement durch Bodenfeuchtemessungen, ARBOR smart city. Verfügbar unter: <https://www.arbor-smart-city.de> (abgerufen am 7. März 2024).
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2024): Bayernweites Konzept zur Ausweitung des Biotopverbunds. Verfügbar unter: https://www.lfu.bayern.de/natur/bayaz/biotopverbund/konzept_ausweitung/index.htm (abgerufen am 7. März 2024).
- BBSR (2020): Geoinformationen in der Raumplanung. Bundesministerium für Bau-, Stadt- und Raumplanung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (03). Verfügbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2020/3/izr-3-2020.html> (abgerufen am 4. März 2024).
- Berlin (2024): Umweltatlas Berlin, Umweltatlas Berlin - Berlin.de. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/umweltatlas> (abgerufen am 29. April 2024).
- Bilo, M. and Feit, U. (Hrsg.) (2022): NaturschutzDigital - Chancen und Risiken der Digitalisierung für den Schutz der Natur. DE: Bundesamt für Naturschutz (BfN Schriften). Verfügbar unter: <https://doi.org/10.19217/skr640> (abgerufen am 19. März 2024).
- BMUV (2023): Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz: Kabinettsbeschluss vom 29. März 2023. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/ank_publication_bf.pdf (abgerufen am 23. Februar 2024).
- Bochum Smart City (2022): Konzept. Alles rund um die Smart City Bochum. Verfügbar unter: <https://www.bochum-smartcity.de> (abgerufen am 4. April 2024).
- Borgmann, A. and Sternberg, C. (2023): 'Systematische sensorgestützte Baumbewässerung', *ProBaum*, 2023(2). Verfügbar unter: <https://neulandschaft.de/portale/epaper/online-ausgabe/probaum-02-2023>.
- Bouzouidja, R., Cannavo, P., Bodéan, P., Gulyás, Á., Kiss, M., Kovács, A., Béchet, B., Chancibault, K., Chantoiseau, E., Bournet, P.-E., Bouzidi, R., Guénon, R., Lebeau, T., Musy, M. and Rodriguez, F. (2021): 'How to evaluate nature-based solutions performance for microclimate, water and soil management issues – Available tools and methods from Nature4Cities European project results', *Ecological Indicators*, 125, S. 107556. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107556>.
- Brasil, J., Macedo, M., Lago, C., Oliveira, Thalita, Júnior, M., Oliveira, Tassiana and Mendiondo, E. (2021): 'Nature-Based Solutions and Real-Time Control: Challenges and Opportunities', *Water*, 13(5), S. 651. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/w13050651>.
- Brasil, J.A.T., De Macedo, M.B., De Oliveira, T.R.P., Ghiglieno, F.G., De Souza, V.C.B., Marinho E Silva, G., Gomes Júnior, M.N., De Souza, F.A.A. and Mendiondo, E.M. (2022): 'Can we scale Digital Twins of Nature-based Solutions for stormwater and transboundary water security projects?', *Journal of Hydroinformatics*, 24(4), S. 749–764. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2166/hydro.2022.142>.
- Bundesamt für Naturschutz (2024): Rahmenbedingungen, Bundesamt für Naturschutz. Verfügbar unter: <https://www.bfn.de/rahmenbedingungen> (abgerufen am 3. April 2024).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2022): Aufgaben von Klimaanpassungsmanager*innen | Meldung, BMUV. Verfügbar unter: <https://www.bmu.de/meldung/aufgaben-von-klimaanpassungsmanagerinnen>.
- Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2024): Modellprojekte Smart Cities, Smart City Dialog. Verfügbar unter: <https://www.smart-city-dialog.de/modellprojekte-smart-cities> (abgerufen am 3 April 2024).
- Cascone, S. and Leuzzo, A. (2023): 'Thermal Comfort in the Built Environment: A Digital Workflow for the Comparison of Different Green Infrastructure Strategies', *Atmosphere*, 14(4), S. 685. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/atmos14040685>.

