



Umfassendes Indikator- Rahmenwerk

Autoren: Hans-Martin Neumann, Ciarán O'Sullivan, Ghazal Etminan (AIT Austrian Institute of Technology)

Mitautoren: Gudrun Haindlmaier (AIT Austrian Institute of Technology), Nikolai Jakobi (ICLEI Europe), Nikhil Chaudhary (Climate-KIC); Apurva Singh, Eva Promes, Jette Dingemans (Metabolic); Carla Rodriguez Alonso (CARTIF); Harry Wain (Bankers without Boundaries); Rebekah Thorne, Ralf Brand (Rupprecht Consult); Sabrina Bresciani, Francesco Mureddu, Marzia Mortati (POLIMI), Jaqueline Oker-Blom (Material Economics)

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung des Autors wieder. Die Europäische Kommission übernimmt keine Verantwortung für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Überwachung der Klimaziele	4
1.2	Aufbau des Dokuments	4
2	Geltungsbereich des integrierten Rahmens für Indikatoren zur Überwachung, Bewertung und Lernen	5
2.1	Definition der erforderlichen Indikatoren (direkte Vorteile) und der empfohlenen Indikatoren (Nebeneffekte und Prozessüberwachung)	6
2.2	Flexibilität des Indikatorensystems	6
2.3	Grundlage für die Auswahl der Indikatoren	7
2.4	Emissionen der Scope 1, 2 und 3	7
2.5	Emissionsfaktoren	7
2.6	Netto- vs. Bruttoemissionen – Kompensationsstrategien und Restemissionen.....	8
2.7	Darstellung der Indikatoren.....	8
3	Überwachung direkter Vorteile	10
3.1	Treibhausgasemissionen (THG)	11
4	Überwachung von Begleitnutzen und/oder Begletrisiken	29
4.1	Öffentliche Gesundheit und Umwelt.....	30
4.2	Soziale Inklusion, Innovation, Demokratie und kulturelle Auswirkungen	47
4.3	Digitalisierung und intelligente Stadttechnik.....	59
4.4	Wirtschaft	70
4.5	Finanzen und Investitionen	80
4.6	Ressourceneffizienz.....	85
4.7	Biologische Vielfalt.....	94
	Literaturverzeichnis	103
	Anhang A: Visualisierung des Überwachungsrahmens für direkte Vorteile und Begleitnutzen	106
	Anhang B: Vollständiger Katalog der Indikatoren für soziale Innovation	109
	Anhang C: Zusätzliche Indikatoren für finanzielle und investitionsbezogene Nebennutzen.....	114

Abkürzungen und Akronyme

Akronym	Beschreibung
AFOLU	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und sonstige Landnutzung
CCC AP	Aktionsplan zum „Climate City Contract“
EC	Europäische Kommission
EoL	Ende der Lebensdauer
ETS	Emissionshandelssystem
EU	Europäische Union
Treibhausgas	Treibhausgas(se)
IIF	Integriertes Indikator-Rahmenwerk
CCC IP	Investitionsplan für den „Climate City Contract“
IPPU	Industrieprozesse und Produktnutzung
JRC	Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission
MEL	Überwachung, Bewertung und Lernen
NZC	NetZeroCities
NBS	Naturbasierte Lösung(en)
TOC	Theorie des Wandels
WP	Arbeitspaket



1 Einleitung

1.1 Überwachung der Missionsziele

Städte, die sich der europäischen Mission „Klimaneutrale und intelligente Städte“ anschließen, verpflichten sich zu dem Ziel, bis 2030 klimaneutral zu werden. Dieses Ziel und der Weg dorthin werden in einem „Climate City Contract“ festgehalten, dem zentralen Instrument für die an der Mission beteiligten Städte, um diesen Ansatz einzuleiten und voranzutreiben. Die „wesentlichen Elemente der Definition der städtischen Klimaneutralität“ sind im Info-Kit für Städte (Europäische Kommission, 2021b) aufgeführt, insbesondere in Tabelle 2. Im Einklang mit diesen Elementen ist es das Ziel dieses Dokuments, einen umfassenden, integrierten Indikatorrahmen vorzustellen, der die Bewertung von „Climate City Contracts“ (CCCs) sowie die Überwachung der CCC-Aktionspläne (APs) und Investitionspläne (IPs) für 2030 während ihrer Umsetzung unterstützt. Das System soll es den Missionsstädten ermöglichen, ihre Fortschritte auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2030 zu überwachen und selbst zu bewerten.

1.2 Aufbau des Dokuments

Dieses Dokument ist wie folgt aufgebaut:

Abschnitt 2 „Geltungsbereich des integrierten Indikatorrahmens für Überwachung, Bewertung und Lernen“ stellt die Logik vor, die der Auswahl der Indikatoren zugrunde liegt, und definiert, welche Indikatoren als erforderlich gelten und welche zur Anwendung empfohlen werden.

Abschnitt 3 „Überwachung direkter Vorteile“ führt den Begriff „direkte Vorteile“ der CCC-APs ein, der ein Synonym für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen ist, und schlägt Indikatoren für die Überwachung dieser direkten Vorteile vor. Darüber hinaus wird erörtert, wie Synergien mit Berichtssystemen erzielt werden können, die bereits von vielen Städten genutzt werden (nämlich MyCovenant und CDP-ICLEI Track).

Abschnitt 4 „Überwachung indirekter Vorteile (Co-Benefits)“ führt das Konzept der Co-Benefits ein und schlägt Indikatoren für deren Überwachung vor. Im Kontext der CCC-Aktionspläne (APs) und -Initiativen (IPs) sind Co-Benefits oder indirekte Auswirkungen die zusätzlichen Auswirkungen oder positiven Effekte der direkten Vorteile, d. h. der Treibhausgasreduktionen, und sind integraler Bestandteil derselben. Diese indirekten Auswirkungen können je nach den angestrebten Emissionsbereichen und dem von den Städten konzipierten Lösungsportfolio kurz-, mittel- oder langfristig erwartet werden. Gleichzeitig könnten einige Klimaschutzmaßnahmen potenziell auch zu negativen Auswirkungen oder Kompromissen führen, die es zu vermeiden gilt.

2 Geltungsbereich des Indikatorrahmens für integriertes Monitoring, Evaluation und Lernen

Das Gesamtkonzept für den Indikatorrahmen basiert auf der Wirkungslogik von NetZeroCities (auch bekannt als „Theory of Change“), die in der folgenden Abbildung dargestellt ist. Es skizziert den Gesamtprozess der Transformation einer „Mission City“ und ihre miteinander verknüpften Maßnahmen, die auf die angestrebten Ergebnisse und Wirkungen ausgerichtet sind. Ausgangspunkte für dieses Modell sind die für die Klimaneutralität entscheidenden Schlüsselemissionsbereiche, wie sie im „Info-Kit für Städte“ (Europäische Kommission 2021b) sowie in den Leitfäden und Erläuterungen zu den Aktionsplänen für Klimaneutralität bis 2030 im Rahmen der „Climate City Contracts“ identifiziert wurden. Diese Emissionsbereiche umfassen: Energiesysteme, Verkehr und Mobilität, Abfall und Kreislaufwirtschaft (einschließlich industrieller Prozesse und Produktnutzung, kurz IPPU) sowie grüne Infrastruktur und naturbasierte Lösungen (einschließlich Landwirtschaft, Forstwirtschaft und sonstige Landnutzung, kurz AFOLU).

Im Einklang mit der Absicht der Mission, systemische Innovationen und einen Portfolioansatz zu nutzen, konzentriert sich die Wirkungslogik der NZC darauf, dass Städte an mehreren Hebeln für transformativen Wandel ansetzen. Diese systemischen Hebel sind Querschnittsbereiche, die sich über alle Treibhausgas-Emissionsbereiche erstrecken und entscheidend dafür sind, die Klimaneutralitätsziele einer „Mission City“ zu erreichen und die wichtigsten Hindernisse und Herausforderungen innerhalb der einzelnen Emissionsbereiche zu überwinden.

Im Einklang mit anderen Unterstützungsmaßnahmen der NZC-Missionsplattform wurden für die Wirkungslogik sechs Hebel identifiziert, nämlich: 1) Technologische Innovation und Infrastruktur, 2) Finanzen und Finanzierung, 3) Soziale Innovation,

4) Demokratie und Partizipation, 5) Governance-Innovation sowie 6) Lernen, Kapazitäts- und Kompetenzaufbau. Innerhalb des Wirkungsmodells verbinden diese systemischen Hebel die Emissionsbereiche zu einem kohärenten Portfolio, dienen als Einstiegspunkte in umfassendere systemweite Transformationen und unterstützen die gemeinsame Gestaltung und Umsetzung des Aktions- oder Investitionsplans einer „Mission City“.

Die Hebel verstärken und ermöglichen Ergebnisse in frühen und späteren Phasen sowie langfristige Auswirkungen und verleihen den Wirkungswegen der Stadt Sinn, Kohärenz und Richtung. Diese Übergangswegen verlaufen über kurz-, mittel- und langfristige Zeiträume hin zu den Netto-Null-Zielen für 2030 und umfassen sowohl direkte Auswirkungen (wie sektorale Treibhausgasreduktionen) als auch ein breites Spektrum an Mitvorteilen und Mitrisiken.

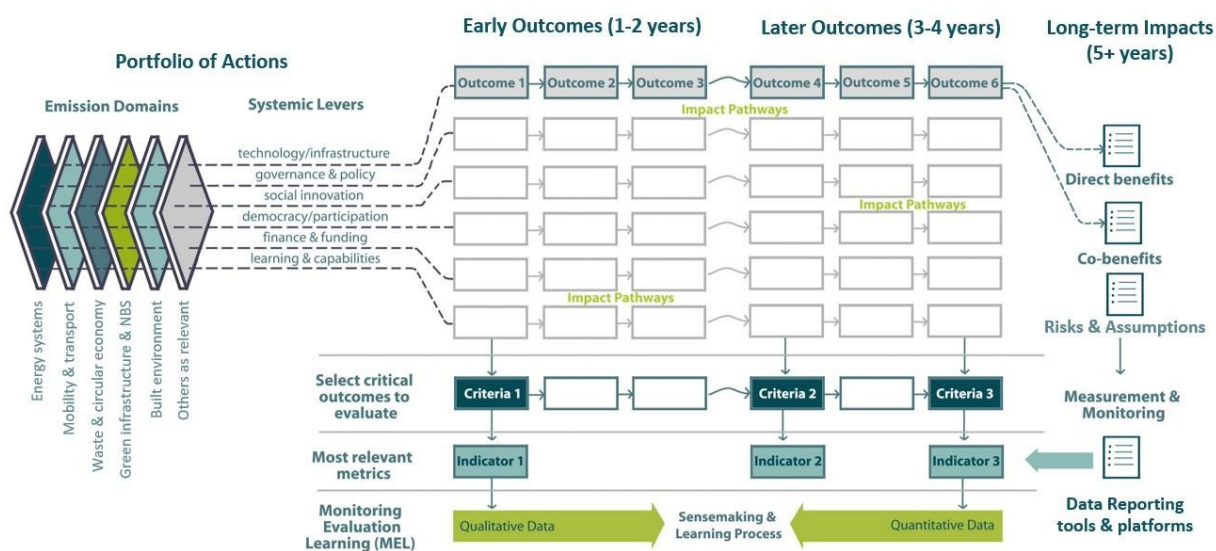


Abbildung 1: Wirkungslogik zur Ermöglichung von MEL für den systemischen Wandel durch vielfältige Wirkungswege zur Klimaneutralität

Wie in der obigen Abbildung dargestellt, führt jeder der Hebel zu einer sequenziellen Hierarchie von Veränderungen oder Ergebnissen, die in langfristigen Auswirkungen und Mitnutzen für die Klimamission der Stadt gipfeln. Diese sequenziellen und miteinander verbundenen Kausalketten, auch als **Wirkungswege** bekannt, skizzieren die grundlegenden Mechanismen, durch die größere und komplexere langfristige Systemveränderungen

von der Stadt im Hinblick auf Klimaneutralität beeinflusst werden sollen. Durch die gemeinsame Gestaltung von Portfolios im Rahmen ihrer CCC-Aktionspläne (AP) und Investitionspläne (IP) werden Städte in die Lage versetzt, durch vielfältige, aber synergetische Maßnahmen gleichzeitig auf unterschiedliche, aber miteinander verbundene Aspekte der Klimaneutralität einzuwirken.

Da Städte daher an mehr als einem Hebel ansetzen, wird erwartet, dass die Wirkungswege konvergieren und sich überschneiden, was koordinierte Maßnahmen über das gesamte Portfolio und alle Emissionsbereiche hinweg erforderlich macht.

Der Weg einer „Mission City“ zur Klimaneutralität beginnt in der Wirkungslogik (im Diagramm von links nach rechts) mit der Umsetzung praktischer Maßnahmen im Rahmen des **Maßnahmenportfolios**, wodurch die parallelen und sich überschneidenden Wirkungswege in Gang gesetzt werden. Als Nächstes folgen die **frühen Ergebnisse** (1–2 Jahre), die die notwendigen Voraussetzungen schaffen oder das Erreichen der „niedrig hängenden Früchte“ als Grundlage für nachfolgende, ehrgeizigere Fortschritte ermöglichen, gefolgt von den **späteren Ergebnissen** (2–3 Jahre), die auf den frühen Ergebnissen aufbauen und schließlich zu den **langfristigen Auswirkungen** in Form direkter oder indirekter Vorteile (5+ Jahre) führen. Diese Zwischenergebnisse und -wirkungen sind in Form von Meilensteinen strukturiert, die von einer Stadt selbst bewertet werden können und voraussichtlich im Verlauf des CCC-Prozesses entstehen – vom Entwurf bis zur praktischen Umsetzung der CCCs, der Durchführung geplanter Maßnahmen und der erfolgreichen Operationalisierung von MEL-, Berichts- und Wissensaustauschpraktiken. Die logischen Zusammenhänge innerhalb dieser Wirkungswege leiten sich aus den Annahmen und wahrgenommenen Risiken der Stadt hinsichtlich des erwarteten Verlaufs von Veränderungen ab. Die Wirkungswege helfen dabei, die wichtigsten Ergebnisse zu messen, die zu einer ganzheitlicheren Vision des systemischen Wandels beitragen, basierend auf den eigenen Erfolgskriterien der Stadt.

Die Kartierung und gemeinsame Gestaltung solcher Wirkungswege kann eine „Mission City“ dabei unterstützen, die kritischsten Ergebnisse oder Auswirkungen – auch als „Hebelpunkte“ bezeichnet – zu identifizieren, um während der Umsetzung kontinuierlich daraus zu lernen. Eine fundierte Auswahl und klare Definition dieser zentralen Auswirkungen und Indikatoren kann es einem städtischen Transition-Team ermöglichen, die relevanten qualitativen und quantitativen Evidenzlücken sowie Kennzahlen zu ermitteln, um seine strategische Planung, Sinnstiftung, Fortschrittsmessung und Berichterstattung zu untermauern sowie robuste MEL-Prozesse zur Datenerhebung, -analyse, -visualisierung und -steuerung einzurichten. In den folgenden Abschnitten wird das Indikator-Rahmenwerk detailliert beschrieben, zusammen mit den spezifischen Indikatoren innerhalb jedes Bereichs und Unterbereichs für die Kategorien „direkte“ und „indirekte“ Vorteile.

2.1 Definition der erforderlichen Indikatoren (direkte Vorteile) und der empfohlenen Indikatoren (Nebeneffekte und Prozessüberwachung)

Es ergab sich die Notwendigkeit, vorgeschriebene Indikatoren (direkte Vorteile) und empfohlene Indikatoren (Nebeneffekte) zu definieren sowie sowohl quantitative als auch qualitative Überwachungsprozesse einzubeziehen. Die Überwachung der Treibhausgasemissionen wurde als notwendig erachtet, da sie eine *unabdingbare Voraussetzung* für die Klimaneutralität von Städten ist. Allerdings müssen auch soziale, wirtschaftliche und ökologische Faktoren berücksichtigt werden, um die Akzeptanz sowie die technische und finanzielle Machbarkeit des Übergangs zur Klimaneutralität sicherzustellen. Solche indirekten Indikatoren wurden als empfohlen, aber nicht als erforderlich eingestuft. Sie sollen die Städte bei ihren Planungsprozessen zur Klimaneutralität unterstützen; daher werden die Städte dazu ermutigt, eine Auswahl derjenigen Indikatoren zu nutzen, die für ihr lokales Klimaneutralitätsziel und die damit verbundene Strategie am besten geeignet sind.