- Catalano, C., Meslec, M., Boileau, J., Guarino, R., Aurich, I., Baumann, N., Chartier, F., Dalix, P., Deramond, S., Laube, P., Lee, A.K.K., Ochsner, P., Pasturel, M., Soret, M. and Moulherat, S. (2021): 'Smart Sustainable Cities of the New Millennium: Towards Design for Nature', *Circular Economy and Sustainability*, 1(3), S. 1053–1086. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00100-6>.
- Chrysoulakis, N., Somarakis, G., Stagakis, S., Mitraka, Z., Wong, M.-S. and Ho, H.-C. (2021): 'Monitoring and Evaluating Nature-Based Solutions Implementation in Urban Areas by Means of Earth Observation', *Remote Sensing*, 13(8), S. 1503. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/rs13081503>.
- CityLAB Berlin (2024): Gieß den Kiez. Verfügbar unter: <https://www.giessdenkiez.de> (abgerufen am 14. Mai 2024).
- Clever Cities (2024a): Clever Cities. Verfügbar unter: <https://clevercities.eu/> (abgerufen am 7. März 2024).
- Clever Cities (2024b): CleverCities | Hamburg. Verfügbar unter: <https://clevercities.eu/hamburg/> (abgerufen am 14. Mai 2024).
- Dimitrov, S., Georgiev, G., Georgieva, M., Gluschkova, M., Chepishcheva, V., Mirchev, P. and Zhiyanski, M. (2018): 'Integrated assessment of urban green infrastructure condition in Karlovo urban area by in-situ observations and remote sensing', *One Ecosystem*, 3, S. e21610. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e21610>.
- Dronova, I., Kislik, C., Dinh, Z. and Kelly, M. (2021): 'A Review of Unoccupied Aerial Vehicle Use in Wetland Applications: Emerging Opportunities in Approach, Technology, and Data', *Drones*, 5(2), S. 45. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/drones5020045>.
- Eifler, A., Heda, U., Hoffmann-Kallen, A. and Unverzagt, A. (2022): 'Klimaschutzprogramm Hannover 2035'. Landeshauptstadt Hannover: Fachbereich Umwelt und Stadtgrün - Klimaschutzleitstelle. Verfügbar unter: <https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Klimaschutz-Energie/Regionale-Klimaschutzziele-und-Konzepte/Klimaschutzprogramm-Hannover-2035> (abgerufen am 23. Februar 2024).
- Flora Incognita (2024): Flora Incognita | DE – Die Flora Incognita App – Interaktive Pflanzenbestimmung. Verfügbar unter: <https://floraincognita.de> (abgerufen am 26. Februar 2024).
- Forum Virium Helsinki (2022): Communication through 3D-Modelling, B.Green Handbook. Verfügbar unter: <https://bgreen-handbook.eu/case-study/communication-through-3d-modelling/> (abgerufen am 7. März 2024).
- Gholami, M., Torreggiani, D., Barbarese, A. and Tassinari, P. (2024): 'Smart Green Planning for Urban Environments: The City Digital Twin of Imola', in F. Belaïd and A. Arora (Hrsg.) *Smart Cities: Social and Environmental Challenges and Opportunities for Local Authorities*. Cham: Springer International Publishing (Studies in Energy, Resource and Environmental Economics). Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-35664-3>.
- Goddard, M.A., Davies, Z.G., Guenat, S., Ferguson, M.J., Fisher, J.C., Akanni, A., Ahjokoski, T., Anderson, P.M.L., Angeoletto, F., Antoniou, C., et al. (2021): 'A global horizon scan of the future impacts of robotics and autonomous systems on urban ecosystems', *Nature Ecology & Evolution*, 5(2), S. 219–230. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01358-z>.
- Guerrero, P., Møller, M.S., Olafsson, A.S. and Snizek, B. (2016): 'Revealing Cultural Ecosystem Services through Instagram Images: The Potential of Social Media Volunteered Geographic Information for Urban Green Infrastructure Planning and Governance', *Urban Planning*, 1(2), S. 1–17. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.17645/up.v1i2.609>.
- Hamm, A., Ullrich, A., Rehak, R., Becker, K. and Nölting, B. (2023): 'Municipalities' digitalization and sustainability transformations: A network approach for designing a transdisciplinary knowledge community', in *The 11th International Conference on Communities and Technologies (C&T)*. C&T '23: The 11th International Conference on Communities and Technologies, Lahti, Finland: ACM, S. 174–179. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1145/3593743.3593780>.
- Hanse- und Universitätsstadt Rostock (2023): 'Smart City Strategie Rostock. auf dem Weg zur Smile City'. Hanse- und Universitätsstadt Rostock. Verfügbar unter: https://smarterostock.de/wp-content/uploads/2023/08/Smart_City_Strategie_Rostock_Stand2023.pdf (abgerufen am 4. April 2024).
- Heikinheimo, V., Tenkanen, H., Bergroth, C., Järv, O., Hiippala, T. and Toivonen, T. (2020): 'Understanding the use of urban green spaces from user-generated geographic information', *Landscape and Urban Planning*, 201, S. 103845. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103845>.
- Heiland, S., Mengel, A., Hänel, K., Geiger, B., Arndt, P., Reppin, N., Werle, V., Hokema, D., Hehn, C., Mertelmeyer, L., Burghardt, R. and Opitz, S. (2017): *Bundekonzept Grüne Infrastruktur*. Fachgutachten. 457th edn. DE: B. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.19217/skr457> (abgerufen am 20. Februar 2024).

- Heins, M., Pietsch, M., Kircher, W. and Kretzler, E. (2010): 'Fachtechnische Strategien und Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Informations- und Wissensmanagements am Beispiel der Pflanzenverwendung', in: 2. FLL-Forschungsforum Landschaft „Stadtgrün 2025 – Herausforderungen und Chancen“, Veitshöchheim.
- Hirschfeld, J., Mohaupt, F., Müller, R., Klein, M., Rioussset, P. and Welling, M. (2019): 'Stadtgrün wertschätzen! Städte können vom Ausbau der Grünflächen ökologisch, ökonomisch und sozial profitieren', *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 28(4), S. 392–393. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.14512/gaia.28.4.14>.
- Humann, M., Hartenstein, F. and Kusian, T. (2022): *Die digitale Stadt gestalten: eine Handreichung für Kommunen*. 06.2022. Edited by BBSR. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).
- IP Syscon (2024): *Produkte*, IP SYSCON GmbH. Individuelle Software- und Systemlösungen. Verfügbar unter: <https://www.ipsyscon.de/produkte/alphabetisch/a-e>.
- Istrate, A.-L. and Hamel, P. (2023): 'Urban Nature Games for integrating nature-based solutions in urban planning: A review', *Landscape and Urban Planning*, 239, S. 104860. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104860>.
- Jarocińska, A., Kopeć, D., Kycko, M., Piórkowski, H. and Błońska, A. (2022): 'Hyperspectral vs. Multispectral data: Comparison of the spectral differentiation capabilities of Natura 2000 non-forest habitats', *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 184, S. 148–164. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.12.010>.
- Kalletal and Lemgo (Hrsg.) (2022): 'Smart City Strategie. digital.interkomunal - Kalletal.Lemgo'. Verfügbar unter: https://digital-interkomunal.de/wp-content/uploads/2022/11/sc_strategiepapier_digital_einseitig_red.pdf (abgerufen am 4. April 2024).
- Keppner, B., Kahlenborn, W., Libbe, J., Lange, K., Weiler, P. and Hinrich-Gieschen, J. (2022): *Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen. Abschlussbericht*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/direkte-indirekte-umwelteffekte-von-intelligenten>.
- Kiiza, C., Pan, S., Bockelmann-Evans, B. and Babatunde, A. (2020): 'Predicting pollutant removal in constructed wetlands using artificial neural networks (ANNs)', *Water Science and Engineering*, 13(1), S. 14–23. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.wse.2020.03.005>.
- Kolokotsa, D., Lilli, A., Tsekeri, E., Gobakis, K., Katsiakalis, M., Mania, A., Baldacchino, N., Polychronaki, S., Buckley, N., Micallef, D., Calleja, K., Clarke, E., Duca, E., Mali, L. and Bisello, A. (2023): 'The Intersection of the Green and the Smart City: A Data Platform for Health and Well-Being through Nature-Based Solutions', *Smart Cities*, 7(1), S. 1–32. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/smartcities7010001>.
- Leitstelle XPlanung (2023): *Leitfaden XPlanung. 2/2023 edn*. Hamburg. Verfügbar unter: https://xleitstelle.de/sites/default/files/2023-07/Leitfaden_XPlanung_2_Auflage.pdf (abgerufen am 5 März 2024).
- Liu, O.Y. and Russo, A. (2021): 'Assessing the contribution of urban green spaces in green infrastructure strategy planning for urban ecosystem conditions and services', *Sustainable Cities and Society*, 68, S. 102772. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102772>.
- Mahmoud, I., Bisello, A., Kolokotsa, D. and Morello, E. (2024): 'Augmented Nature-Based Solutions: A Possible Taxonomy of Technologies "in" and "for" Urban Greening Strategies', in A. Bisello, D. Vettorato, M. Bottero, and D. Kolokotsa (Hrsg.) *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions: Results of SSPCR 2022*. Cham: Springer Nature Switzerland (Green Energy and Technology). Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-39206-1>.
- Maurer, M., Chang, P., Olafsson, A.S., Møller, M.S. and Gulsrud, N.M. (2023): 'A social-ecological-technological system approach to just nature-based solutions: A case of digital participatory mapping of meaningful places in a marginalized neighborhood in Copenhagen, Denmark', *Urban Forestry & Urban Greening*, 89, S. 128120. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128120>.
- OECD (2019), *Öffentliche Vergabe in Deutschland: Strategische Ansatzpunkte zum Wohl der Menschen und für wirtschaftliches Wachstum*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/48df1474-de>.
- Pallasch, M.G. (2021): *Implementation von dezentraler Regenwasserbewirtschaftung in kommunale Planungsprozesse als Beitrag zu einer wassersensiblen Stadtentwicklung*. Technische Universität Berlin. Verfügbar unter: <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/13799> (abgerufen am 16. Februar 2024).
- Peters, M.D.J., Godfrey, C.M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D. and Soares, C.B. (2015): 'Guidance for conducting systematic scoping reviews', *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 13(3), S. 141–146. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000050>.

- Rigal, M. (2023): Mit Künstlicher Intelligenz Stadtbäume retten?, Technologiestiftung Berlin. Verfügbar unter: <https://www.technologie-stiftung-berlin.de/profil/blog/mit-ki-stadtbaeume-retten-erkenntnisse-qtrees> (abgerufen am 7. März 2024).
- Ruangpan, L., Mahgoub, M., Abebe, Y.A., Vojinovic, Z., Boonya-aroonnet, S., Torres, A.S. and Weesakul, S. (2023): 'Real time control of nature-based solutions: Towards Smart Solutions and Digital Twins in Rangsit Area, Thailand', *Journal of Environmental Management*, 344, S. 118389. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118389>.
- Schneider, C., Mrogenda, K. and Davis, M. (2023): Digitalisierung im Naturschutz. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.19217/skr656> (abgerufen am 4 March 2024).
- Schulte to Bühne, H. and Pettorelli, N. (2018): 'Better together: Integrating and fusing multispectral and radar satellite imagery to inform biodiversity monitoring, ecological research and conservation science', *Methods in Ecology and Evolution*. Edited by N. Lecomte, 9(4), S. 849–865. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12942>.
- SDS (2024): Smarte Lösungen für die digitalen Kommunen von Morgen, SDS - Smart Data Services. Verfügbar unter: <https://www.smart-dataservices.de/smart-data-solutions> (abgerufen am 30. April 2024).
- SenMVKU (2024): Grünflächeninformationssystem (GRIS), Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz, Umwelt, Berlin. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/natur-und-gruen/stadtgruen/gruenflaecheninformationssystem-gris/> (abgerufen am 7. März 2024).
- STMD (2023): Intelligente Sensortechnologie hilft Kommunen bei effizienter und ressourcenschonender Bewässerung von Bäumen / Digitalministerin Gerlach besucht Projekt in Erlangen, Bayerisches Staatsministerium für Digitales. Verfügbar unter: <https://www.stmd.bayern.de/intelligente-sensortechnologie-hilft-kommunen-bei-effizienter-und-ressourcenschonender-be-waesserung-von-baeumen-digitalministerin-gerlach-besucht-projekt-in-erlangen/> (abgerufen am 7. März 2024).
- Sucharew, H. (2019): 'Methods for Research Evidence Synthesis: The Scoping Review Approach', *Journal of Hospital Medicine*, 14(7), S. 416. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.12788/jhm.3248>.
- Tsekeri, E., Lilli, A., Katsiokalis, M., Gobakis, K., Mania, A. and Kolokotsa, D. (2022): 'On the integration of nature-based solutions with digital innovation for health and wellbeing in cities', in 2022 7th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech). Split / Bol, Croatia: IEEE, S. 1–6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.23919/SpliTech55088.2022.9854269>.
- Weiß, L. and Dudel, P. (2024): 'Smart City Strategie. Aalen-Heidenheim - gemeinsam digital'. Verfügbar unter: https://www.aahdhgemeinsamdigital.de/fileadmin/user_upload/SC_Strategie_digital_klein_26.02.24.pdf (abgerufen am 4. April 2024).
- Wendling, L., Rinta-Hiiri, V., Jermakka, J. and Fatima, Z. (2020): 'Performance and Impact Monitoring of Nature-Based Solutions'.
- Wir im Quartier (2024): Leipzig gießt. Verfügbar unter: <https://giessdeinviertel.codeforleipzig.de> (abgerufen am 14. Mai 2024).
- ZHAW (2013): 'Die grüne Branche im digitalen Zeitalter', Pressemitteilung der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, 18. November. Verfügbar unter: <https://www.zhaw.ch/storage/lfsm/ueber-uns/medienmitteilungen/2013-nov-18.pdf> (abgerufen am 5. März 2024).