Zusammenfassend umfassen die Wirkungsbereiche, die zur Überwachung und Bewertung der Umsetzung des CCC AP 2030 bereitgestellt werden, Folgendes:

1. Erforderliche Überwachung direkter Vorteile (Emissionsbereiche).
2. Empfohlene Überwachung von Begleitnutzen/Begleitrisiken (Überwachung indirekter Auswirkungen).

2.2 Flexibilität des Indikatorensystems

Die im Indikatorrahmen vorgesehenen Indikatoren für direkte Vorteile ermöglichen es, Emissionsdaten auf nationaler Ebene auf die Stadtebene herunterzubrechen sowie Daten, die im Rahmen eines Bottom-up-Ansatzes anhand lokaler

Datensätze, um den Städten mehr Flexibilität zu ermöglichen. Mit anderen Worten: Städte melden als Mindestanforderung die Gesamtemissionen pro Sektor. Dies soll Städten, die möglicherweise nicht für jeden Sektor städtespezifische Daten haben, die Möglichkeit geben, ein Emissionsinventar zu erstellen. Es ist jedoch zu beachten, dass Downscaling-Methoden die Verwendung von aggregierten Daten oder Durchschnittswerten erfordern, die möglicherweise nicht immer repräsentativ für den lokalen Kontext oder das sektorale Emissionsprofil einer Stadt sind und daher als Annäherungswert betrachtet werden sollten. Die Qualität und Zuverlässigkeit eines Treibhausgasinventars steht in direktem Zusammenhang mit der Qualität und Zuverlässigkeit der Eingabedaten; daher wird empfohlen, nach Möglichkeit Primärdaten zu verwenden, da dies die Erstellung robuster Treibhausgasemissionsinventare erleichtert. Dies wiederum bildet die Grundlage für Kommunalverwaltungen, datengestützte Strategien und Programme zu definieren, sowie die erforderliche Basis, um vorrangige Sektoren zu identifizieren und als Reaktion darauf lokal ausgerichtete Maßnahmen zur Klimaneutralität zu entwickeln.

Dennoch gelten auch Kombinationsmethoden, die die Verwendung sowohl von Primärdaten als auch von heruntergerechneten Daten auf nationaler oder regionaler Ebene ermöglichen, als geeignetes Mittel zur Erstellung eines Emissionsinventars.

2.3 Quelle der Indikatorauswahl

Die Indikatoren wurden, soweit angemessen, aus bewährten, erprobten und geprüften Quellen ausgewählt. Damit sollte sichergestellt werden, dass der Auswahl- und Gestaltungsprozess der Indikatoren die Entwicklung eines robusten Indikatorensatzes ermöglichte, der auf städtischer Ebene anwendbar ist.

2.4 Emissionen der Bereiche 1, 2 und 3

Das Indikator-Rahmenwerk deckt Scope-1- und Scope-2-Emissionen ab und umfasst zudem Indikatoren für Scope-3-Emissionen im Zusammenhang mit Abfällen, d. h. Abfällen, die zur Behandlung außerhalb der Stadt exportiert werden. Diese basieren auf den aktuellen Emissionsrichtlinien, die im „Info Kit for Cities“ (Europäische Kommission 2021b) definiert sind.

2.5 Emissionsfaktoren

Die Mission schreibt keine bestimmte Methodik vor, da die Städte frei sind, die für sie am besten geeigneten Methoden anzuwenden. Die Städte sind berechtigt, Emissionsfaktoren zu verwenden, die mit den GPC-, IPCC- und CRF-Methodiken in Verbindung stehen, sowie nationale oder regionale Emissionsfaktoren.

Ein vorgeschlagener Ansatz wird zudem im Abschnitt „4.2.1 Wie lokal erzeugter Strom in den Treibhausgasinventaren der Mission-Städte berücksichtigt wird“ sowie in Kasten 8, S. 44, im „Info-Kit für Städte“ (Europäische Kommission 2021b) dargelegt. Die „Mission Cities“ werden dazu ermutigt, soweit möglich die lokale Erzeugung erneuerbarer Energien zu berücksichtigen und gleichzeitig den Städten zu ermöglichen, von den erheblichen Auswirkungen einer allgemeinen Dekarbonisierung des nationalen und europäischen Stromnetzes zu profitieren. Dies kann durch eine Kombination der folgenden Ansätze erreicht werden:

- Verwendung eines europäischen/nationalen/regionalen/lokalen Emissionsfaktors, der den europäischen/nationalen/regionalen/lokalen Strommix des Netzes widerspiegelt, und dessen Anpassung im Laufe der Jahre, um den gesamten in der Stadt verbrauchten Strom aus dem Netz zu erfassen. Dieser Ansatz ist realistischer und berücksichtigt die fortschreitende Dekarbonisierung des Netzes, was die Emissionsminderungsbemühungen der Städte unterstützt – unabhängig davon, ob die Kommunalverwaltung selbst eingreift oder nicht.
- Berechnung eines lokalen (gewichteten) Emissionsfaktors für Strom durch Korrektur des europäischen/nationalen/regionalen Emissionsfaktors für das Basisjahr auf der Grundlage der lokalen Stromerzeugung und des zertifizierten Kaufs bzw. Verkaufs von Ökostrom durch Akteure innerhalb des Stadtgebiets (wie im EU-Bürgermeisterkonvent, vgl. Kona et al., 2019). In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass der europäische/nationale/regionale Emissionsfaktor über die Jahre hinweg konstant bleibt, während sich die lokalen Emissionsfaktoren im Laufe der Jahre ändern. Auf diese Weise spiegeln die Emissionsminderungen genauer die von der Kommunalverwaltung unternommenen Anstrengungen wider und nicht die Veränderungen im nationalen Strommix.

Es ist wichtig zu beachten, dass bei der Berechnung energiebezogener Emissionen keine negativen Emissionsfaktoren angewendet werden können, selbst wenn Städte mehr emissionsfreien Strom erzeugen, als sie verbrauchen.



2.6 Netto- vs. Bruttoemissionen – Kompensationsstrategien und Restemissionen

Die Mission schreibt keine Methodik für die Entwicklung von Kompensationsstrategien und für die Bilanzierung von Restemissionen vor, da es den Städten freisteht, einen der gängigen Berichtsstandards zu verwenden, der für sie am besten geeignet ist.

Ein Ausgleich ist nur für Emissionen möglich, deren Minderung sehr schwierig oder unmöglich ist (d.h. für Restemissionen). Da die teilnehmenden Städte wahrscheinlich eine Form des Ausgleichs benötigen werden, um Restemissionen zu kompensieren, sollten sich die Mission-Städte bereits früh im Prozess – als integralen Bestandteil der Entwicklung ihres CCC – ein gutes Verständnis für das voraussichtliche Ausmaß der Restemissionen verschaffen und eine Strategie zu deren Bewältigung entwickeln.

Das Info-Kit für Städte beschreibt das Verfahren zur Berechnung der Restemissionen:

„Die getrennte Berichterstattung über Brutto- und Nettoemissionen gewährleistet Transparenz hinsichtlich der Restemissionen, die durch Kompensationsmechanismen ausgeglichen werden. Die Bruttoemissionen umfassen alle relevanten Emissionen in allen erfassten Sektoren, ohne Berücksichtigung von Treibhausgasemissionsminderungen durch Kohlenstoffsenken und Emissionsgutschriften. Die Nettoemissionen werden berechnet, indem von den Bruttoemissionen die Treibhausgasemissionsminderungen aus Kohlenstoffsenken und Emissionsgutschriften aus Projekten außerhalb der Grenzen des Treibhausgasinventars der Stadt abgezogen und die Treibhausgasemissionen aus verkauften Emissionsgutschriften innerhalb der Grenzen des Treibhausgasinventars der Stadt hinzugerechnet werden.“

(Europäische Kommission 2021b, S. 25)

Die getrennte Berichterstattung über Brutto- und Nettoemissionen soll Transparenz hinsichtlich der Restemissionen gewährleisten, die durch Ausgleichsmechanismen kompensiert werden. Transparenz in der Berichterstattung durch die Angabe der Brutto- und Nettoemissionen ist in diesem Zusammenhang wichtig. Die Mission folgt daher dem Grundsatz, ausreichende Fortschritte bei der Dekarbonisierung aller Sektoren zu erzielen und, wann immer möglich, die Integration in das städtische System zu nutzen, um den Fortschritt in Richtung Klimaneutralität voranzutreiben.

Bei der Entwicklung des Indikatorensatzes wurde diesem Prozess Rechnung getragen und es wurden entsprechende Indikatoren vorgeschlagen. Die teilnehmenden Städte müssen Brutto- und Nettoemissionen getrennt ausweisen, um Transparenz hinsichtlich der Restemissionen zu gewährleisten, die durch Ausgleichsmechanismen kompensiert werden.

2.7 Darstellung der Indikatoren

2.7.1 Darstellung der Indikatoren für direkten Nutzen und Nebennutzen – Abschnitte 3 und 4

In Bezug auf die Indikatoren für direkten Nutzen und Mitnutzen in den Abschnitten 3 und 4 dieses Berichts wird jeder Indikatorensatz (Teilbereich) durch eine einleitende Beschreibung des vorgeschlagenen Indikatorensatzes sowie durch die Begründung für dessen Auswahl ergänzt. Diese Beschreibungen tragen dazu bei, den Zweck der ausgewählten Indikatoren hervorzuheben und zu verdeutlichen, warum deren Anwendung einer Stadt helfen würde, ihren Weg zur Klimaneutralität selbst zu bewerten. Pro Teilbereichskategorie werden zudem Anwendungsbeispiele bereitgestellt, die veranschaulichen, wie die Indikatoren angewendet werden können.

Es sei ferner darauf hingewiesen, dass in Bezug auf die Indikatoren für Nebeneffekte suggestive positive Formulierungen aus den Indikatoren der Unterdomäne „Nebeneffekte“ entfernt wurden (Indikatorbezeichnungen), wie beispielsweise „verringerte“ Lärmbelastung und „erhöhte“ Verkehrssicherheit. Dies ist darauf zurückzuführen, dass wir bei der Verwendung von Indikatorensätzen zur Messung von Ergebnissen potenzielle unbeabsichtigte negative Auswirkungen berücksichtigen müssen. Die Indikatorensätze der Teilbereiche wurden durch Erläuterungen zu ihrer Relevanz im Hinblick auf das Ziel der NZC ergänzt, in denen dargelegt wird, warum davon ausgegangen wird, dass der Übergang einer Stadt zur Klimaneutralität positive Auswirkungen haben wird. Es ist jedoch zu beachten, dass auch unbeabsichtigte negative Auswirkungen möglich sind (im Hinblick auf *Co-Benefits*).

Die Tabellen mit den Indikatoren zur Wirkungsüberwachung sind unter den folgenden Überschriften/Kriterien gegliedert:

- Bezeichnung des Indikators
- Maßeinheit
- Erforderlich oder empfohlen
- Definition
- Quelle
- Berechnungsformel
- Emissionsumfang für Indikatoren im Zusammenhang mit Treibhausgasen



3 Überwachung direkter Vorteile

Der Zweck der Überwachung direkter Vorteile besteht darin, die potenzielle direkte Reduzierung der Treibhausgasemissionen als Folge der Umsetzung der CCC-Aktionspläne und -Initiativen zu erfassen. Wie bereits erwähnt, umfasst das Indikatorrahmenwerk sowohl „erforderliche“ als auch „empfohlene“ Indikatoren.

Der folgende Abschnitt enthält Informationen zu den Indikatorensätzen im Bereich der Treibhausgase. Das Indikatorrahmenwerk ist bestrebt, soweit möglich Synergien mit MyCovenant und CDP-ICLEI Track zu schaffen. Die in den folgenden Abschnitten vorgestellten und begründeten Indikatoren zu Treibhausgasemissionen berücksichtigen jedoch auch die im „Info Kit for Cities“ (Europäische Kommission, 2021b) definierten Sektoren im Hinblick auf die Definition der Klimaneutralität im Rahmen der Mission. Diese lauten wie folgt:

- Stationäre Energie
- Verkehr und Mobilität
- Abfall und Abwasser
- Industrieprozesse und Produktnutzung
- Land- und Forstwirtschaft sowie sonstige Landnutzung

Indikatoren werden zudem in den folgenden zusätzlichen Teilbereichen bereitgestellt:

- Energie
- Aus dem Netz bezogene Energie
- Kohlenstoffabscheidung und Restemissionen

3.1 Treibhausgasemissionen (THG)

3.1.1 Stationäre Energie

Emissionen aus stationären Energiequellen entstehen durch die Verbrennung von Brennstoffen sowie durch diffuse Emissionen, die bei der Bereitstellung, Erzeugung und Nutzung von Energie (z. B. Wärme und Strom) freigesetzt werden. Dazu gehören Emissionen aus der Verbrennung von Brennstoffen in Gebäuden und Industriebetrieben innerhalb der Stadt (Scope 1).

Emissionen aus dem Verbrauch von aus dem Netz bezogener Elektrizität, Wärme, Dampf und Kälte in der Stadt (Scope 2) können je nach verwendeter GHG-Bilanzierungsmethode ebenfalls hier berücksichtigt werden. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 4.1.7 „Aus dem Netz bezogene Energie“ und in Tabelle 7 „Aus dem Netz bezogene Energie“. Beachten Sie, dass Scope-3-Emissionen zwar berechnet werden können, für diesen Sektor jedoch als optional gelten.

3.1.1.1 Indikatorenset

Tabelle 1: Indikatorenset für stationäre Energie

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus stationärem Energieverbrauch	Energieverbrauch nach Brennstoff-/Energieart innerhalb der Stadtgrenzen
Maßeinheit	t CO ₂ -Äquivalent	MWh/Jahr
Erforderlich oder empfohlen	Erforderlich	Empfohlen
Definition	Treibhausgasemissionen (hauptsächlich CO ₂ -Emissionen) aus dem Betrieb von Gebäuden. (Dies ist eine vereinfachte Definition. Die unten aufgeführten Quellen enthalten den mehrstufigen Ansatz zur Berechnung dieses Indikators.)	Tatsächliche Verbrauchsdaten für jede Brennstoff- oder Energieart, aufgeschlüsselt nach Teilsektoren. Sind Daten nur für einen Teil der Gesamtzahl der Brennstofflieferanten verfügbar, ist die Grundgesamtheit (oder andere Indikatoren wie Industrieproduktion, Geschossfläche usw.) zu ermitteln, für die tatsächliche Daten vorliegen, um die Teildaten auf den gesamten stadtweiten Verbrauch hochzurechnen.
Quelle	GHG Protocol for Cities (2020) Ebenfalls berücksichtigt wurden: • IPCC (2006, 2019), • JRC-Infopaket für Städte (Europäische Kommission 2021b)	GHG Protocol for Cities (2020) Ebenfalls berücksichtigt wurden • IPCC (2006, 2019) • CCC-Aktionsplan A-1.1
Berechnungsformel	Die Basisemissionsdaten lassen sich ableiten aus „Brennstoffverbrauch pro Brennstoffart × Treibhausgasemissionen pro Brennstoffart“. Die Berechnungsmethodik ist im GHG Protocol for Cities (GPC) auf den Seiten 60–73 ausführlich beschrieben.	Berechnungsformeln für stationäre Energie aus dem „GHG Protocol for Cities“ (GPC) , Seiten 60–73.
Emissionsbereich für den Treibhausgas-Indikator	Scope 1, 2. Scope 3 kann berechnet werden, ist jedoch nicht verpflichtend.	Scope 1, 2

3.1.1.2 Anwendungsbeispiele

Treibhausgasemissionen aus stationären Energiequellen

Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen gilt folgende Formel:

Treibhausgasemissionen = Aktivitätsdaten × Emissionsfaktor

Das GHG Protocol [\[Referenz Seite 54\]](#) definiert Aktivitätsdaten als „quantitatives Maß für ein Aktivitätsniveau, das während eines bestimmten Zeitraums zu Treibhausgasemissionen führt (z. B. verbrauchte Gasmenge, zurückgelegte Kilometer, Tonnen an festen Abfällen, die auf Deponien entsorgt werden, usw.)“.