9 Anhang

9.1 Interviewte Agenturen und Kompetenzzentren als Grundlage für die Identifizierung von Lösungsansätzen

Im Folgenden werden die Agenturen und Kompetenzzentren vorgestellt, die als Grundlage für die Lösungsansätze (Kapitel 5) des Abschlussberichts dienen. Die Auswahl der Interviewpartner*innen fand auf Basis einer vorgelagerten Recherche zu verschiedenen Akteursgruppen statt, die bei der Lösungsfindung zielführend sind.

Miljødirektoratet (Norwegen): Diese staatliche Umweltbehörde hat eine nationale Koordinierungsfunktion im Bereich Klimaanpassung und Umweltmanagement. Sie arbeitet daran, die Aktivitäten verschiedener Sektoren zu koordinieren und Informationen über Klimaveränderungen bereitzustellen. Als staatliche Behörde richtet sich das Miljødirektoratet an nationale und regionale Behörden sowie an Gemeinden, um diese bei der Klimaanpassung zu unterstützen. Miljødirektoratet bietet nationale Leitlinien, Netzwerke und finanzielle Unterstützung für Gemeinden an, um deren Klimaanpassungsmaßnahmen zu fördern. Digitale Atlanten und GIS-Systeme unterstützen die Planung von Maßnahmen. Die interviewte Person ist in der Abteilung für Flächen- und Klimaanpassung tätig, die eine zentrale Rolle bei der Koordinierung der nationalen Klimaanpassungsmaßnahmen spielt.

Climate Adaptation Services (Niederlande): Eine Non-Profit-Organisation, die sich auf die Entwicklung von Klimaanpassungsstrategien spezialisiert hat, insbesondere durch die Bereitstellung von Stress-Tests und Entscheidungshilfen für Gemeinden. Diese Non-Profit-Organisation richtet sich hauptsächlich an Regierungen, Gemeinden, Provinzen und Wasserbehörden, die bei der Planung und Umsetzung von Klimaanpassungsstrategien Unterstützung benötigen. CAS stellt Entscheidungshilfen wie Klimaatlanten und Wissensportale bereit, die für die Planung und Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen genutzt werden können. Die interviewte Person ist in der Öffentlichkeitsarbeit der Organisation tätig.

Danish Center for Environment and Energy (Dänemark): Das Danish Center for Environment and Energy ist eine führende Forschungs- und Beratungsinstitution, die sich auf Umwelt- und Energiefragen spezialisiert hat. Das DCE fungiert als zentrale Anlaufstelle für wissenschaftliche Beratung und Forschung im Bereich Umwelt- und Klimaschutz in Dänemark und arbeitet eng mit nationalen und regionalen Behörden, Kommunen sowie internationalen Organisationen zusammen. Die Institution stellt wissenschaftlich fundierte Daten und Analysen zur Verfügung, die zur Unterstützung politischer Entscheidungen und zur Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen genutzt werden. Das DCE richtet sich hauptsächlich an nationale und regionale Entscheidungsträger*innen, Kommunen und andere Akteure im Umwelt- und Energiesektor, die auf fundierte wissenschaftliche Beratung angewiesen sind, um ihre Strategien und Maßnahmen im Bereich Umwelt- und Klimaschutz zu entwickeln und zu implementieren. Zu den Dienstleistungen des DCE gehören die Bereitstellung von wissenschaftlichen Daten, die Durchführung von Umwelt- und Energieanalysen sowie die Entwicklung von Klimamodellen und Prognosen. Diese Angebote werden durch enge Zusammenarbeit mit den jeweiligen Nutzern weiterentwickelt und an spezifische

Anforderungen angepasst. Die interviewte Person ist in einer beratenden Funktion tätig und spezialisiert auf volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Rechnungen für Umwelt- und Klimaschutzstrategien und -maßnahmen.

Regenwasseragentur Berlin: Diese öffentliche Institution konzentriert sich auf die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und die Implementierung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der städtischen Infrastruktur. Die Regenwasseragentur arbeitet vorwiegend mit städtischen Verwaltungen und privaten Bauträgern zusammen, um nachhaltige Wasserbewirtschaftungsprojekte in städtischen Gebieten zu fördern. Sie entwickelt und fördert grüne Infrastrukturprojekte, bietet technische Beratung an und moderiert Projekte zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. Die interviewte Person ist für die Leitung und Koordination von Projekten zur Regenwasserbewirtschaftung verantwortlich.

StadtLand GmbH: Ein Unternehmen, das sich auf Projekte im Bereich Flächenmanagement und Klimaanpassung spezialisiert hat, arbeitet vor allem mit strukturschwachen Kommunen zusammen. Die Zielgruppe umfasst strukturschwache Kommunen, insbesondere in Ost- und Westdeutschland, die Unterstützung bei der Klimaanpassung und Revitalisierung von Innenstädten benötigen. Das Unternehmen unterstützt Kommunen bei der Entwicklung von Klimaanpassungskonzepten, der Revitalisierung von Innenstädten und der Nutzung digitaler Technologien wie GIS-Systemen für das Flächenmanagement.

C40 Cities: Ein globales Netzwerk von Städten, das unter der Leitung von Bürgermeister*innen Klimaschutz- und Anpassungsstrategien fördert. C40 richtet sich an Städte weltweit, die nach Unterstützung bei der Entwicklung und Umsetzung von Klimaschutz- und Anpassungsstrategien suchen. C40 bietet Programme zur Entwicklung von Klimaanpassungsplänen, Accelerator-Initiativen zur Beschleunigung von Maßnahmen, City Advisors für vor-Ort-Beratung und innovative Finanzierungsmechanismen wie die Klimabudgetierung. Die Interviewte ist Senior Managerin für Climate Action Planning und arbeitet an der Transition insbesondere in kleineren und mittelgroßen Städten.

Urban Innovation Vienna GmbH (Österreich): Eine Klimaschutz- und Innovationsagentur der Stadt Wien, die sich auf die strategische Stadtentwicklung, Digitalisierung und Mobilität konzentriert. Diese Agentur richtet sich an die Stadt Wien und andere österreichische Städte sowie an die Digitalwirtschaft, um innovative Ansätze für den Klimaschutz und die Stadtentwicklung zu fördern. Die Agentur betreibt den Vienna Geospace HUB, entwickelt den Digitalen Zwilling der Stadt Wien und bietet strategische Beratung zur Digitalisierung und zur Nutzung digitaler Technologien für Klimaschutz und Stadtentwicklung.

Hereon/GERICS: Hereon ist ein Forschungsinstitut der Helmholtz-Gemeinschaft, das sich auf angewandte Forschung im Bereich Klimaschutz und -anpassung spezialisiert hat. GERICS entwickelt als Teil von Hereon Klimaservices und wissenschaftliche Modelle, die in der städtischen Planung und in verschiedenen anderen Sektoren eingesetzt werden. GERICS arbeitet mit verschiedenen Zielgruppen, darunter Städte, Kommunen, Landwirt*innen, politische Entscheidungsträger*innen und Wissenschaftler*innen, um wissenschaftliche Erkenntnisse in praxisnahe Klimaservices umzusetzen. GERICS entwickelt wissenschaftliche Modelle und Prototypen wie das Stadtklima-Modell „PALM 4U“ und die Boden-Kohlenstoff-App, bietet Schulungen für die Anwendung dieser Tools an und stellt praxisorientierte Klimaservices wie den City Toolkit bereit. Es wurden zwei Personen interviewt. Die eine ist eine Institutsleiterin und Leiterin des Klimarates der Stadt Hamburg, während die andere für die Koordination von Projekten und wissenschaftliches Arbeiten im Bereich Klima und Städte zuständig ist.

9.2 Dienstleistungen, die von den interviewten Akteuren angeboten werden

Im Folgenden werden die Angebote und eingesetzte digitale Technologien-Dienstleistungen der interviewten Agenturen und Kompetenzzentren vorgestellt, die als Grundlage für die Lösungsansätze (Kapitel 5) des Abschlussberichts dienen. Die Zielgruppen der Angebote der interviewten Organisationen umfassen eine breite Palette von Akteuren, die im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung tätig sind, insbesondere Städte, Kommunen und spezialisierte Fachabteilungen.

9.2.1 Berliner Regenwasseragentur

Angebote:

- Moderation von Fachgruppen (bspw. für Berliner Straßen- und Grünflächenämter);
- Entwicklung thematischer Workshops zu identifizierten wiederkehrenden Problemen;
- Erstberatung bei Bauvorhaben;
- Bereitstellung von Planungshilfen;
- Erstellung von Fachgutachten;
- Begleitung großer Quartiersentwicklungen über mehrere Jahre
- Weiterbildungsangebote für Fachleute wie die Berliner Regenreihe entwickelt, auch in Kooperationen mit Fachverbänden (wie der Architektenkammer, der Industrie- und Handelskammer und dem Bund Deutscher Landschaftsarchitekten);
- Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung von Bauherren und Planer*innen für die Vorteile dezentraler Regenwassernutzung;
- Moderation und Mediation als neutrale Begleitinstanz bei der Lösung von Konflikten.

Zum Einsatz kommende digitale Technologien:

Die Agentur entwickelt und nutzt digitale Tools, vor allem im Bereich der Geoinformation, um die Planung von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen zu unterstützen. Beispiele sind:

- **Kostenschätzungstool:** Dieses Tool wird genutzt, um Szenarien zu modellieren und Kostenschätzungen für konkrete Projekte zu erstellen.
- **Potenzialbewertungstool:** Ein komplexes GIS-Instrument zur Bewertung der Potenziale für Regenwasserbewirtschaftung auf Grundstücksebene. Dieses Tool ist so komplex, dass die Agentur in vielen Fällen statische Karten für die Bezirke erstellt, anstatt das Tool selbst zur Verfügung zu stellen.
- **Multitouch-Planungstisch:** Ein digitales Planungstool, das alle relevanten Geodaten von Berlin und den Berliner Wasserbetrieben integriert. Dieses Tool ermöglicht eine interaktive Planung und Bewertung von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen.

9.2.2 Climate Adaptation Services

Angebote:

- Direkte Beratung;
- Workshops und durch die Bereitstellung von maßgeschneiderten Informationen und Tools für Gemeinden;
- Unterstützung bei der Entwicklung von öffentlichen Klimaanpassungsstrategien, inklusive eines „Stress-Tests“, der die Klimarisiken und Verwundbarkeiten eines Gebiets identifiziert und priorisiert.

Zum Einsatz kommende digitale Technologien:

- „**Klimaatlas**“, der Informationen über Klimaveränderungen und deren Auswirkungen auf verschiedene Gebiete enthält. Dieser Atlas ist webbasiert und nutzt offene Daten, was ihn für eine breite Zielgruppe zugänglich macht.
- **Wissensportal „Kennisportaal Klimaatadaptatie“**²⁰ stellt frei zugängliche, verständliche Informationen und Tools zur Verfügung, um Entscheidungsträger bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zu unterstützen. Leicht zugänglich und verständlich für eine breite Zielgruppe.
- **Monitoring-Tools** zur Bewertung der Wirksamkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen mit Überwachung, ob geplante Maßnahmen tatsächlich umgesetzt wurden und wie effektiv diese in der Praxis sind. Ein Beispiel ist das **Pyramidenmodell**, das entwickelt wurde, um verschiedene Maßnahmen zu klassifizieren, z. B. ob sie systemische Veränderungen fördern oder eher oberflächliche Anpassungen darstellen. Dieses Modell hilft den Nutzern, ihre Anpassungsstrategien zu bewerten und anzupassen.