Ein Emissionsfaktor ist definiert als „ein Maß für die Masse der Treibhausgasemissionen im Verhältnis zu einer Aktivitäts-Einheit. Um beispielsweise die CO₂-Emissionen aus dem Stromverbrauch zu schätzen, werden die Daten zu den verbrauchten Kilowattstunden (kWh) Strom mit dem Emissionsfaktor (kg CO₂/kWh) für Strom multipliziert, der von der Technologie und der Art des zur Stromerzeugung verwendeten Brennstoffs abhängt.“

Zur Berechnung der Emissionen aus der stationären Energieversorgung stehen auf der GHG-Protocol-Plattform ein detaillierter [Leitfaden](#) (GHG Protocol Guidance, 2005) und ein begleitendes [Berechnungsarbeitsblatt](#) (GHG Protocol, 2015) zur Verfügung.

Brennstoffverbrennung innerhalb der Stadtgrenzen

Bei der Berechnung der Brennstoffverbrennung pro Teilsektor wird der Brennstoffverbrauch (Aktivitätsdaten) mit den entsprechenden Emissionsfaktoren für jeden Brennstoff, aufgeschlüsselt nach Gas, multipliziert. Je nach gewählter Einheit der Aktivitätsdaten sollten die entsprechenden Heizwertgrößen (unterer oder oberer Heizwert) ausgewählt werden. Es können die folgenden Gleichungen angewendet werden:

Equation 1: Calculation based method for CO₂ emissions

$E = A_{f,v} \cdot F_{c,v} \cdot F_{ox} \cdot (44/12)$ or $E = A_{f,m} \cdot F_{c,m} \cdot F_{ox} \cdot (44/12)$ or $E = A_{f,h} \cdot F_{c,h} \cdot F_{ox} \cdot (44/12)$	
Where,	
E =	Mass emissions of CO ₂ (short tons or metric tons)
$A_{f,v}$ =	Volume of fuel consumed (e.g., L, gallons, ft ³ , m ³)
$A_{f,m}$ =	Mass of fuel consumed (e.g., short tons or metric tons)
$A_{f,h}$ =	Heat content of fuel consumed (GJ or million Btu)
$F_{c,v}$ =	Carbon content of fuel on a volume basis (e.g., short tons C/gallon or metric tons C/m ³)
$F_{c,m}$ =	Carbon content of fuel on a mass basis (e.g., short tons C/short ton or metric tons C/metric ton)
$F_{c,h}$ =	Carbon content of fuel on a heating value basis (e.g., short tons C/million Btu or metric tons C/GJ)
F_{ox} =	Oxidation factor to account for fraction of carbon in fuel that remains as soot or ash
$(44/12)$ =	The ratio of the molecular weight of CO ₂ to that of carbon

Note: Activity data and carbon content factors should be in the same basis (i.e., volume, mass, or energy). For gaseous fuel quantities in terms of volume, care should be taken to ensure all data are on a consistent temperature and pressure basis.

Equation 2: Calculation of heat content of fuel consumed

$A_{f,h} = A_{f,v} H_v$ or $A_{f,h} = A_{f,m} H_m$	
Where,	
$A_{f,h}$ =	Heat content of fuel consumed (GJ or million Btu)
$A_{f,v}$ =	Volume of fuel consumed (e.g., L, gallons, ft ³ , m ³)
$A_{f,m}$ =	Mass of fuel consumed (e.g., short tons or metric tons)
H_v =	Calorific value (i.e., heat content) of fuel on a volume basis (e.g., million Btu/ft ³ or GJ/L)
H_m =	Calorific value (i.e., heat content) of fuel on a mass basis (e.g., million Btu/short ton or GJ/metric ton)

Note: For gaseous fuel quantities in terms of volume, care should be taken to ensure all data are on a consistent temperature and pressure basis.

Abbildung 2: Berechnungsmethoden für direkte Emissionen aus stationärer Verbrennung, Version 3.0. Quelle: GHG Protocol Guidance, 2005, S. 16).

Das GHG Protocol empfiehlt einen sechsstufigen Ansatz zur Erfassung der entsprechenden Daten; ein [Arbeitsblatt](#) zur Unterstützung der Berechnungen wurde bereitgestellt.

3.1.2 Verkehr und Mobilität

Verkehrsmittel und mobile Geräte, die Treibhausgasemissionen durch die direkte Verbrennung von Kraftstoff oder indirekt durch den Verbrauch von aus dem Stromnetz bezogenem Strom verursachen, gehören zu diesem Sektor. Dabei kann es sich um Emissionen aus dem innerstädtischen Verkehr (Scope 1), Emissionen aus dem in der Stadt für den Verkehr genutzten, aus dem Stromnetz bezogenen Strom (Scope 2) sowie um Emissionen aus grenzüberschreitenden Fahrten außerhalb der Stadt (Scope 3) handeln. Beispiele für zu berücksichtigende Verkehrsträger sind Schienenverkehr, Schifffahrt, Luftverkehr sowie Offroad- und Straßenverkehr. Der Zweck dieser Indikatoren besteht darin, einen Überblick über die verkehrs- und mobilitätsbezogenen Emissionen zu gewinnen, um zu verstehen, welche Verkehrsarten vermieden werden sollten, um die Emissionen der Stadt zu reduzieren. Beachten Sie, dass Scope-3-Emissionen zwar berechnet werden können, für diesen Sektor jedoch als optional gelten.

3.1.2.1 Indikatorensatz

Tabelle 2: Indikatorensatz für Verkehr und Mobilität

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr	Kraftstoff Verbrauch für den Verkehr innerhalb des Gebiets nach Kraftstoffart
Maßeinheit	t CO ₂ -Äquivalent	MJ/kg/kWh
Erforderlich oder empfohlen	Erforderlich	Empfohlen
Definition	Treibhausgasemissionen aus dem Betrieb von Fahrzeugen.	Emissionen pro Kraftstoffart, die beim Betrieb von Fahrzeugen entstehen.
Quelle	GHG Protocol for Cities (2020), S. 75–87.	GHG Protocol for Cities (2020)
Berechnungsformel	Die Berechnungsformeln für Verkehrsindikatoren finden sich im GHG Protocol for Cities (2020).	Berechnungsformeln für Verkehrsindikatoren aus dem GHG Protocol for Cities (GPC) , Seiten 75 bis 87.
Emissionsbereich für den Treibhausgasindikator	Scope 1 und 2. Scope 3 kann berechnet werden, ist jedoch nicht verpflichtend.	Scope 1

3.1.2.2 Anwendungsbeispiele

Treibhausgasemissionen aus dem Verkehrssektor

Um die Emissionen für den Verkehrs- und Mobilitätssektor berechnen zu können, bietet das GHG-Protokoll für Städte aufgrund unterschiedlicher Datenverfügbarkeit, bestehender Verkehrsmodelle und Inventarzwecke keine einheitliche Berechnungsmethode an. Eine der Methoden wird im Folgenden erläutert:

ASIF-Rahmenwerk

Das ASIF-Rahmenwerk nutzt das Verkehrsaufkommen, den Modalanteil, die Energieintensität der einzelnen Verkehrsträger, den Kraftstoff, den Fahrzeugtyp und den Kohlenstoffgehalt der einzelnen Kraftstoffe, um die Gesamtemissionen zu berechnen. Das Verkehrsaufkommen (A) wird üblicherweise anhand der VKT (zurückgelegte Fahrzeugkilometer) gemessen, die die Gesamtstrecke verschiedener Fahrten sowohl in Bezug auf die Anzahl als auch auf die Entfernung angibt. Der Verkehrsmittelanteil (S) beschreibt den Anteil der Fahrten, die mit verschiedenen Verkehrsmitteln (z. B. zu Fuß, mit dem Fahrrad, mit öffentlichen Verkehrsmitteln, mit Privatfahrzeugen) und Fahrzeugkategorien (z. B.

Motorräder, Pkw, Busse, Lkw). Die Energieintensität (I) pro Verkehrsmittel, oft vereinfacht als Energieverbrauch pro Fahrzeugkilometer bezeichnet, wird durch Fahrzeugtypen, Fahrzeugmerkmale (z. B. Auslastung oder Beladungsgrad, dargestellt als Fahrgäste pro Kilometer oder Tonnen Fracht pro Kilometer) und Fahrbedingungen (z. B. typischerweise dargestellt in Fahrzyklen, einer Reihe von Datenpunkten, die die Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitverlauf veranschaulichen) beeinflusst. Der Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffs, auch Kraftstofffaktor (F) genannt, wird in erster Linie durch die Zusammensetzung des lokalen Kraftstoffangebots bestimmt.

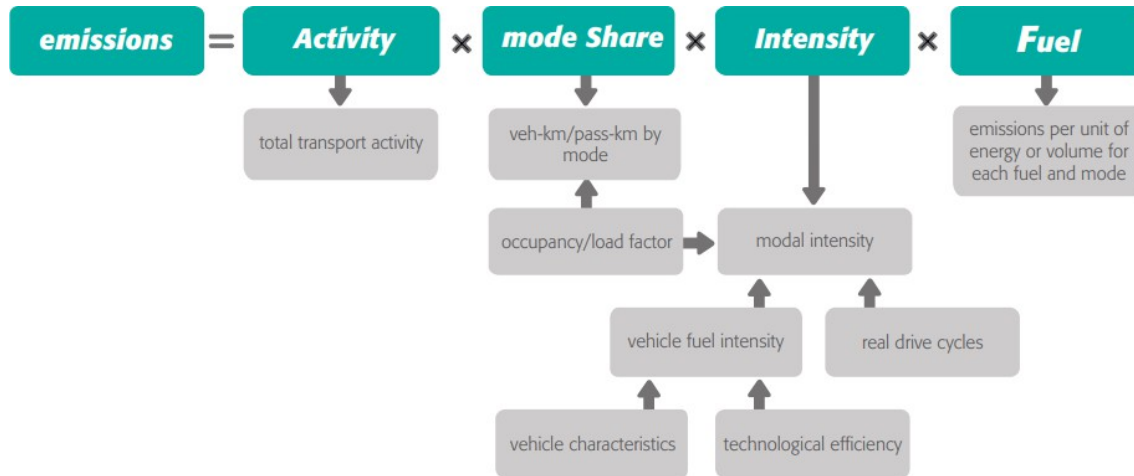


Abbildung 3: ASIF-Rahmenwerk (Quelle: Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories, S. 78)

Kraftstoffverbrauch für den Verkehr innerhalb der Stadtgrenzen nach Kraftstoffart

Der Kraftstoffverbrauch für den Verkehr innerhalb der Stadtgrenzen nach Kraftstoffart ist Bestandteil der obigen Gleichung, die die Berechnung der Gesamtemissionen aus der Kraftstoffverbrennung im Verkehr ermöglicht. Im Idealfall sollten Städte zunächst auf etwaige Verkehrsmodelle zurückgreifen, die von städtischen Verkehrsplanern entwickelt wurden. Liegt kein Verkehrsmodell vor, können Städte die Kraftstoffverkaufsmethode als Näherungswert für das Verkehrsaufkommen heranziehen. Die Menge des innerhalb der Stadtgrenzen verkauften Kraftstoffs lässt sich bei Tankstellen und/oder Kraftstoffhändlern sowie anhand von Kraftstoffumsatzsteuerbelegen und stadtweiten Kraftstoffstatistiken ermitteln.

3.1.3 Abfall und Abwasser

Der Sektor „Abfall und Abwasser“ bezieht sich auf Treibhausgasemissionen, die durch die Abfallentsorgung und -behandlung mittels aerober und anaerober Zersetzung entstehen. Dazu gehören Emissionen aus Abfall und Abwasser, die innerhalb der Stadtgrenzen behandelt werden (Scope 1), sowie Emissionen aus Abfall und Abwasser, die von der Stadt erzeugt, aber außerhalb der Stadt behandelt werden (Scope 3). Die drei unten aufgeführten Indikatoren umfassen Berechnungen gemäß den Vorgaben der GPC, wobei Abwasser eine Unterkategorie jeder der vorgestellten Methoden darstellen kann.

3.1.3.1 Indikatorensatz

Tabelle 3: Indikatorensatz für Abfall und Abwasser

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus Abfall	Masse der pro Art der Endbehandlung innerhalb der Stadtgrenzen verarbeiteten Abfälle	Masse der verarbeiteten Abfälle nach Art der Endbehandlung außerhalb der Stadtgrenzen
Maßeinheit	t CO ₂ -Äquivalent	t CO ₂ -Äquivalent	t CO ₂ -Äquivalent
Erforderlich oder empfohlen	Erforderlich	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Treibhausgasemissionen aus der Abfallbehandlung, Abfallverbrennung und Deponien	Je nach den innerhalb der Stadtgrenzen verfügbaren Entsorgungsmöglichkeiten kann die Stadt die Menge der Abfälle angeben, die den einzelnen Entsorgungsarten zugeführt wird.	Sind die Abfallarten oder die Entsorgungsarten für exportierte Abfälle unbekannt, kann ein einheitliches Gewicht für „exportierte gemischte Abfälle“ angegeben werden. Sind die Abfallarten und Entsorgungsarten bekannt, können alle Daten gemeldet werden.
Quelle	GHG Protokoll für Städte (2020) Ebenfalls berücksichtigt: • IPCC (2006, 2019), • JRC-Infopaket für Städte (Europäische Kommission 2021b)	GHG Protocol for Cities (2020)	GHG Protocol for Cities (2020)
Berechnungsformel	Abfallmenge pro Art der End-of-Life-Behandlung (EoL) × Emissionsfaktoren pro EoL-Methoden für verschiedene Abfallarten sind im GPC auf den Seiten 89–107 definiert	Detaillierte Berechnung und Ermittlungs-Methodik im GPC, Seiten 89–107 , beschrieben	Detaillierte Berechnungs- und Abgrenzungs-Methodik beschrieben im GPC, Seiten 89–107
Emissionsumfang für den Treibhausgas-Indikator	Scope 1 und 3	Scope 1	Scope 3

3.1.3.2 Anwendungsbeispiele

Masse des verarbeiteten Abfalls nach Art der End-of-Life-Behandlung innerhalb der Stadtgrenzen

Eine Stadt kann diesen Indikator nutzen, um die Fortschritte ihres Abfallsektors zu überwachen, indem sie eine Matrix erstellt, in der Abfallarten den verschiedenen Entsorgungsarten zugeordnet werden. Neben der Darstellung der allgemeinen Veränderungen bei den Emissionen aus dem Abfallsektor besteht der Vorteil der mehrjährigen Pflege dieser Matrix darin, die Verlagerung von Abfällen von einer geringwertigen Verwertung bzw. emissionsintensiven End-of-Life-Behandlung hin zu einer hochwertigeren Verwertung bzw. emissionsarmen Behandlung nachzuverfolgen. Dies kann Städten zudem dabei helfen, Datenlücken sowie Nebeneffekte wie Ressourceneffizienz, Materialkreislaufwirtschaft und gesundheitliche Vorteile für die Bevölkerung durch sicherere Sammelverfahren zu erfassen.

Die Matrix sollte idealerweise Arten von Siedlungsabfällen (MSW), Industrieabfällen sowie Abwasser und Klärschlamm umfassen (sofern diese nicht bereits in anderen Abfallarten enthalten sind). Für die Endbehandlungsverfahren kann die Matrix alle in der Stadt verfügbaren Verfahren umfassen, wie Deponierung, Verbrennung, energetische Verwertung, Kompostierung, Recycling usw. Das IPCC stellt [„Arbeitsblätter zum Abfallmodell“](#) (in Kapitel 3) mit vorab ausgefüllten Schätzungen zur Abfallaufteilung zur Verfügung, die verwendet werden können, wenn nur wenige lokale Daten vorliegen.