9.2.3 Danish Centre for Environment and Energy

Angebote:

- U. a. wirtschaftliche Bewertung von naturbasierten Lösungen (Nature-Based Solutions), insbesondere im Bereich der Klimaanpassung.
- Entwicklung von Entscheidungsunterstützungstools zur Bewertung wirtschaftlicher Kosten und Nutzen von Maßnahmen wie der Schaffung von Grünflächen oder Küstenschutzmaßnahmen, z. B. gegen Hochwasserschäden

Zum Einsatz kommende digitale Technologien

In Dänemark gibt es eine Fülle an öffentlich zugänglichen Daten, die für Klimaanpassungsmaßnahmen genutzt werden können. Diese Daten werden von öffentlichen Einrichtungen wie dem Danish Hydrological Institute bereitgestellt und umfassen detaillierte digitale Karten und Modelle, die z. B. Wasserflüsse und Hochwasserrisiken abbilden.

- **Blue Spot Map:** Ein Beispiel für ein entwickeltes Tool ist die „Blue Spot Map“, die in Zusammenarbeit mit der dänischen Umweltbehörde erstellt wurde. Diese Karte identifiziert Gebiete, die bei starkem Regen von Überflutungen betroffen sein könnten. Das DCE hat dazu beigetragen, diese Karte um eine wirtschaftliche Dimension zu erweitern, indem sie die potenziellen Kosten von Überflutungen für betroffene Häuser schätzt.

²⁰ <https://klimaatadaptatienederland.nl/en>

- **Bewertungstools für Grünflächen:** Ein weiteres Tool, das in Zusammenarbeit mit Ingenieurbüros entwickelt wurde, bewertet den ökonomischen Nutzen von Grünflächen in urbanen Gebieten. Dieses Tool ermöglicht es, die Vorteile von Oberflächenlösungen (z. B. Regenwasserspeicherung durch Grünflächen) in eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse zu integrieren.

9.2.4 Miljødirektoratet

Angebote:

- Bereitstellung von Informationen und Leitlinien für Gemeinden, um sie bei der Klimaanpassung zu unterstützen.
- Checklisten und Fallstudien: Um den Gemeinden die Umsetzung von naturbasierten Lösungen zu erleichtern, hat das Miljødirektoratet in Zusammenarbeit mit Beratern Checklisten entwickelt. Diese Checklisten helfen den Gemeinden, systematisch naturbasierte Lösungen in ihre Planungsprozesse zu integrieren.
- Netzwerk „I Front“: Zusammenarbeit mit 13 großen Stadtkommunen (Plattform für den Austausch von Best Practices und Unterstützung für die Entwicklung von Klimaanpassungsstrategien).
- Förderung regionaler Netzwerke, in denen kleinere Gemeinden gemeinsam an Klimaanpassungsprojekten arbeiten können (mit Austausch von Wissen und Erfahrungen, Ressourcenteilung und der gemeinsamen Durchführung von Projekten, was insbesondere für ressourcen-schwache Gemeinden von Vorteil ist).
- Das Förderprogramm Tilskuddsordningen²¹ bietet Gemeinden finanzielle Unterstützung für die Entwicklung von Wissen, die Durchführung von Studien und die Planung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Diese Mittel sind vor allem für theoretische Arbeiten gedacht, die als Grundlage für spätere praktische Maßnahmen dienen.
- Entwicklung neuer Gebührensysteme für die Finanzierung von Maßnahmen zur Überwachung und Kontrolle von Oberflächenwasser.

Zum Einsatz kommende digitale Technologien:

- Portal „klimatilpasning.no“ („Klimaanpassung“), das als Ressource für Gemeinden dient.
- Derzeit noch begrenzter Einsatz von der eigenen Organisation. Es werden aber Beispiele auf Ebene der Gemeinden genannt (s. weiter unten).

9.2.5 C40 Cities

Angebote:

- Unterstützung der vernetzten Bürgermeister*innen in der Beschleunigung ihres Engagements für den Klimaschutz und die Klimaanpassung.

²¹ <https://soknadssenter.miljodirektoratet.no/TilskuddKlimatilpasningstiltakSkjema/Startside/Index?id=32>

- Entsendung von „City Advisors“ direkt in die Rathäuser der Städte, um den Beamten vor Ort bei der Integration digitaler Technologien in kommunale Strukturen zu helfen. Diese Expert*innen unterstützen die städtischen Beamten bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen, der Integration von Klimazielen in die städtische Planung und der Nutzung verfügbarer Daten und Technologien. Diese direkte Unterstützung ist besonders wertvoll für Städte, die über begrenzte interne Ressourcen und Fachkenntnisse verfügen.
- Accelerator-Programme: Städte können sich für Accelerator-Programme anmelden, die speziell darauf abzielen, bestimmte Klimaschutzmaßnahmen zu beschleunigen. Diese Programme bieten den Städten strukturierte Unterstützung, um ihre Projekte schneller und effizienter umzusetzen.
- Entwicklung von Climate Action Plans: C40 unterstützt Städte bei der Entwicklung integrierter Klimaschutzpläne, die sowohl Klimaschutz als auch Klimaanpassung umfassen. Diese Pläne sind darauf ausgelegt, städtische Klimaziele zu definieren und die notwendigen Maßnahmen zu skizzieren, um diese Ziele zu erreichen. C40 stellt den Städten Wissen und Best Practices zur Verfügung, um diesen Planungsprozess zu erleichtern.

9.2.6 StadtLand GmbH

Angebote:

- Projekt „Grüne Gleise“, das sich auf die Gestaltung von städtischen Grünflächen konzentriert, die sowohl ökologischen als auch sozialen Nutzen bieten. Diese Konzepte integrieren multifunktionale Nutzungen, wie die Kombination von Wasserrückhalteflächen mit öffentlichen Räumen wie Spielplätzen.
- Vernetzung von Fachplaner*innen: Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachplaner*innen, die oft in isolierten „Silos“ arbeiten. Dies ist besonders wichtig für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in die Stadtplanung, da unterschiedliche Fachbereiche wie Wasserwirtschaft, Landschaftsplanung und Stadtplanung koordiniert werden müssen. Die Organisation bietet Beratungsdienste an, um diese Zusammenarbeit zu verbessern und eine ganzheitliche Planung zu fördern.

Zum Einsatz kommende digitale Technologien:

- **GIS-Systeme** zur Erfassung von Flächenversiegelung
- Projekte wie **NaMaRES**, das die automatisierte Erkennung von Versiegelung in städtischen Gebieten untersucht.
- Beratung von Kommunen bei der **Nutzung vorhandener Daten**, z. B. Versickerungsdaten („Kf-Werte“), die oft fragmentiert und schwer zugänglich sind. StadtLand GmbH hilft dabei, diese Daten in kommunale Planungen zu integrieren, um Klimaanpassungsmaßnahmen zu unterstützen. Sie zeigt auch, wie digitale Tools wie das Solarkataster der SAENA effizient zur Identifizierung von Potenzialflächen genutzt werden können.

9.2.7 Vienna Innovation

Angebote:

- Energieberatung, strategische Stadtentwicklung, Mobilität und Digitalisierung als Klimaschutzagentur der Stadt Wien;

- Strategische Beratung zur digitalen Agenda der Stadt Wien.

Zum Einsatz kommende digitale Technologien:

- Einsatz von Satellitendaten im **Vienna Geospace HUB**, der von Urban Innovation Vienna Vienna Innovation betrieben wird - ein Reallabor zur Nutzung von Satellitendaten für klimasensible Stadtplanung. Der HUB arbeitet daran, Satellitendaten zugänglicher zu machen und deren Anwendung in Bereichen wie Grünflächenmanagement, Regenwasserbewirtschaftung, Gebäudebegrünung und Biotopaufwertung zu fördern. Diese Daten sollen helfen, städtische Hitzeinseln zu identifizieren und die Entwicklung städtischer Gebiete im Hinblick auf klimatische Faktoren zu dokumentieren. Der HUB richtet sich an verschiedene Zielgruppen, darunter die Stadt Wien, andere österreichische Städte, Startups und die Wissenschaft.
- Entwicklung eines **Digitalen Zwillings** der Stadt Wien, um die Stadtplanung klimasensibler zu gestalten. Mit diesem digitalen Modell kann die Stadtverwaltung verschiedene Szenarien simulieren und die Auswirkungen von Planungsentscheidungen auf das Klima frühzeitig bewerten. Er ermöglicht eine präzisere Planung und eine effektivere Nutzung von Ressourcen, indem er Echtzeitdaten und Simulationen kombiniert.
- **Kommunikationsmaßnahmen:** Daten aus Projekten wie dem Geospace HUB werden in Wien auch genutzt, um Sensibilisierungskampagnen wie das „Coole Zonen“-Projekt zu unterstützen, das darauf abzielt, die Öffentlichkeit konkret über Hitzeinseln und mögliche Gegenmaßnahmen zu informieren sowie die Bürger*innen generell für die Herausforderungen des Klimawandels und die Bedeutung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu sensibilisieren.

9.2.8 Hereon und Climate Service Center Germany (GERICS)

Angebote:

- GERICS entwickelt Prototypen für verschiedene Klimaservices, die später von anderen Akteuren in Schulungen und städtischen Planungen verwendet werden können. Dazu gehört auch der „City Toolkit“ oder Stadtbaukasten, der Kommunen dabei unterstützt, ihre Klimaanpassungsstrategien zu planen und umzusetzen. Der Toolkit enthält Leitfäden, Modellrechnungen und Beispiele für Best Practices, die Kommunen helfen, naturbasierte Lösungen und andere Anpassungsmaßnahmen effizienter in ihre Planungen zu integrieren. GERICS stellt diesen Toolkit Städten zur Verfügung und unterstützt sie bei der Anwendung der Werkzeuge durch Beratungen und Workshops. Diese Unterstützung zielt darauf ab, den Planungsprozess zu vereinfachen und die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu beschleunigen.

Zum Einsatz kommende digitale Technologien:

- **Stadtklima-Modell „PALM 4U“:** Das Stadtklima-Modell „PALM 4U“ ist ein speziell entwickeltes Klimamodell, das die klimatischen Bedingungen in städtischen Gebieten simuliert und analysiert. Es wurde in enger Zusammenarbeit mit Städten und Planern entwickelt, um den spezifischen Anforderungen der kommunalen Praxis gerecht zu werden. Das Modell ermöglicht es, die Auswirkungen von urbanen Planungsentscheidungen auf das Stadtklima vorherzusagen und Anpassungsstrategien zu optimieren. Es ermöglicht eine wissenschaftlich fundierte, aber praxisorientierte Klimamodellierung. GERICS bietet Schulungen für Städte und Planungsunternehmen an, um die Nutzung des Modells zu erleichtern und es praxisorientiert anzuwenden. Die Schulungen umfassen die praktische Anwendung des Modells, Feedbackrunden und die Anpassung des Modells an die spezifischen Bedürfnisse der Nutzer*innen. Zielgruppe: Städte, Kommunen, Stadtplaner*innen und Planungsunternehmen.