Masse des pro Entsorgungsart außerhalb der Stadtgrenzen verarbeiteten Abfalls

Städte, die über Informationen zur Gesamtmenge des zur Behandlung exportierten Abfalls verfügen, können die Gesamtmenge in Gewicht angeben. Um das Verständnis der Scope-3-Emissionen aus der Abfallwirtschaft zu verbessern, sollte der exportierte Abfall nach den folgenden vier Datenpunkten aufgeschlüsselt werden:

- Abfallart
- Gewicht jeder Abfallart
- Ort der Endbehandlung (die Länderebene kann als Basisinformation dienen, die Transportentfernung vom Ursprungsort für fortgeschrittene Berechnungen)
- Art der End-of-Life-Behandlung am Ort der Behandlung (sofern bekannt)

3.1.4 Industrielle Prozesse und Produktnutzung (IPPU)

Die Treibhausgasemissionen aus dem IPPU-Sektor entstehen durch industrielle Prozesse, die Produktnutzung und die nicht energetische Nutzung fossiler Brennstoffe. Dazu gehören Emissionen aus industriellen Prozessen und der Produktnutzung, die innerhalb der Stadt (Scope 1) und außerhalb der Stadtgrenzen (Scope 3) stattfinden. Beispiele hierfür sind die Zement-, Kalk- und Glasherstellung. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die IPPU-Emissionsberichterstattung für Städte im Rahmen dieser Mission Emissionen im Zusammenhang mit dem Emissionshandelssystem (ETS) ausschließt, wie im JRC-Info-Kit für Städte (Europäische Kommission 2021b) dargelegt. Dies liegt daran, dass Kommunen nur sehr begrenzten Einfluss auf deren Betrieb haben und es hierfür ein spezielles EU-Verfahren gibt. Es hat daher keine Auswirkungen auf die unten beschriebenen Indikatoren, kann jedoch die Eingabedaten beeinflussen. Beachten Sie, dass Scope-3-Emissionen berechnet werden können, für diesen Sektor jedoch als optional gelten.

3.1.4.1 Indikatorenansatz

Tabelle 4: Indikatorenansatz „Industrielle Prozesse und Produktnutzung“ (IPPU)

Indikatorbezeichnung	Treibhausgasemissionen aus IPPU	Emissionspotenzial pro Einheit des Inputs/Outputs für industrielle Prozesse innerhalb der Stadtgrenzen	Emissionen aus der nicht-energetischen Produktnutzung
Einheit n Messung	t CO ₂ -Äquivalent	CO ₂ -Äquivalent pro kg Produktion	t CO ₂ -Äquivalent
Erforderlich der empfohlen	Erforderlich	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Treibhausgasemissionen aus industriellen Prozessen und der Produktnutzung innerhalb der Stadtgrenzen.	Die Kohlenstoffintensität der in der Stadt hergestellten Produkte. Diese wird anhand der Treibhausgasemissionen aus industriellen Prozessen definiert, zu denen die Herstellung und Nutzung von mineralischen Produkten (z. B. Zement, Kalk, Glas), Chemikalien (anorganische und organische) sowie Metallen gehören können.	Treibhausgasemissionen aus der industriellen Produktnutzung, darunter unter anderem: die Verwendung von Schmierstoffen und Paraffinwachsen in Nicht-Energieprodukten, FC-Gase in der Elektronikproduktion sowie fluorierte Gase, die als Ersatz für ozonschädigende Stoffe eingesetzt werden.
Quelle	IPCC (2006, 2019) Ebenfalls basierend auf: - GHG Protocol for Cities (2020), - JRC-Infokit für Städte (Europäische Kommission 2021b)	IPCC (2006, 2019) Weitere Informationen: GHG Protocol for Cities (2020)	IPCC (2006, 2019) und GHG-Protokoll für Städte (2020)
Berechnungsformel	Berechnungsmethodik Berechnungsmethodik für den IPPU-Sektor lautet	Die detaillierte Berechnungs- und Abgrenzungsmethodik sind im GPC auf Seite	Die detaillierte Berechnungs- ist im GPC, Gleichung 9.5 , beschrieben.

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus IPPU	Emissionspotenzial pro Einheit des Inputs/Outputs für industrielle Prozesse innerhalb der Stadtgrenzen	Emissionen aus der nicht-energetischen Produktnutzung
	ausführlich beschrieben in: IPCC 2014, „Mitigation of Climate Change“, Kapitel 10, Seite 746 . Die Berechnungs- und Erfassungsmethodik auf Stadtebene ist in GPC ab Seite 109 beschrieben.	ab Seite 109. Emissionsfaktoren pro Material finden sich in den „IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare“ von 2006, Band 3 .	In Anlehnung an die „IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare“ von 2006, Kapitel 3 . Emissionsfaktoren finden sich in der IPCC-Emissionsfaktordatenbank (EFDB) .
Emissionsumfang für den Treibhausgas-Indikator	Scope 1. Berechnungen für Scope 3 (nicht verpflichtend) können ebenfalls angewendet werden, wenn ein verbrauchsbasierter Ansatz gewählt wird, der alle importierten Produkte und deren Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg einbeziehen kann.	Scope 1. Berechnungen für Scope 3 (nicht verpflichtend) können ebenfalls angewendet werden, wenn ein verbrauchsbasierter Ansatz gewählt wird, der alle importierten Produkte und deren Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg einbeziehen kann.	Scope 1. Berechnungen für Scope 3 (nicht verpflichtend) können ebenfalls angewendet werden, wenn ein verbrauchsbasierter Ansatz gewählt wird, der alle importierten Produkte und deren Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg einbeziehen kann.

3.1.4.2 Anwendungsbeispiele

Emissionen aus industriellen Prozessen

Emissionen aus industriellen Prozessen umfassen alle Produktionsaktivitäten innerhalb der Stadtgrenzen (Scope 1), einschließlich der Herstellung von mineralischen Produkten (z. B. Zement, Kalk, Glas), Chemikalien (anorganisch und organisch) und Metallen.

Befindet sich beispielsweise ein Zementwerk auf dem Gebiet einer Stadt, müssen auf Werksebene mehrere Datenpunkte erfasst werden, um einen vollständigen Überblick über die Emissionskomponenten zu erhalten, die dann mit den entsprechenden Emissionsfaktoren multipliziert werden, um die Gesamtemissionen aus der Zementproduktion zu ermitteln. Dazu gehören die Menge des produzierten Klinkers (t), der aus dem Klinker austretende Staub (t), der Kalzinierungsgrad des Klinkers (%), der Gehalt an organischem Kohlenstoff in den Rohstoffen (%), sowie der Brennstoffverbrauch an konventionellen Brennstoffen, alternativen Brennstoffen, Biomassebrennstoffen und Brennstoffen, die nicht im Brennofen verwendet werden. Städte können verschiedene vorhandene Tools und Software zur Bestandsaufnahme nutzen, um die Berechnung der Emissionen zu unterstützen, wie beispielsweise [CIRIS](#) oder die [GPC-Berechnungstools](#) und Leitfäden ([zementspezifisches Arbeitsblatt und Leitfaden sind hier verfügbar](#)). Jede Änderung der Mengen und/oder Emissionsfaktoren führt zu einer Änderung der Gesamtemissionen des Werks.

Emissionspotenzial pro Einheit von Input/Output für industrielle Prozesse innerhalb der Stadtgrenzen

Emissionspotenzial pro Einheit von Input/Output für industrielle Prozesse innerhalb der Stadtgrenzen – als Indikator misst dieser Wert die Kohlenstoffintensität eines in der Stadt hergestellten Produkts. Wenn beispielsweise die Zementindustrie der Stadt in einem Jahr 10 Mt Zement produziert und die mit der Produktion verbundenen Emissionen 9 t CO₂-Äquivalent betragen, dann beträgt die Kohlenstoffintensität des Zements:

Kohlenstoffintensität des Produkts = Gesamtemissionen /

Gesamtproduktion Was in diesem Beispiel 9 t CO₂-Äquivalent / 10 t = 0,9

betragen würde. Emissionen aus der nicht-energetischen Produktnutzung

Emissionen aus der nicht-energetischen Produktnutzung sind ein Teilbereich der gesamten IPPU-Emissionen. In vielen Städten mag dies eine minimale Emissionsquelle sein, doch in industriellastigen Städten haben diese Emissionen erhebliche Auswirkungen.



Beispielsweise kann die Verwendung von Lösungsmitteln, die unter Einsatz fossiler Brennstoffe als Ausgangsstoffe hergestellt werden, zu Verdunstungsemissionen verschiedener nicht-methanhaltiger flüchtiger organischer Verbindungen (NMVOC) führen, die anschließend in der Atmosphäre weiter oxidiert werden. Als Lösungsmittel verwendete fossile Brennstoffe sind insbesondere Testbenzin und Kerosin (Paraffinöl), die vorwiegend in der Lackindustrie zum Einsatz kommen. Die Emissionsberechnung für diesen Fall lautet:

Emissionen = Lösungsmittelverbrauch (kg) × Emissionsfaktor

Der Lösungsmittelverbrauch in Städten wird häufig anhand des Gesamtabsatzvolumens der einzelnen Branchen gemessen. Emissionsfaktoren für den nicht energetischen Produktverbrauch werden oft auf nationaler Ebene festgelegt, wenn keine detaillierten Daten zu den Produkten vorliegen. Für europäische Länder finden sich die aktuellsten Emissionsfaktoren im [EMEP-EEA-Leitfaden zum Emissionsinventar von Luftschadstoffen aus dem Jahr 2019](#).

3.1.5 Land- und Forstwirtschaft sowie sonstige Landnutzung (AFOLU)

Der AFOLU-Sektor verursacht Treibhausgasemissionen beispielsweise durch die Bewirtschaftung von Wäldern und anderen Flächen, durch Methan, das bei den Verdauungsprozessen von Nutztieren entsteht, sowie durch Landnutzungsänderungen, die die Zusammensetzung der Vegetation und des Bodens verändern. Für Scope 1 betrifft dies Emissionen innerhalb der Stadtgrenzen, die durch landwirtschaftliche Aktivitäten und Landnutzung innerhalb der Stadtgrenzen entstehen. Scope 2 ist hier nicht anwendbar, während Scope 3 Emissionen außerhalb der Stadtgrenzen abdeckt, die durch Landnutzungsaktivitäten außerhalb der Stadt entstehen.

3.1.5.1 Indikatorensatz

Tabelle 5: Indikatorensatz für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und sonstige Landnutzung (AFOLU)

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus AFOLU	Jährliche Nettoveränderungsrate der Kohlenstoffvorräte pro Hektar Land
Einheit Messung	t CO ₂ -Äquivalent	t CO ₂ /ha
Erforderlich oder empfohlen	Erforderlich	Empfohlen
Definition	Die IPCC-Leitlinien unterteilen die Emissionsaktivitäten des AFOLU-Sektors in drei Kategorien: Viehhaltung, Land, aggregierte Quellen und nicht-CO₂-Emissionsquellen an Land. Die Summe dieser Emissionen ergibt die sektoralen Emissionen. Dazu muss ermittelt werden, welche Kategorien des AFOLU-Sektors für Berichtszwecke relevant sind. Städte sollten beachten, dass bei der Einbeziehung einer Emissionsquelle bzw. -senke in den CCC-Aktionsplan (sei es zur Emissionsminderung oder zum Emissionsausgleich) sowohl positive als auch negative Emissionen erfasst und überwacht werden müssen.	Der IPCC unterteilt die Landnutzung in sechs Kategorien: Waldflächen, Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungsflächen und Sonstiges. Eine weitere Präzisierung der einzelnen Landnutzungskategorien kann auf der Grundlage nationaler oder lokaler Definitionen erfolgen. Die Verwendung nationaler Definitionen für Landnutzungskategorien fördert die Übereinstimmung mit dem nationalen Treibhausgasinventar, während lokale Definitionen für bestimmte politische Maßnahmen und Initiativen auf lokaler Ebene möglicherweise relevanter sind.
Quelle	GHG Protocol for Cities (2020) Ebenfalls herangezogen: • IPCC (2006, 2019), • JRC-Infokit für Städte (Europäische Kommission 2021b)	IPCC (2006, 2019) sowie GHG Protocol for Cities (2020GPC)
Berechnungsformel	Die detaillierte Berechnungs- und Erfassungsmethodik ist auf den Seiten 121–137 des GPC beschrieben	Die detaillierte Berechnungs- und Erfassungsmethodik ist im GPC auf den Seiten 121–137 beschrieben; Schätzungen zu Veränderungen der Kohlenstoffvorräte können auch aus den IPCC-Leitlinien von 2006, Band 4, Kapitel 2, den GPC-Ergänzungsleitlinien für Wälder und Bäume sowie der IPCC-Überarbeitung von 2019, Abschnitt 4, abgeleitet werden.

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus AFOLU	Jährliche Nettoveränderungsrate der Kohlenstoffvorräte pro Hektar Land
Emissionsumfang für den Treibhausgasindikator	Geltungsbereich 1. Geltungsbereich 3 kann in die Berechnungen einbezogen werden, wenn Emissionen aus importierten landwirtschaftlichen Erzeugnissen und tierischen Produkten unter Verwendung eines verbrauchsorientierten Ansatzes berücksichtigt werden.	Geltungsbereich 1

3.1.5.2 Anwendungsbeispiele

Jährliche Nettoveränderungsrate der Kohlenstoffvorräte pro Hektar Land

In einigen Städten, in denen es keine messbaren landwirtschaftlichen Aktivitäten oder relativ wenig Wald/Vegetation innerhalb der Stadtgrenzen gibt, gibt es möglicherweise keine nennenswerten Quellen für AFOLU-Emissionen. Andere Städte verfügen möglicherweise über bedeutende landwirtschaftliche Aktivitäten oder umfangreiche Anbauflächen, Wälder, Grünland, Feuchtgebiete oder städtische Baumbestände, die zu Treibhausgasemissionen oder -entnahmen führen.

Das IPCC stellt [Arbeitsblätter zur Berechnung der Veränderung der Kohlenstoffvorräte](#), vordefinierte Emissionsfaktoren für jede Landnutzungsart für den Fall, dass lokale Faktoren nicht bekannt sind, sowie [Leitlinien](#) zur Bewertung der Veränderung der Kohlenstoffvorräte bereit, die sich aus jeder Umwandlung zwischen zwei verschiedenen Landnutzungsarten ergibt. Der gewählte Ansatz hängt von der ursprünglichen Landnutzung und der beabsichtigten endgültigen Landnutzung ab,

Je nach Umfang der bekannten Informationen über die Landnutzung und die Nutzungsänderung stehen verschiedene Berechnungsmethoden zur Verfügung. So kann beispielsweise die grundlegende Berechnung des Kohlenstoffvorrats sogar dann durchgeführt werden, wenn lediglich die Gesamtflächenänderung jeder einzelnen Landnutzungskategorie bekannt ist, jedoch keine Informationen darüber vorliegen, welche Landnutzung in welche andere Landnutzung umgewandelt wurde. Bei komplexeren Berechnungen können einzelne Landnutzungsänderungen vom ursprünglichen Nutzungszustand zum aktuellen Nutzungszustand pro Parzelle innerhalb des Untersuchungsgebiets berücksichtigt werden, einschließlich Details zu den betrachteten Schichten.

Das IPCC stellt [Arbeitsblätter zur Berechnung der Kohlenstoffbestandsveränderung](#), vordefinierte Emissionsfaktoren für jede Landnutzungsart für den Fall, dass lokale Faktoren nicht bekannt sind, sowie [Leitlinien](#) zur Bewertung der Kohlenstoffbestandsveränderung bereit, die sich aus jeder Umwandlung zwischen zwei verschiedenen Landnutzungsarten ergibt.

3.1.6 Energieerzeugung

Im Hinblick auf die Steigerung der lokalen Erzeugung erneuerbarer Energien hat die Förderung erneuerbarer Energiequellen aus Gründen wie der Sicherheit und Diversifizierung der Energieversorgung sowie des Umweltschutzes hohe Priorität für eine nachhaltige Entwicklung (ISO/DIS 37120, 2013). Der Anteil der Erzeugung erneuerbarer Energien an sich gibt Aufschluss über den Selbstverbrauchsanteil lokal erzeugter Energie, der ein Indikator für das Flexibilitätspotenzial des lokalen Energiesystems ist.

Erneuerbare Energien umfassen sowohl verbrennbare als auch nicht verbrennbare erneuerbare Energien (ISO/DIS 37120, 2013). Zu den nicht verbrennbaren erneuerbaren Energien zählen Geothermie, Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft, Gezeiten- und Wellenenergie. Bei der Geothermie entspricht die Energiemenge der Enthalpie der in den Prozess eintretenden geothermischen Wärme. Bei Solar-, Wind-, Wasser-, Gezeiten- und Wellenenergie entsprechen die in die Stromerzeugung einfließenden Mengen der erzeugten elektrischen Energie. Zu den brennbaren erneuerbaren Energien zählen Biomasse (Brennholz, pflanzliche Abfälle, Ethanol) und tierische Produkte (tierische Materialien/Abfälle und Sulfitaugen). Siedlungsabfälle (Abfälle aus dem privaten, gewerblichen und öffentlichen Sektor, die von den Kommunalbehörden gesammelt und an einem zentralen Ort zur Erzeugung von Wärme und/oder Strom entsorgt werden) sowie Industrieabfälle gelten nicht als erneuerbare Energiequelle.

Darüber hinaus gibt der Grad der Energieautonomie Aufschluss darüber, wie widerstandsfähig Städte in Bezug auf die Energieerzeugung sind und inwieweit sie zur Deckung ihres Energiebedarfs auf Energieimporte angewiesen sind. Der unten dargestellte Indikator soll verdeutlichen, wie energieautonom eine Stadt ist. Der Grad der Energieautonomie ist wichtig, da Fragen der Energiesicherheit, der Energieversorgung und von Preisschocks erhebliche negative Auswirkungen auf die wirtschaftlichen Aktivitäten und die öffentlichen Finanzen in Europa haben können.

3.1.6.1 Indikatorenansatz

Tabelle 6: Energieindikatorenansatz

Bezeichnung des Indikators	Lokale Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen	Energieautarkie ¹
Maßeinheit	MWh	%
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Jährliche lokale Erzeugung erneuerbarer Energien. Es lässt sich ableiten, dass dieser Indikator nützlich sein wird, um die Auswirkungen der Errichtung und des Betriebs von Projekten im Bereich erneuerbarer Energien im Zeitverlauf zu verfolgen. Er ermöglicht die Analyse der Situation vor und nach der Errichtung und dem Betrieb von Projekten im Bereich erneuerbarer Energien (bzw. als Differenz zwischen der jährlichen Erzeugung erneuerbarer Energien im Zusammenhang mit dem Projekt und dem BAU-Szenario). Es ist möglich, den jährlichen Gesamtenergieverbrauch im Vergleich zu einem	Der Indikator verdeutlicht, ob die lokal verfügbare Energie ausreicht, um den lokalen Energiebedarf zu decken, und damit, ob die Stadt energieautark ist oder nicht.

¹ Es ist zu beachten, dass dieser Indikator als Indikator für Nebeneffekte und nicht als Indikator für direkten Nutzen betrachtet wird, jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit und um die energiebezogenen Indikatoren nicht aufzuteilen, in diesen Abschnitt aufgenommen wurde.

Bezeichnung des Indikators	Lokale Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen	Energieautarkie ¹
	vorherige Basislinie oder Bestandsaufnahme und multiplizieren Sie diese dann mit 100, um die Differenz/das Ergebnis als Prozentsatz auszudrücken.	
Quelle	Basierend auf Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .	Basierend auf Martinopoulos G., Nikolopoulos N., Angelakoglou K., Giourka P., (2021) <i>D2.1 Response KPI Framework, Integrated Solutions for Positive Energy and Resilient Cities</i> .
Berechnungsformel	Die jährliche lokale Erzeugung erneuerbarer Energien wird berechnet, indem die gesamte Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien innerhalb der Stadt in einem bestimmten Jahr erfasst wird. Relevante Einheitenumrechnungen sind: 1 J = 1 Ws; 1 kWh = 3.600.000 J; und 1 TOE = 41,868 GJ, 11.630 kWh oder 11,63 MWh (ITU-T L.1430: 2013)	Lokal verfügbare Energie / Gesamtverbrauch × 100/1

3.1.6.2 Anwendungsbeispiele

Lokale Erzeugung erneuerbarer Energie

Ein Vorteil dieses Indikators besteht darin, dass er einen Vergleich der Erzeugung erneuerbarer Energien im Zeitverlauf ermöglicht. Beträgt beispielsweise die aktuelle lokale Erzeugung erneuerbarer Energien 50 MWh/50.000 kWh und wird eine neue große Windkraftanlage installiert, die 5 MWh/5.000 kWh erzeugen kann, würde die Berechnung des prozentualen Anstiegs wie folgt erfolgen:

$$5.000 \text{ kWh (Installation der neuen Windkraftanlage)} / 50.000 \text{ kWh (bestehende Erzeugung erneuerbarer Energien)} = 0,10 \\ * 100 = 10 \%$$

Oder eine Steigerung der lokalen Erzeugung erneuerbarer Energien um 10 % im Vergleich zum Ausgangswert bzw. BAU-Szenario von 50.000 kWh.

Energieautarkie

Energieautonomie wird als Nebennutzen betrachtet.

Nehmen wir einen hypothetischen Fall an: Wenn die verfügbare Bruttoenergie einer Stadt 100 MW beträgt, der lokale Energiebedarf jedoch 150 MW, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$150 \text{ MW} - 100 \text{ MW} = 50 \text{ MW}$$

$$50 \text{ MW} / 150 \text{ MW} = 0,3333333333 * 100 = 33 \%$$

Daher beträgt die Energieautonomie der Stadt 66 %, da 33 % importiert oder auf andere Weise beschafft werden müssen.

3.1.7 Aus dem Netz bezogene Energie

Dieser Indikatorensatz wurde entwickelt, um alle Treibhausgasemissionen zu erfassen, die durch die Nutzung und den Verbrauch von aus dem Stromnetz bezogener Energie innerhalb der Stadtgrenzen entstehen. Mit anderen Worten: Der Zweck dieser Indikatoren besteht darin, einen Überblick über den Verbrauch von Energie zu gewinnen, die außerhalb der Stadtgrenzen erzeugt, aber innerhalb der Stadtgrenzen genutzt wird.

In einigen Fällen kann aus dem Netz bezogene Energie als Teil der stationären Energie im Rahmen von Scope 2 betrachtet werden. Der hier vorgelegte Vorschlag zielt jedoch auf Klarheit und Transparenz bei der Bilanzierung ab. Daher sieht dieser Indikatorensatz vor, die Emissionen der aus dem Netz bezogenen Energie zu berücksichtigen, die innerhalb der Stadtgrenzen verbraucht wird, wobei die Energie selbst an einem anderen Ort außerhalb der Stadtgrenzen erzeugt wurde. Für ein detailliertes Verständnis des Zusammenhangs zwischen stationärer Energie und aus dem Stromnetz bezogener Energie können Leser [IPCC 014 „Energy Systems“](#), [Abbildung 7.1](#), GPC, Seiten 60–61 sowie Deliverable D2.5, Anhang B 5 (Singh, A. et al., 2023) einsehen.

Es ist zu beachten, dass der unten aufgeführte Indikator für aus dem Stromnetz bezogene Energie möglicherweise nicht geeignet ist, falls die Methodik des Emissionsinventars einer Stadt die Emissionen aus dem Stromnetz als Teil der Berechnung der stationären Energie berücksichtigt, um Doppelzählungen zu vermeiden.

3.1.7.1 Indikatorensatz

Tabelle 7: Indikatorensatz für aus dem Netz bezogene Energie

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus netzgespeister Energie	Netzspezifischer Emissionsfaktor	Übertragungs- und Verteilungsverlustfaktor für aus dem Netz bezogene Energie
Einheit der Maßeinheit	t CO ₂ -Äquivalent	t CO ₂ -Äquivalent/MWh	%
Erforderlich oder empfohlen	Erforderlich ²	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Treibhausgasemissionen, die infolge der Nutzung von aus dem Netz bezogener Elektrizität, Wärme, Dampf und/oder Kälte innerhalb der Stadtgrenzen entstehen	Treibhausgasemissionen in Masse pro Einheit aus dem Netz gelieferter Energie	Durchschnittliche Verlustrate des Netzes und übertragene Energiemenge. Dazu gehören Verluste bei der Erzeugung (vorgelagerte Aktivitäten und Verbrennung) von Strom, Dampf, Wärme und Kälte, die in einem vom Endverbraucher gemeldeten Übertragungs- und Verteilungsnetz (T&D) verbraucht (d. h. verloren) werden. Lokale Netzverlustfaktoren werden in der Regel von lokalen Versorgungsunternehmen oder in behördlichen Veröffentlichungen bereitgestellt.
Quelle	GHG Protocol for Cities (2020)	GHG Protocol for Cities (2020)	GHG Protocol for Cities (2020) Ebenfalls berücksichtigt:

² Beachten Sie, dass einige Methoden zur Treibhausgasbilanzierung die Erzeugung von Energie für netzgebundenen Strom, Dampf, Wärme und Kälte im Bereich der stationären Energieversorgung berücksichtigen. Ist dies bei einer bestimmten Stadt der Fall, ist dieser Indikator möglicherweise nicht anwendbar, um Doppelzählungen zu vermeiden.

Bezeichnung des Indikators	Treibhausgasemissionen aus netzgespeister Energie	Netzspezifischer Emissionsfaktor	Übertragungs- und Verteilungsverlustfaktor für netzgespeiste Energie
	Weitere Informationen: • IPCC (2006, 2019), • JRC-Infokit für Städte (Europäische Kommission 2021b)	Weitere Quellen: • IPCC (2006, 2019),	• IPCC (2006, 2019),
Berechnungsformel	Die detaillierte Berechnungs- und Erfassungsmethodik ist auf den Seiten 56–75 des GPC beschrieben.	Die detaillierte Berechnungs- und Erfassungsmethodik ist auf den Seiten 56–75 des GPC beschrieben.	Übertragungs- und Verteilungsverluste (%) = $\frac{\text{Energieeinsatz in Kraftwerken (kWh)} - \text{dem Verbraucher in Rechnung gestellte Energie (kWh)}}{\text{Energieeinsatz (kWh)}} \times 100$ Die detaillierte Methodik zur Festlegung des Erfassungsbereichs ist im GPC-Standard auf den Seiten 56–75 für verschiedene Sektoren beschrieben; spezifischere Berechnungen finden sich in den GPC-Leitlinien zu Scope 3, u. a. auf den Seiten 44–45. Übertragungs- und Verteilungsverluste variieren je nach Standort; siehe die „World Development Indicators“ (WDI) der Weltbank für einen Überblick über die nationalen Übertragungs- und Verteilungsverluste als Prozentsatz der Erzeugung, siehe: http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS
Emissionsbereich für den Treibhausgas-Indikator	Scope 2	Scope 2	Scope 3

3.1.7.2 Anwendungsbeispiele

Aus dem Netz bezogene Energie

Treibhausgasemissionen (tCO₂) = Stromverbrauch (MWh) × Treibhausgas-Emissionsfaktor (tCO₂/MWh)

Es können Emissionsfaktoren verwendet werden, die auf den GPC-, IPCC- und CRF-Methoden basieren, sowie nationale Emissionsfaktoren. Wie jedoch bereits in Abschnitt 2.6 dieses Berichts beschrieben, ist die Verwendung eines lokalen Netzfaktors, der auf dem spezifischen Energiemix auf Stadtebene basiert, den jährlichen nationalen Netzfaktoren vorzuziehen. Das „Infokit for Cities“ (Abschnitt 4.2.1) (Europäische Kommission 2021b) geht näher auf mögliche Ansätze für die Datenerhebung und Berechnungen ein.



Verteilungs- und Übertragungsverluste

Eine vollständige Beschreibung der nicht in Scope 1 oder Scope 2 enthaltenen Brennstoff- und energiebezogenen Aktivitäten findet sich im [GHG-Protokoll für Scope-3-Emissionen](#). Ein vollständiger Anwendungsfall sowie eine Berechnung der Emissionen aus Übertragungs- und Verteilungsverlusten sind auf den Seiten 44–45 aufgeführt.

CO₂e-Emissionen aus Energie (Erzeugung von Strom, Dampf, Wärme und Kälte, die in einem Übertragungs- und Verteilungsnetz verbraucht (d. h. verloren) werden) = Summe über Anbieter, Regionen oder Länder:

$$\begin{aligned} & \sum (\text{verbrauchte Strommenge (kWh)} \times \text{Emissionsfaktor für den Lebenszyklus von Strom ((kg CO}_2\text{e)/kWh)} \times \\ & \text{Übertragungs- und Verteilungsverlustquote (\%)} + (\text{verbrauchte Dampfmenge (kWh)} \times \text{Emissionsfaktor für den} \\ & \text{Lebenszyklus von Dampf ((kg CO}_2\text{e)/kWh)} \times \text{Übertragungs- und Verteilungsverlustquote (\%)})) \\ & + (\text{Wärmeverbrauch (kWh)} \times \text{Emissionsfaktor des Lebenszyklus von Wärme ((kg CO}_2\text{e)/kWh)} \times \text{Übertragungs- und} \\ & \text{Verteilungsverlustquote (\%)})) \\ & + (\text{Kühlungsverbrauch (kWh)} \times \text{Emissionsfaktor für den Lebenszyklus der Kühlung ((kg CO}_2\text{e)/kWh)} \times \text{Übertragungs- und} \\ & \text{Verteilungsverlustquote (\%)})) \end{aligned}$$

Durch Multiplikation des Gesamtverbrauchs für jede aus dem Netz bezogene Energieart (Aktivitätsdaten für Scope 2) mit dem entsprechenden Verlustfaktor ergeben sich die Aktivitätsdaten für Übertragungs- und Verteilungsverluste (T&D). Dieser Wert wird anschließend mit den durchschnittlichen Emissionsfaktoren des Netzes multipliziert.

3.1.8 Kohlenstoffentfernung und Restemissionen

Zwar müssen Städte alle Quellen von Treibhausgasemissionen so weit wie möglich reduzieren, doch wird anerkannt, dass es je nach den örtlichen Gegebenheiten bestimmte Emissionsquellen (z. B. bestimmte industrielle Prozesse) geben kann, die aufgrund technologischer oder finanzieller Einschränkungen bis 2030 nicht vollständig gemindert werden können. Folglich wird es in gewissem Umfang möglich sein, etwaige „Restemissionen“ zu kompensieren, um jene Emissionsquellen zu berücksichtigen, die nicht vollständig beseitigt werden können (Info-Kit für Städte, Europäische Kommission 2021b).

Kohlenstoffsinken sind definiert als alle (natürlichen oder technologischen) Reservoirs, die CO_2 direkt aus der Atmosphäre aufnehmen und speichern, was zu „negativen Emissionen“ führt. Kohlenstoffsinken, d. h. der Abbau durch natürliche und technologische Lösungen, innerhalb der Stadtgrenzen können zur Anrechnung etwaiger verbleibender Treibhausgasemissionen herangezogen werden. Es gibt zwei mögliche Optionen für Kohlenstoffsinken, die in den beiden empfohlenen Indikatoren berücksichtigt wurden, über die Städte hinsichtlich des Kohlenstoffabbaus Bericht erstatten können.

3.1.8.1 Indikatorensatz

Tabelle 8: Indikatorensatz für CO_2 -Abscheidung und Restemissionen

Bezeichnung des Indikators	Menge der dauerhaft gebundenen Treibhausgase innerhalb der Stadtgrenzen	Negative Emissionen durch natürliche Senken
Einheit der Messung	t CO_2 -Äquivalent	t CO_2 -Äquivalent
Erforderlichkeit der empfohlenen	Erforderlich	Erforderlich
Definition	Dieser Indikator unterstützt die Berichterstattung über die Kohlenstoffbindung durch „technologische Senken“, wie beispielsweise Technologien zur Energiegewinnung aus Biomasse mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BECCS) sowie zur direkten Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und -speicherung (DACCS). Dieser Indikator kann nur für Anwendungen im Rahmen von Kohlenstoffabscheidungsprojekten (CCP) angegeben werden, die zu einer dauerhaften Bindung des CO_2 führen (d. h. Einleitung in geologische Strukturen)	„Natürliche Senken“ beziehen sich auf das Pflanzen von Bäumen oder andere Änderungen der Landnutzung. Städte dürfen negative Emissionen durch die Vergrößerung oder Verbesserung natürlicher Senken innerhalb ihres Gebiets anrechnen, um Restemissionen auszugleichen (unter Berücksichtigung aller Veränderungen des Kohlenstoffbestands). Kohlenstoffsinken sollten als Teil des „AFOLU“-Sektors des Treibhausgasinventars erfasst werden und können als Fortschrittsindikator unabhängig überwacht werden, um negative Emissionen aufzuzeigen.
Quelle	Infokit für Städte (Europäische Kommission 2021b)	Infokit für Städte (Europäische Kommission 2021b)
Berechnungsformel	Direkte Berichterstattung aus Emissionszertifikatsprojekten (CCP) auf der Grundlage der C40-Leitlinien: C40 und NYC Mayor's Office of Sustainability, „Defining Carbon Neutrality for Cities and Managing Residual Emissions. Cities' perspective“, C40, 2019. Hier verfügbar.	Siehe Abschnitt zu den AFOLU-Indikatoren

Titel des Indikators	Menge der dauerhaft gebundenen Treibhausgase innerhalb der Stadtgrenzen	Negative Emissionen durch natürliche Senken
Emissionsumfang für den Treibhausgas-Indikator	Scope 1	Scope 1

3.1.8.2 Anwendungsbeispiele

Eine auf einer Fallstudie in Helsinki, Finnland, basierende Untersuchung ([Ariluoma et al., 2021](#)) nutzte Bepflanzungsinstrumente, um die aktuelle und potenzielle Lebenszyklus-Kohlenstoffspeicherung (CSS) des Untersuchungsgebiets zu bewerten. Die Ergebnisse zeigen, dass Bäume und die Beimischung von Biokohle in das Wachstumsmedium die CSS in städtischen Gebieten erheblich steigern können. Das CSS-Potenzial des Untersuchungsgebiets beträgt 520 kg CO₂ pro Einwohner über einen Zeitraum von 50 Jahren. Die zugesetzte Biokohle macht 65

% der Kapazität aus, die Biomasse der Bäume 35 %. Auf Stadtebene würde dies dazu führen, dass über einen Zeitraum von 50 Jahren 330.000 t CO₂ gebunden würden. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine grüne Stadtplanung stärker zur Eindämmung des Klimawandels beitragen könnte, indem sie neben der Gewährleistung günstiger Wachstumsbedingungen auch den Einsatz von Biokohle und das Pflanzen von Bäumen fördert.