- **Digitale Tools für die Kohlenstoffbilanz:** GERICS hat auch digitale Tools wie die Boden-Kohlenstoff-App entwickelt, die landwirtschaftliche Techniken bewertet und zeigt, wie viel Kohlenstoff durch verschiedene Anbaumethoden im Boden gespeichert werden kann. Diese Tools sollen die Verbindung zwischen Klimaschutz und landwirtschaftlicher Praxis stärken.
- **Netto-Null-Projekt und Webatlas:** Im Rahmen des „Netto-Null“-Projekts wurde ein Webatlas entwickelt, der unterschiedliche Zielgruppen, von der allgemeinen Öffentlichkeit bis hin zu politischen Entscheidungsträger*innen und Wissenschaftler*innen, mit maßgeschneiderten Informationen versorgt. Dieser Atlas bietet Einblicke in Klimaschutzmaßnahmen und deren Auswirkungen und ist Teil der Strategie, Klimaschutz und -anpassung verständlich zu kommunizieren. Der Webatlas ist ein interaktives Tool, das es ermöglicht, verschiedene Szenarien zu simulieren und die Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf regionaler Ebene zu analysieren. GERICS bietet verschiedene Informations- und Kommunikationsformate an, die auf die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe zugeschnitten sind. Dies umfasst einfache Erklärungen für die Öffentlichkeit, detailliertere Informationen für politische Entscheidungsträger und wissenschaftliche Analysen für Forscher*innen.
- **Boden-Kohlenstoff-App:** Die Boden-Kohlenstoff-App ist ein digitales Tool, das die Fähigkeit von Böden zur Kohlenstoffspeicherung basierend auf verschiedenen landwirtschaftlichen Anbau- und Bewirtschaftungsmethoden bewertet. Die App soll Landwirt*innen dabei unterstützen, klimafreundliche Anbaumethoden zu wählen, die den Kohlenstoffgehalt im Boden erhöhen und somit einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Zielgruppe: Landwirt*innen, landwirtschaftliche Beratungsdienste, Klimaschutzinitiativen. GERICS entwickelt diese App als Prototyp, der in Schulungen und Beratungen für landwirtschaftliche Akteure verwendet werden kann. Die App bietet konkrete Empfehlungen und Berechnungen, wie verschiedene landwirtschaftliche Praktiken den Kohlenstoffgehalt im Boden beeinflussen können.

9.3 In Interviews genannte Good Practices

Im Folgenden werden von den Interviewten Agenturen und Kompetenzzentren ausgewiesene Good Practices beschrieben, die ebenfalls in die Entwicklung der Beratungs- und Unterstützungsangebote eingeflossen sind.

9.3.1 „Adaptabrazil“-Projekt

Das „Adaptabrazil“-Projekt nutzt digitale Technologien, um brasilianische Städte bei ihrer Umstellung auf Klimaneutralität zu unterstützen. Es handelt sich um ein umfassendes Programm, das Stadtverwaltungen mit Daten und Tools versorgt, um klimabezogene Risiken zu identifizieren und zu managen. Zu den eingesetzten Technologien gehören unter anderem Klima- und Umweltmodelle, die Städten helfen, ihre Klimaanpassungsstrategien zu optimieren und resilienter gegenüber klimatischen Veränderungen zu werden. Das Projekt wird von internationalen und lokalen Partnern unterstützt, um die Implementierung dieser Technologien zu fördern und die Klimaanpassung in Brasilien voranzutreiben.

9.3.2 Londons Zero-Emissions District

London hat das Konzept eines „Zero-Emissions District“ (Bezirk mit null Emissionen) entwickelt, das auf die Schaffung emissionsfreier Stadtteile abzielt. In diesen Bezirken werden Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasen rigoros umgesetzt, einschließlich der Förderung von

Elektromobilität, energieeffizienter Gebäude und grüner Infrastruktur. Diese Initiative ist Teil von Londons größerer Strategie, bis 2050 klimaneutral zu werden. Dieses Projekt ist ein Beispiel für urbane Transformationen, die auf emissionsarme Technologien und umfassende Stadtplanung setzen.

9.3.3 Solarkataster der SAENA

Das Solarkataster der Sächsischen Energieagentur (SAENA) bietet Bürger*innen und Unternehmen die Möglichkeit, das Solarpotenzial ihrer Dächer zu ermitteln. Das digitale Tool zeigt an, welche Dächer für die Installation von Solaranlagen geeignet sind und berechnet das mögliche Einsparpotenzial. Es ist ein erfolgreiches Beispiel für die Nutzung digitaler Technologien zur Förderung erneuerbarer Energien auf lokaler Ebene.

9.3.4 Dänemarks „Climate Action Plan 1“-Initiative

Dänemark plant die Schaffung einer zentralen Unterstützungseinrichtung, die Gemeinden bei der Klimaanpassung hilft. Diese „Climate Adaptation Plan 1“-Initiative soll finanzielle und technische Unterstützung bieten, insbesondere für kleinere Gemeinden, die oft nicht über ausreichende Ressourcen verfügen. Ziel ist es, diese Gemeinden in die Lage zu versetzen, robuste Klimaanpassungsstrategien zu entwickeln und umzusetzen. Die Initiative ist darauf ausgelegt, die Kapazitäten von Gemeinden durch gezielte Unterstützung zu stärken.

9.3.5 Norwegens Frühwarnsysteme und Dashboards

In norwegischen Städten wie Stavanger und Kristiansand wurden Frühwarnsysteme entwickelt, die auf Sensortechnologien basieren und Umweltparameter wie Wasserstände und Bodenbewegungen überwachen. Diese Systeme sind mit Dashboards verbunden, die es den Gemeinden ermöglichen, potenzielle Risiken in Echtzeit zu überwachen und frühzeitig Maßnahmen zu ergreifen. Solche Systeme sind entscheidend, um auf Überschwemmungen oder Erdbeben rechtzeitig zu reagieren.

9.3.6 Interne Arbeitsgruppen in norwegischen Gemeinden

Einige norwegische Gemeinden haben interne Arbeitsgruppen eingerichtet, die Fachleute aus verschiedenen Abteilungen zusammenbringen, um Klimaanpassungsstrategien zu entwickeln und umzusetzen. Diese gruppenübergreifende Zusammenarbeit fördert ein besseres Verständnis für Klimafragen und verbessert die Effektivität der Maßnahmen.

9.3.7 DIN SPEC 91468

Die DIN SPEC 91468 („Leitfaden für ressourceneffiziente Stadtquartiere“) bietet einen prozessbezogenen Ansatz, der eine kostengünstigere Alternative zu Digitalen Zwillingen darstellt. Dieses Verfahren unterstützt die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse und standardisiert diese, was insbesondere für kleinere Gemeinden mit begrenzten Ressourcen hilfreich ist.

ADRESSE UND KONTAKT

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH, gemeinnützig

Potsdamer Straße 105

10785 Berlin

Telefon: + 49 – 30 – 884 594-0

Telefax: + 49 – 30 – 882 54 39

E-Mail: mailbox@ioew.de

www.ioew.de