4 Überwachung von Co-Benefits und/oder Co-Risiken

Im Rahmen der CCC-Aktionspläne (APs) und -Initiativen (IPs) sind Mitnutzen oder indirekte Auswirkungen die zusätzlichen Auswirkungen oder positiven Effekte, die untrennbar mit den direkten Auswirkungen, d.h. den Treibhausgasreduktionen, verbunden sind. Mitnutzen sollte die erwarteten kurz-, mittel- oder langfristigen Auswirkungen widerspiegeln, basierend auf den angestrebten Emissionsbereichen und dem von den Städten konzipierten Lösungsportfolio. Gleichzeitig könnten einige Klimaschutzmaßnahmen auch zu negativen Auswirkungen oder zu vermeidenden Kompromissen führen, mit anderen Worten zu „Mitrisiken“.

Die klare Identifizierung von Co-Benefits ist von entscheidender Bedeutung, um politische Unterstützung für den Übergang einer Stadt zur Klimaneutralität bis 2030 zu gewinnen. Der Nachweis, dass der Weg zur Klimaneutralität nicht nur der Umwelt zugutekommt, sondern auch positive Ergebnisse wie die Verbesserung der Lebensqualität, die Förderung von Innovationen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze mit sich bringt, wird sowohl Wähler als auch Politiker eher dazu bewegen, eine ambitionierte Klimapolitik zu unterstützen. Umgekehrt ist die politische Unterstützung gefährdet, wenn der Übergang zur Klimaneutralität unerwünschte Folgen wie Arbeitsplatzverluste, hohe Lebenshaltungskosten oder einen Anstieg der Staatsverschuldung nach sich zieht. Um die anhaltende Legitimität des Ziels der Klimaneutralität bis 2030 zu gewährleisten, ist es daher unerlässlich, die Mitnutzen und die damit verbundenen Risiken mithilfe geeigneter Leistungskennzahlen (KPIs) sorgfältig und transparent zu überwachen und zu bewerten.

Mitnutzen lässt sich daran erkennen, wie eng er mit dem Ergebnis einer Maßnahme oder Lösung verbunden ist. So wäre beispielsweise eine verbesserte Luftqualität durch den Einsatz erneuerbarer Energien (Verringerung der Stickoxid- und Feinstaubkonzentrationen) ein primärer Mitnutzen. Ein klares und umfassendes Verständnis der potenziellen Mitnutzen und ihrer Zusammenhänge hilft Städten daher dabei, ein breites Spektrum indirekter Auswirkungen und Abwägungen für ihre spezifischen Maßnahmen oder Interventionen zu identifizieren.

Die Darstellung der angestrebten Co-Benefits innerhalb ihrer Wirkungswege kann Städte dabei unterstützen, die kritischsten Evidenzlücken zu bewerten und gleichzeitig in Echtzeit Erkenntnisse aus der Umsetzung ihres Maßnahmenportfolios zu gewinnen und diese zu evaluieren. Darüber hinaus kann die Überwachung indirekter Auswirkungen oder Mitnutzen im Rahmen des CCC AP und IP die Berücksichtigung einiger Ergebnisse erfordern, die zwar entscheidend, aber schwer zu messen und zu bewerten sind, beispielsweise soziale Indikatoren zur Messung der Inklusion. Diese „empfohlenen“ Indikatoren können Städte dabei unterstützen, eine Reihe von Überwachungs- und Bewertungsmethoden zu konzipieren und umzusetzen, um quantitative und qualitative Daten in einen kohärenten MEL-Prozess zu integrieren.

In den folgenden Abschnitten werden die von NetZeroCities identifizierten positiven Nebeneffekte sowie die Schlüsselindikatoren beschrieben, die eine Stadt für MEL-Zwecke innerhalb der verschiedenen Wirkungskategorien einsetzen könnte. Diese sind: öffentliche Gesundheit und Umweltauswirkungen; soziale Inklusion, Demokratie und kulturelle Auswirkungen; Digitalisierung und intelligente Stadttechnologie; Wirtschaft; Finanzen und Investitionen; Ressourceneffizienz; sowie Biodiversität.

4.1 Öffentliche Gesundheit und Umwelt

4.1.1 Luftqualität

Die Luftqualität bezieht sich auf die Konzentrationen von Luftschadstoffen in der Umgebungsluft, von denen bekannt ist, dass sie negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die natürliche Umwelt haben. Dazu gehören Stickoxide (NO_x), Feinstaub (PM), Kohlenmonoxid (CO), Ozon (O_3) und Schwefeldioxid (SO_2), die, wenn sie über die Lunge aufgenommen werden, zu Gesundheitsproblemen wie Asthma, Schlaganfällen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen beitragen können. Viele Luftschadstoffe entstehen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe und stehen im Zusammenhang mit Treibhausgasemissionen. Daher kann das Erreichen der Klimaneutralität durch Maßnahmen zur Verringerung der Luftverschmutzung in Städten – beispielsweise durch die Erhöhung der Baumbestände und die Reduzierung des motorisierten Verkehrs – erheblich zu sauberer Luft beitragen. Dies dürfte wiederum die Gesundheit der Bürger verbessern und zu einer Senkung der Gesundheitskosten beitragen.

Viele Luftschadstoffe müssen in europäischen Städten gemäß der EU-Richtlinie 2008/50/EG bereits gemessen werden. Feinstaub und Stickstoffdioxid sind im städtischen Kontext von besonderer Bedeutung, da sie mit hohem Verkehrsaufkommen und intensiver industrieller Tätigkeit in Verbindung stehen. Der Indikatorensatz sollte daher die Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Feinstaub mit einem Durchmesser von weniger als 10 bzw. 2,5 Mikrometern (PM_{10} bzw. $\text{PM}_{2,5}$) in der Umgebungsluft erfassen. Diese werden in der Regel in μg pro Kubikmeter gemessen. Daten sind hier bei der EUA verfügbar: <https://discomap.eea.europa.eu/App/AirQualityStatistics/index.html>.

4.1.1.1 Indikatorensatz

Tabelle 9 Indikatorensatz zur Luftqualität

Bezeichnung des Indikators	PM _{2,5} -Konzentrationswerte	PM ₁₀ -Konzentrationswerte	NO ₂ -Konzentrationswerte
Maßeinheit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl der Tage	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Vorgeschrieben oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Dieser Indikator entspricht dem höchsten Jahresmittelwert der PM _{2,5} -Konzentration, der in einem bestimmten Jahr an Messstationen in städtischen und vorstädtischen Hintergrundgebieten gemessen wurde.	Dieser Indikator entspricht der höchsten Anzahl von Tagen im Jahr, an denen die an Messstationen in städtischen und vorstädtischen Hintergrundgebieten gemessene PM ₁₀ -Konzentration die WHO-Empfehlung von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten hat. Er bezieht sich auf die Anzahl der Tage an der Messstation, an denen die Überschreitung der WHO-Empfehlung von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verzeichnet hat.	Dieser Indikator entspricht dem höchsten Wert des Jahresmittelwerts der Stickstoffdioxidkonzentrationen (NO_2), der in einem bestimmten Jahr an Messstationen mit den höchsten Verkehrsaufkommen gemessen wurde.
Quelle	Europäische Kommission (2022), <i>Green City Accord, Saubere und gesunde Städte für Europa, Leitfaden zu den verbindlichen Indikatoren des GCA</i> , Fassung vom 29. April 2022	Europäische Kommission (2022), <i>Green City Accord, Saubere und gesunde Städte für Europa, Leitfaden zu den verbindlichen Indikatoren des GCA</i> , Fassung vom 29. April 2022	Europäische Kommission (2022), <i>Green City Accord, Saubere und gesunde Städte für Europa, Leitfaden zu den verbindlichen Indikatoren des GCA</i> , Fassung vom 29. April 2022

Bezeichnung des Indikators	PM2,5-Konzentrationswerte	PM10-Konzentrationswerte	NO ₂ -Konzentrationen
Berechnungsformel	Dieser Indikator entspricht dem höchsten Jahresmittelwert der PM2,5-Konzentration, der in einem bestimmten Jahr an Messstationen in städtischen und vorstädtischen Hintergrundgebieten gemessen wurde. Daten sind erhältlich: 1) aus Luftqualitätsmessberichten verschiedener Messstationen auf kommunaler oder regionaler Ebene sowie 2) auf der Grundlage von Messungen an zu diesem Zweck eingerichteten städtischen und vorstädtischen Hintergrundstandorten. Wenn eine Stadt diesen Wert nicht melden kann, weil es innerhalb der Stadtgrenzen keine Messstationen gibt, kann sie die PM2,5-Werte der nächstgelegenen regionalen/nationalen Messstation melden, für die Konzentrationswerte vorliegen.	Dieser Indikator für das Luftqualitätsmanagement entspricht der höchsten Anzahl von Tagen im Jahr, an denen die an Messstationen in städtischen und vorstädtischen Hintergrundgebieten gemessene PM10-Konzentration die WHO-Empfehlung von 45 µg/m³ überschritten hat. Er bezieht sich auf die Anzahl der Tage an der Messstation, an denen die Überschreitung der WHO-Empfehlung von 45 µg/m³ am häufigsten gemessen wurde. Daten sind erhältlich aus: 1) Luftqualitätsmessberichten verschiedener Messstationen auf kommunaler oder regionaler Ebene; sowie 2) Basierend auf Messungen an zu diesem Zweck eingerichteten städtischen und vorstädtischen Hintergrundstandorten.	Dieser Indikator entspricht dem höchsten Wert des Jahresmittelwerts der Stickstoffdioxidkonzentrationen (NO₂), der in einem bestimmten Jahr an Messstationen mit dem höchsten Verkehrsaufkommen gemessen wurde. Daten können bezogen werden: - aus Luftqualitätsüberwachungsberichten verschiedener Messstationen auf kommunaler und regionaler Ebene; und - auf der Grundlage von Messungen an zu diesem Zweck eingerichteten städtischen und vorstädtischen Hintergrundstandorten.

4.1.1.2 Anwendungsbeispiele

PM2,5

Die von der EU und der WHO festgelegten Mindestanforderungen lauten:

- EU-Grenzwert: 25 µg/m³
- Neue Luftqualitätsrichtlinien der WHO: 5 µg/m³

Mithilfe von Luftqualitätsmessstationen würde der Jahresmittelwert von PM2,5 berechnet werden.

PM10

Anhand des Indikators für die täglich gemessene PM10-Konzentration können Städte überprüfen, ob sie die EU-Luftqualitätsrichtlinie (EU-Richtlinie 2008/50/EG) oder die neuen Luftqualitätsrichtlinien der WHO (2021) einhalten.

Die von der EU und der WHO festgelegten Mindestanforderungen für die gemessenen Tageskonzentrationen lauten:

- EU-Grenzwert: 50 µg/m³
- Neue Luftqualitätsrichtlinien der WHO: 45 µg/m³ (24-Stunden-

Mittelwert) Die von der EU und der WHO festgelegten Mindestanforderungen

lauten:



- EU-Grenzwert: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Neue Luftqualitätsrichtlinien der WHO: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mithilfe von Luftqualitätsmessstationen lässt sich die Anzahl der Tage im Jahr erfassen, an denen die an städtischen und vorstädtischen Hintergrundstandorten gemessene PM10-Konzentration die WHO-Empfehlung von 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten hat.

NO₂

Die von der EU und der WHO festgelegten Mindestanforderungen lauten:

- EU-Grenzwert: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Neue Luftqualitätsrichtlinien der WHO: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mithilfe von Luftqualitätsmessstationen lässt sich der Jahresmittelwert der Stickstoffdioxidkonzentrationen (NO₂) erfassen.

4.1.2 Lärmbelästigung

Unter städtischer Lärmbelastung versteht man übermäßige Lärmpegel in städtischen Gebieten, die typischerweise durch Verkehr, Bauarbeiten und industrielle Aktivitäten verursacht werden. Übermäßiger Lärm kann negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben, darunter Hörverlust, Schlafstörungen, Stress und Herz-Kreislauf-Probleme, und kann zudem die Tierwelt und ökologische Systeme beeinträchtigen, indem er das Verhalten und die Kommunikation der Tiere stört.

Eine Verringerung der Lärmbelastung in Städten lässt sich durch emissionsmindernde Maßnahmen erreichen, wie beispielsweise die Umstellung von Verbrennungsmotoren auf Elektrofahrzeuge und die allgemeine Reduzierung des motorisierten Verkehrs. Dies dürfte die allgemeine Lebensqualität der Bewohner verbessern, indem negative gesundheitliche Auswirkungen verringert, die Schlafqualität verbessert und die natürliche Umwelt gestärkt werden. Es könnte zudem zu einer Belebung der Wirtschaftstätigkeit und zu mehr sozialer Interaktion in städtischen Gebieten beitragen. Bezeichnenderweise wird erwartet, dass die Lärmbelastung in einer klimaneutralen Stadt aufgrund solcher Umstellungen von Verbrennungsmotoren auf elektrisch angetriebene Fahrzeuge und Maschinen in den Bereichen Verkehr, Industrie und Bauwesen zurückgehen würde.

Die Lärmbelastung variiert innerhalb des Stadtgebiets und sollte an verschiedenen Standorten gemessen werden. Die Lärmkartierung unter Verwendung gängiger Bewertungsmethoden ist in den EU-Mitgliedstaaten gemäß der EU-Richtlinie 2002/49/EG vorgeschrieben. Lärmbelastung lässt sich durch die Messung des Anteils der Bevölkerung bewerten, der übermäßigen Lärmpegeln ausgesetzt ist, z. B. Lärm über 55 Dezibel (dB). Bei der Bewertung der Lärmbelastung wird in der Regel die Tageszeit berücksichtigt, da nächtlicher Lärm größere Auswirkungen auf das Wohlbefinden des Menschen hat. Daten sind hier bei der EUA verfügbar: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-on-noise-exposure-8>. Diese Indikatoren gelten als nützlich, da sie darauf ausgelegt sind, die Auswirkungen der Lärmbelastung auf die menschliche Gesundheit direkt zu überwachen, wie beispielsweise diejenigen, die den Anteil der Stadtbevölkerung messen, der von nächtlichem Lärm betroffen ist, sowie den allgemeinen Lärmpegel über einem bestimmten Schwellenwert.

4.1.2.1 Indikatorensatz

Tabelle 10: Indikatorensatz zur Lärmbelastung

Bezeichnung des Indikators	Bevölkerungsanteil, der nächtlichem Lärm (L _{night}) ≥ 50 dB ausgesetzt ist	Bevölkerung, die durchschnittlichen Lärmpegeln am Tag, Abend und in der Nacht (L _{den}) von ≥ 55 dB ausgesetzt ist.
Maßeinheit	%	%
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Indikator „Bevölkerung, die nächtlichem Lärm (L _{night}) von ≥ 55 dB ausgesetzt ist“ bezieht sich auf die durchschnittliche jährliche Dauer der nächtlichen Lärmbelastung.	Der Indikator „Bevölkerung, die durchschnittlichen Lärmpegeln am Tag, am Abend und in der Nacht (L _{den}) von ≥ 55 dB ausgesetzt ist“ gibt den durchschnittlichen Lärmpegel an, dem ein Bürger über den Zeitraum von einem Jahr
Quelle	Green City Accord; Europäische Kommission (2021c), <i>Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen</i> : Anhang zu den Methoden.	Green City Accord; Europäische Kommission (2021c), <i>Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen</i> : Anhang zu den Methoden.
Berechnungsformel	(Anzahl der Einwohner, die einem Lärmpegel von > 50 dB(A) ausgesetzt sind / Gesamtzahl der Einwohner) × 100 = % der von Lärm betroffenen Bevölkerung.	$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} (12 \times 10^{L_{L_{day}/10}} + 4 \times 10^{L_{L_{evening}/10}} + 8 \times 10^{L_{L_{night}/10}})$ $L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$

Bezeichnung des Indikators	Bevölkerung, die nächtlichem Lärm (L_{night}) ≥ 50 dB ausgesetzt ist	Bevölkerung, die durchschnittlichen Tag-Abend-Nacht-Lärmpegeln (L_{den}) von ≥ 55 dB ausgesetzt ist.
		Dabei sind L_{day}, L_{night} und $L_{evening}$ die A-bewerteten Langzeit-Durchschnittswerte Durchschnittswerte. Simulierte L_{DEN}-Werte (numerische Vorhersagen): NMPB2008 oder CNOSSOS-EU (siehe Referenz-PDF-Dokument von UN/Ifsttar/LAE/BG). Maßeinheit: Dezibel mit A-Bewertung: „dB(A)“

4.1.2.2 Anwendungsbeispiele

Anwendungsbeispiel

Diese Indikatoren können auf Objekt-, Stadtteil- oder Stadtebene berechnet werden. Die Datenanforderungen in Bezug auf den Indikatorensatz lauten wie folgt:

- Gemessener LDEN (In-situ-Messungen): Akustische Erfassung (in dB(A)) in stündlichen Zeiträumen (mit einer Abtastrate von typischerweise 1 Sekunde), erfasst in 3 Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) und anschließend auf 24 Stunden aggregiert (siehe Definition oben).
- Simulierter LDEN (numerische Vorhersagen): Schallsimulation (in dB(A)) in stündlichen Zeiträumen (abhängig von den Eingabedaten, z. B. Charakterisierung des Straßenverkehrs, Erfassung der Bebauung mittels GIS usw.), erfasst in drei Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) und anschließend auf 24 Stunden aggregiert (siehe Definition oben).
- Georeferenzierte Daten für bebaute Gebiete: Daten von OPEN STREET MAP (OSM)
- Verkehrszählungen: Daten von Bezirks-, Stadt- oder Regionalbehörden.
- Anzahl der lärmbelasteten Einwohner und Gesamtzahl der Einwohner.

Es ist zu beachten, dass unabhängig von der verwendeten Berechnungsmethode der Lärmpegel an dem Objekt gemessen (oder modelliert) werden sollte, auf das der Lärm einwirkt. In städtischen Gebieten werden die „Nachtstunden“ je nach Rechtsordnung unterschiedlich definiert, umfassen jedoch in der Regel einen bestimmten Zeitraum, z. B. 22:00–07:00 Uhr, und nicht die meteorologische Definition der Nacht als Zeitraum zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang.

4.1.3 Verkehrssicherheit

Die Verkehrssicherheit in städtischen Gebieten bezieht sich auf den Grad, in dem Menschen vor Unfallschäden geschützt sind, während sie sich auf und im Umfeld von Straßen in städtischen Gebieten bewegen. Von besonderer Bedeutung in städtischen Gebieten ist die Sicherheit von Personen außerhalb von Fahrzeugen (auch als ungeschützte Verkehrsteilnehmer bezeichnet), da sie einen großen Anteil der in städtischen Gebieten unterwegs befindlichen Personen ausmachen und im Vergleich zu Personen in Fahrzeugen ein höheres Risiko haben, bei Unfällen mit Fahrzeugen verletzt oder getötet zu werden. Zu dieser Gruppe gehören Fußgänger, Radfahrer und zunehmend auch Nutzer von Tretrollern und anderen Formen der Mikromobilität. Die Folgen von Verkehrsunfällen können schwerwiegend sein, darunter Sachschäden, Verletzungen und Todesfälle, und sie tragen zu weiterreichenden gesellschaftlichen Problemen bei, wie höheren Gesundheitskosten, verminderter Produktivität und der Bevorzugung kohlenstoffintensiver Verkehrsmittel (z. B. SUVs) gegenüber kohlenstoffarmen (z. B. dem Radfahren).

Bestimmte Maßnahmen zur Reduzierung der städtischen Treibhausgasemissionen mit dem Ziel der Klimaneutralität dürften auch die Verkehrssicherheit in Städten verbessern. Eine Verringerung des motorisierten Verkehrs und die Senkung von Geschwindigkeitsbegrenzungen, insbesondere in Bereichen mit hohem Fußgänger- und Radfahreraufkommen, würden voraussichtlich auch das Unfallrisiko sowie die Schwere der tatsächlich auftretenden Unfälle verringern. Es gibt jedoch einige potenzielle negative Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit durch bestimmte Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, dass die Elektrifizierung von Fahrzeugen das Unfallrisiko erhöht, da die Motoren von Elektrofahrzeugen leiser sind und somit die Signale verringern, die andere Verkehrsteilnehmer auf die Anwesenheit eines Fahrzeugs aufmerksam machen können. Darüber hinaus könnte eine steigende Zahl von Menschen, die sich aktiv fortbewegen, wie z. B. zu Fuß oder mit dem Fahrrad, mit einer höheren (absoluten) Zahl von Verletzungen und Todesfällen unter diesen Verkehrsteilnehmern einhergehen. Allerdings dürfte eine zunehmende Präsenz von Fußgängern und Radfahrern auch das Bewusstsein der Autofahrer schärfen und zu sichererem Verhalten im Umgang mit diesen Verkehrsteilnehmern führen, was bedeutet, dass die *relative* Rate an Verletzungen und Todesfällen unter Fußgängern und Radfahrern (gemessen an der Anzahl der Wege oder der zurückgelegten Strecke) sinken dürfte. Angesichts des Risikos negativer Nebenwirkungen auf die Verkehrssicherheit ist es wichtig, sowohl die städtische Verkehrssicherheit zu bewerten als auch Maßnahmen zur Emissionsminderung Vorrang einzuräumen, die das Risiko für Menschen außerhalb von Fahrzeugen nicht erhöhen.

Die Verkehrssicherheit in Städten wird in der Regel anhand der Zahl der Todesfälle, Verletzten und Unfälle auf städtischen Straßen gemessen. Die Schwere der Unfälle ist ein wichtiger Faktor, da schwerere Unfälle, wie solche, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen, größeren Schaden verursachen. Es ist zudem wichtig, Unfälle mit Personen außerhalb von Fahrzeugen im städtischen Umfeld zu erfassen, da es mehr dieser Verkehrsteilnehmer gibt und diese Unfälle tendenziell größeren Schaden verursachen; außerdem können Unfälle die Nutzung nachhaltiger Verkehrsmittel beeinträchtigen.

4.1.3.1 Indikatorensatz

Tabelle 11: Indikatorensatz zur Verkehrssicherheit

Bezeichnung des Indikators	Verkehrstote	Verkehrssicherheit – Aktive Fortbewegungsarten
Maßeinheit	Anzahl der Todesfälle / 100.000 Einwohner	Anzahl der Todesfälle / 1.000.000.000 Fahrten
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Anzahl der Todesfälle innerhalb von 30 Tagen nach dem Verkehrsunfall als Folge des Unfalls pro Jahr, verursacht durch den städtischen Verkehr, pro 100.000 Einwohner des Stadtgebiets.	Todesfälle von Nutzern aktiver Fortbewegungsarten bei Verkehrsunfällen in der Stadt im Verhältnis zu ihrer Exposition gegenüber dem Verkehr; dieser Indikator entspricht der Anzahl der Todesfälle innerhalb von 30 Tagen nach dem Verkehrsunfall als Folge des Ereignisses pro Jahr, verursacht durch aktive Fortbewegungsarten, pro Milliarden Fahrten pro Jahr (Exposition)
Quelle	Rupprecht Consult et al. (2020) <i>Technische Unterstützung im Zusammenhang mit Indikatoren für nachhaltige urbane Mobilität (SUMI)</i> .	Rupprecht Consult et al. (2020), <i>Technische Unterstützung im Zusammenhang mit Indikatoren für nachhaltige urbane Mobilität (SUMI)</i> .

Bezeichnung des Indikators	Verkehrstote	Verkehrssicherheit – Aktive Fortbewegungsarten
Berechnungsformel	$FR = \frac{\sum_i K_i * 100\,000}{Cap}$ Dabei gilt: FR = Todesfallrate [Anzahl pro 100.000 Einwohner in städtischen Gebieten pro Jahr] Ki = Anzahl der im Verkehrsträger i getöteten Personen [Anzahl pro Jahr] Cap = Einwohnerzahl des städtischen Gebiets [Anzahl] i = Verkehrsmittel	$RF = \frac{\sum_i K_i * 1000}{Exp_i}$ Dabei gilt: RFi = Risikofaktor für das Verkehrsmittel i [# pro Milliarde Fahrten pro Jahr] Ki = Anzahl der Personen, die innerhalb von 30 Tagen nach dem Verkehrsunfall als Folge des Ereignisses im Verkehrsträger i ums Leben gekommen sind [# einfacher Durchschnitt der letzten 3 Jahre, für die Daten vorliegen] Expi = Exposition, definiert als Anzahl der Fahrten (in Millionen) [Anzahl pro Jahr] i = Verkehrsmittel (Fußgänger, Fahrrad) [Typ]

4.1.3.2 Anwendungsbeispiele

Nehmen wir beispielsweise eine Stadt mit 300.000 Einwohnern, in der im Jahr 2022 folgende Anzahl von Menschen ums Leben kam:

Verkehrsmittel	Anzahl der Verkehrstoten
Fußgänger	4
Fahrrad (einschließlich normaler Fahrräder, E-Bikes usw.)	8
Moped	3
Motorräder	5
Pkw	8
LKW (<3,5 Tonnen)	2
LKW (≥ 3,5 Tonnen)	1
Bus	0
Straßenbahn / Stadtbahn	0
Sonstiges	0
Unbekannt	0

Die Gesamt-Todesrate würde wie folgt berechnet: $((4+8+3+5+8+2+1+0+0+0+0) * 100.000) / 300.000 = 10,33$

Todesfälle pro 100.000 Einwohner.

Beachten Sie, dass dieselbe Berechnung auch zur Ermittlung der Todesrate für jede Verkehrsart verwendet werden kann. Im obigen Beispiel würde die Todesrate für Fußgänger beispielsweise wie folgt lauten:

$(4 \times 100.000) / 300.000 = 1,33$ Todesfälle pro 100.000 Einwohner.

4.1.4 Städtischer Wärmeinseleffekt (UHI), Temperaturanstieg und Häufigkeit von Hitzewellen

Zahlreiche Maßnahmen, die eine Stadt ergreift, um klimaneutral zu werden, dürften sich positiv auf das lokale Klima auswirken und beispielsweise den lokalen Wärmeinseleffekt verringern. So kann beispielsweise die Begrünung städtischer Gebiete CO₂-Emissionen binden und gleichzeitig das lokale Mikroklima verbessern. Daher kann die Verringerung des städtischen Wärmeinseleffekts als potenzieller Nebeneffekt des Übergangs einer Stadt zur Klimaneutralität betrachtet werden.

Der städtische Wärmeinseleffekt (Urban Heat Island, UHI) bezeichnet ein städtisches Gebiet, das deutlich wärmer ist als seine ländlichen oder unbebauten Umgebungsgebiete. Städtische Gebiete in Europa und weltweit sind zunehmend den Belastungen durch den Klimawandel ausgesetzt und werden Prognosen zufolge in Zukunft mit verschärften klimabedingten Auswirkungen konfrontiert sein.

Wie in Bosch, P. et al. (2017) beschrieben, wird der UHI-Effekt in Temperaturwerten in °C ausgedrückt und bewertet. Er wird durch die Absorption von Sonnenlicht durch (steinige) Materialien, eine verminderte Verdunstung und die durch menschliche Aktivitäten verursachte Wärmeabgabe hervorgerufen. Am stärksten ist er nach Sonnenuntergang und erreicht Berichten zufolge in einigen Städten bis zu 9 °C. Aus diesem Grund sind die in städtischen Gebieten lebenden Bürger einer höheren Hitzebelastung ausgesetzt als diejenigen, die auf dem Land leben.

Darüber hinaus sind die Mittelwerte der täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturen gute Indikatoren, um einen Eindruck von den Auswirkungen hoher Temperaturen infolge des Klimawandels auf den Komfort in Städten und die menschliche Gesundheit zu vermitteln.

Schließlich ist eine Hitzewelle ein Zeitraum aufeinanderfolgender Tage mit hohen Temperaturen, bei dem sowohl die Dauer als auch die Spitzentemperatur von Bedeutung sind. Sie ist definiert als drei oder mehr Tage, an denen entweder der Excess Heat Factor (EHF) positiv ist, der Mittelwert der täglichen Höchsttemperatur (TX) das 90. Perzentil überschreitet oder der Mittelwert der täglichen Tiefsttemperatur (TN) das 90. Perzentil nicht erreicht. Sie lässt sich anhand der Anzahl der einzelnen Hitzewellen messen, die jeden Sommer auftreten.

Der Excess Heat Factor (EHF) ist ein Maß für die Intensität einer Hitzewelle und setzt sich aus zwei Komponenten zusammen. Die erste Komponente ist ein Maß dafür, wie heiß ein Dreitageszeitraum im Vergleich zu einem jährlichen Temperaturschwellenwert am jeweiligen Standort ist. Liegt die über den Dreitageszeitraum gemittelte Tagestemperatur über dem klimatologischen 95. Perzentil für die Tagestemperatur, so gelten der Dreitageszeitraum und jeder einzelne Tag darin als Hitzewelle. Die zweite Komponente ist ein Maß dafür, wie heiß der Dreitageszeitraum im Vergleich zur jüngsten Vergangenheit (insbesondere den vorangegangenen 30 Tagen) ist. Dabei wird berücksichtigt, dass sich Menschen (zumindest bis zu einem gewissen Grad) an ihr lokales Klima anpassen, was dessen Temperaturschwankungen über die Breitengrade hinweg und im Laufe des Jahres betrifft, jedoch möglicherweise nicht auf einen plötzlichen Temperaturanstieg vorbereitet sind, der über das Niveau der jüngsten Vergangenheit hinausgeht.

4.1.4.1 Indikatorensetz

Tabelle 12: Indikatorensetz für den städtischen Wärmeineffekt (UHI), den Temperaturanstieg und das Auftreten von Hitzewellen

Bezeichnung des Indikators	Städtischer Wärmeineffekt (UHI)	Mittelwert der täglichen Höchsttemperatur (TXX)	Mittelwert der täglichen Mindesttemperatur (TNN)	Häufigkeit von Hitzewellen (HW)
Maßeinheit	°C UHI _{max}	°C TXX	°C TNN	Anzahl der HW im Sommer
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Maximaler Unterschied der Lufttemperatur innerhalb der Stadt im Vergleich zum Umland während der Sommermonate	Mittelwert der täglichen Höchsttemperaturen (TX), die während eines bestimmten Zeitraums gemessen wurden, um einen Temperaturanstieg festzustellen	Mittelwert der täglichen Mindesttemperaturen (TN), die während eines bestimmten Zeitraums gemessen wurden, um den Temperaturanstieg in der Nacht zu ermitteln	Zeitraum aufeinanderfolgender Tage mit hohen Temperaturen, wobei sowohl die Dauer als auch die Höchsttemperatur von Bedeutung sind
Quelle	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .	Europäische Union (2021c) <i>Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen</i> – Anhang zu den Methoden	Europäische Union (2021c) <i>Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen</i> – Anhang: Methoden	Europäische Union (2021c) <i>Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen</i> – Anhang: Methoden
Berechnungsformel	Mindestens eine meteorologische (Temperatur-)Messstation innerhalb des bebauten Gebiets und eine weitere Station im Freien (die als Referenzstation dient), um anschließend die größte Temperaturdifferenz (Stundenmittelwert) während der Sommermonate zu ermitteln.	Die Höchsttemperatur (TX) an einem Tag eines Zeitraums messen und anschließend den Mittelwert dieser Temperaturen berechnen, um ihn mit dem eines vergangenen Zeitraums zu vergleichen	Die Mindesttemperatur (TN) an den Tagen eines Zeitraums messen und anschließend den Mittelwert dieser Temperaturen berechnen, um ihn mit dem eines vergangenen Zeitraums zu vergleichen.	Messen Sie die Anzahl der Hitzewellen in einem Zeitraum (Sommer); eine Hitzewelle ist definiert als 3 oder mehr Tage, an denen einer der folgenden Fälle vorliegt: • Excess-Heat-Faktor (EHF) positiv • TX überschreitet das 90. Perzentil • TN erreicht das 90. Perzentil nicht

4.1.4.2 Anwendungsbeispiele

Städtischer Wärmeineffekt (UHI)

Zur Berechnung des Indikators für *den städtischen Wärmeineffekt (UHI)* werden mindestens Daten von zwei meteorologischen Messstationen benötigt, da diese miteinander verglichen werden müssen: Eine sollte sich im bebauten Gebiet befinden, die andere auf dem Land, wobei letztere als Referenzstation dient. Anschließend wird vor allem in den Sommermonaten die größte Temperaturdifferenz im Vergleich der Werte (beispielsweise als Stundendurchschnitt) beider Stationen ermittelt.

Ein Beispiel für diese Berechnung in einer bestimmten Stadt könnten die folgenden Daten sein:

STATION	1 Juli – Stunden												
	0	1	2	...	10	11	12	13	14	15	16	17	...
STADT (Zentrum)	15	14	14	...	22	24	26	27	28	29	29	28	...
LAND (Ref)C	13	13	12	...	20	21	23	24	26	27	27	26	...
Differenz [°C]	2	1	2	...	2	3	3	3	2	2	1	2	...

STATION	Juli (Tage)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...
Größter Temperaturunterschied (pro Tag) [°C]	3	2,5	2,2	3,1	2,5	2,8	3,3	2,5	1,8	2,6	3,2	3,5	...

Aus der Gesamtreihe der größten Temperaturunterschiede pro Tag im Sommer lässt sich dann der Indikatorwert ableiten:

Städtischer Wärmeineffekt (UHI) = 3,3 °C UHI_{max} für den Sommer 2022 Mittelwert der täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturen

Der *Mittelwert* der Indikatoren für die *täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturen* wird anhand der täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturdaten über einen bestimmten Zeitraum berechnet. Dieser Zeitraum kann beispielsweise ein Monat im Jahr sein, für den der Mittelwert der täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturen berechnet und anschließend mit den entsprechenden Daten eines vergangenen Zeitraums verglichen wird.

Ein Beispiel für diese Berechnung in einer bestimmten Stadt für den Monat Oktober 2022:

	Oktober (Tage)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...
Höchsttemperatur	22	22	21	21	21	20	19	19	19	20	20	19	...
Tiefsttemperatur	10	10	9	9	8	7	9	10	11	12	11	9	...

Anschließend werden die Mittelwerte für die Höchst- und Tiefsttemperaturen berechnet: Mittelwert der täglichen Höchsttemperatur: $T_{XX} = 19,5\text{ °C}$

Mittelwert der täglichen Mindesttemperatur: $T_{NN} = 9,8\text{ °C}$

Diese Daten sollen anschließend mit historischen Datenreihen verglichen werden, wobei sich wahrscheinlich ein fortschreitender Anstieg sowohl der Höchst- als auch der Tiefsttemperaturen im Laufe der Zeit zeigen wird. Zum Beispiel:

	Okt. 2022	Okt. 2012	Okt. 2002	Okt. 1992	Okt. 1982	Okt. 1972	...
Mittelwert der täglichen Höchsttemperatur: T_{XX}	19,5 °C	19,2 °C	18,5 °C	17,8 °C	16,3 °C	16,1 °C	...
Mittelwert der täglichen Tiefsttemperatur: T_{NN}	9,8 °C	8,5 °C	8,2 °C	7,8 °C	6,5 °C	6,2 °C	...

4.1.5 Körperliches und geistiges Wohlbefinden

Diese Indikatorengruppe soll das körperliche und psychische Wohlbefinden der Bürger bewerten und aufzeigen, wie dieses durch Aktivitäten gefördert wird. Dieser Indikator soll Einblicke in das selbstwahrgenommene Wohlbefinden der Bürger bieten. Es ist nicht nur wichtig, das Wohlbefinden der Bürger im Zuge der Umwandlung von Städten in klimaneutrale Städte sicherzustellen, sondern dieses Wohlbefinden gewährleistet auch die Nachhaltigkeit dieser Transformation. Es stellt sicher, dass die Transformation von Dauer ist. Zudem wurde zwar in bestimmten Bereichen ein positiver Zusammenhang zwischen dem Aufenthalt in Grünflächen und der selbst wahrgenommenen allgemeinen psychischen Gesundheit nachgewiesen, doch fehlen Belege aus natürlichen Experimenten. Solche Studien könnten Beweise für die Kausalität dieses Zusammenhangs liefern.

Dieser Indikatorensatz ist eine Kombination aus Fragebögen zur Selbsteinschätzung und der Anzahl von Aktivitäten, die mit körperlichem oder psychischem Wohlbefinden zusammenhängen. Einerseits können sich die Indikatoren auf das selbstwahrgenommene Wohlbefinden stützen. Das körperliche und psychische Wohlbefinden sollte teilweise durch Selbsteinschätzung und Fragebögen gemessen werden, um die Wahrnehmung der allgemeinen Bevölkerung innerhalb der Stadt zu erfassen.

4.1.5.1 Indikatorensatz

Tabelle 13: Indikatorensatz für körperliches und psychisches Wohlbefinden

Bezeichnung des Indikators	Wohlbefinden der Bürger (Fragebogen)
Maßeinheit	Likert-Skala
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Die Veränderung des empfundenen Wohlbefindens während der Laufzeit der „Climate-Neutral and Smart City Mission“
Quelle	Urban Audit, basierend auf Brazier et al. (1992) „ <i>Validating the SF-36 health survey questionnaire: a new outcome measure for primary care</i> “, BMJ; 305,160.
Berechnungsformel	Im Rahmen einer Umfrage werden anhand einer Stichprobe Fragen gestellt, in denen die Teilnehmer dazu befragt werden, in welchem Ausmaß sie bestimmte Gefühle empfunden haben. Europäische Union (2021c) „Evaluierung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen“ – Anhang zu den Methoden, S. 989)

4.1.5.2 Anwendungsbeispiele

Eine Stärke dieses Indikators besteht darin, dass er durch die Anwendung eines validierten und weit verbreiteten Fragebogens zur Beurteilung des psychischen Gesundheitszustands ermittelt wird. Dieser Fragebogen wurde in viele Sprachen übersetzt und erneut validiert. Eine Einschränkung besteht darin, dass es sich um einen selbstberichteten Indikator handelt, obwohl Validierungsstudien gezeigt haben, dass der Fragebogen einen akzeptablen Vorhersagewert aufweist.

Der SF-36 besteht aus acht Skalenwerten, bei denen es sich um die gewichteten Summen der Fragen in dem jeweiligen Abschnitt handelt. Jede Skala wird direkt in eine Skala von 0 bis 100 umgewandelt, wobei davon ausgegangen wird, dass jede Frage das gleiche Gewicht hat. Die acht Abschnitte sind:

- Vitalität
- körperliche Funktionsfähigkeit
- körperliche Schmerzen
- allgemeine Gesundheitswahrnehmung
- körperliche Rollenfunktion
- emotionale Rollenfunktion
- soziale Rollenfunktion



- psychische Gesundheit oder emotionales Wohlbefinden

Ein Vorschlag wäre, dass Kommunen eine Datenerhebung in Form von Online- und Papierfragebögen einrichten, die in festgelegten Abständen eingesammelt werden.



4.1.6 Lebensqualität, Attraktivität und Ästhetik der bebauten Umwelt

Dieser Indikatorensatz spiegelt die Gesamtqualität des städtischen Umfelds wider und zeigt, wie diese die Lebensqualität der Einwohner und Besucher beeinflusst. Eine Stadt mit hoher Lebensqualität und ästhetischer Attraktivität verfügt über Gebäude und öffentliche Räume, die sowohl ansprechend als auch leicht zugänglich sind. Zu den Merkmalen, die zu einem attraktiven und lebenswerten städtischen Umfeld beitragen, gehören hochwertige öffentliche Räume wie Plätze, Straßen und Parks sowie eine hohe Dichte an Grünflächen. Diese bieten den Menschen die Möglichkeit, Zeit im Freien und im Grünen zu verbringen, sich auszuruhen, Kontakte zu knüpfen und Veranstaltungen abzuhalten. Sie fördern zudem einen gesünderen Lebensstil, indem sie körperliche und soziale Aktivitäten anregen, und können den Tourismus ankurbeln, die Wirtschaft beleben sowie die Lebensqualität der Einwohner verbessern. Es ist zu beachten, dass der Begriff „Lebensqualität“ oft eine viel umfassendere Bedeutung hat, als sie hier relevant ist: Aspekte der Lebensqualität, die nicht direkt mit der physischen städtischen Umgebung zusammenhängen, wie beispielsweise Beschäftigungsmöglichkeiten, werden in anderen Indikatorensätzen berücksichtigt.

Angesichts der Rolle, die Grünflächen und insbesondere Bäume bei der Bindung von Kohlenstoff und der Reduzierung von Kohlenstoffemissionen spielen, ist allgemein davon auszugehen, dass das Streben nach Klimaneutralität die Lebensqualität in Städten und die Attraktivität der bebauten Umwelt verbessert. Darüber hinaus können Parks und gut gestaltete öffentliche Räume zur Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel und Naturgefahren beitragen, indem sie beispielsweise bei Starkregen überschüssiges Wasser aufnehmen und bei Hitzewellen kühle Orte und Schatten spenden. Es wird davon ausgegangen, dass Klimaneutralität eine bessere Stadtplanung erfordert, was folglich zu einer ästhetischeren und attraktiveren Stadt führen wird.

Daher muss der Indikator die Menge an Grünflächen im Stadtgebiet messen und im Idealfall auch die Qualität öffentlicher Räume (einschließlich Grünflächen) berücksichtigen.

4.1.6.1 Indikatorensatz

Tabelle 14: Indikatorensatz für Lebensqualität, Attraktivität und Ästhetik der bebauten Umwelt

Bezeichnung des Indikators	Grünflächen	Qualität öffentlicher Räume
Maßeinheit	Hektar / 100.000 Einwohner	# (Bewertung der allgemeinen Zufriedenheit mit grünen und nicht-grünen öffentlichen Räumen auf einer Skala von 0 bis 10)
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Die Grünflächenfläche einer Stadt pro 100.000 Einwohner	Dieser Indikator entspricht der von den Einwohnern selbst angegebenen Zufriedenheit mit den öffentlichen Räumen in ihrer Stadt. Der Indikator wurde entwickelt, um die Ergebnisse des „Urban Audit“ der Europäischen Kommission zu analysieren, einer regelmäßig von Eurostat auf der Grundlage von Telefoninterviews durchgeführten Umfrage zur Wahrnehmung der Lebensqualität in europäischen Städten. Der Parameter ist ein Durchschnittswert der Umfrageantworten zur Zufriedenheit der Befragten mit grünen und nicht-grünen öffentlichen Räumen.
Quelle	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M. & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .	Rupprecht Consult et al. (2020) <i>Technische Unterstützung im Zusammenhang mit Indikatoren für nachhaltige urbane Mobilität (SUMI)</i> .

Indikatorbezeichnung	Grünflächen	Qualität öffentlicher Räume
Berechnungsformel	(Gesamtfläche der Grünflächen in Hektar * 100.000) / Gesamtzahl der Einwohner	$\overline{SAT} = \frac{\sum_m \overline{ASPECT}_m}{m}$ <i>m being the number of aspects (dimensions)</i> $\overline{ASPECT}_m = \sum_h \overline{AGREE}_{h,m}$ <i>h being the four replies of the agreement scale:</i> <i>(strongly agree, somewhat agree, somewhat disagree, strongly disagree)</i> $\overline{AGREE}_{h,m} = \frac{\# \text{times agreement } h \text{ was used in sample for aspect } m}{\# \text{people sample of aspect } m - \# \frac{DK}{NA} \text{ answers in sample } m} \times C_h$ $C_{h=\text{strongly agree}} = 10; C_{h=\text{somewhat agree}} = 6.66; C_{h=\text{somewhat disagree}} = 3.33$ $C_{h=\text{strongly disagree}} = 0$

4.1.6.2 Anwendungsbeispiele

Grünflächen:

Für eine Stadt mit 170.000 Einwohnern und insgesamt 65 Hektar Grünfläche würde der Grünflächenindikator wie folgt berechnet:

- $(65 * 100.000) / 170.000 = 38,24$ Hektar / 100.000 Einwohner. Qualität

öffentlicher Räume:

Würde in derselben Stadt eine Umfrage unter 500 Personen durchgeführt, die zu folgenden Ergebnissen führte:

Aspekt	Frage	Befragte Personen	(DK/k. A.)	Zufrieden	Eher zufrieden	Eher unzufrieden	Überhaupt nicht zufrieden
Öffentliche Räume	Frage 1.6	500	0	100	150	200	50
Grünflächen	Q1.7	500	50	150	125	125	50

Der Indikator „Qualität öffentlicher Räume“ würde berechnet, indem zunächst die Bewertung für jeden Raumtyp wie folgt ermittelt wird:

Öffentliche (nicht begrünte) Räume

- Zufrieden = $(100 / (500 - 0)) * 10 = 2$
- Eher zufrieden = $(150 / (500 - 0)) * 6,66 = 1,998$
- Eher unzufrieden = $(200 / (500 - 0)) * 3,33 = 1,332$
- Überhaupt nicht zufrieden = $(50 / (500 - 0)) * 0 = 0$
- Zwischensumme (öffentliche Räume) = $2 + 1,998 + 3,33 + 0 =$

5.33 Grünflächen

- Zufrieden = $(150 / (500 - 50)) * 10 = 3,33$
- Eher zufrieden = $(125 / (500 - 50)) * 6,66 = 1,85$
- Eher unzufrieden = $(125 / (500 - 50)) * 3,33 = 0,925$
- Überhaupt nicht zufrieden = $(50 / (500 - 50)) * 0 = 0$
- Zwischensumme (Grünflächen) = $3,33 + 1,85 + 0,925 + 0 = 6,11$

Anschließend wird der Mittelwert der beiden Bewertungen zur

Gesamtbewertung berechnet:

- Gesamtzufriedenheit (Qualität öffentlicher Räume) = $(5,33 + 6,11) / 2 = 5,71$

4.1.7 Gerechter und erschwinglicher Zugang zu Wohnraum

In vielen Ländern gibt es keine offizielle oder gesetzliche Definition für bezahlbaren Wohnraum oder dessen Merkmale. Laut Rosenfeld bedeutet „bezahlbarer Zugang zu Wohnraum“, dass nicht mehr als 30 % des Medianeinkommens für eine Wohnung im Medianpreisbereich aufgewendet werden sollten. Es kann geprüft werden, ob Energiekosten für Heizung und den Betrieb von Haushaltsgeräten einbezogen werden müssen (Rosenfeld, 2017).

Im Hinblick auf Energiearmut bezieht sich bezahlbarer Wohnraum möglicherweise nicht nur auf die Wohnung selbst, sondern auch auf die Erschwinglichkeit der grundlegendsten Energieversorgung. Die Definition des CITYkeys-Indikators besagt, dass Haushalte als energiearm gelten, wenn ihre Energiekosten 10 % oder mehr des Haushaltseinkommens ausmachen (Bosch, P., et al. (2017), S. 264).

Die Erschwinglichkeit von Wohnraum lässt sich am besten auf neu errichtete Wohnungen anwenden, da Sanierungsprojekte den Indikatorwert in der Regel nicht beeinflussen. Es sollte jedoch bedacht werden, dass manche neu bebauten Gebiete teurer sein können, was sich wiederum auf die Vielfalt auswirkt. Die Definition dieses Indikators ist schwierig und muss kontextualisiert werden. Die Kontextualisierung erfordert zudem mehrere Berechnungen. (Bosch, P., et al. (2017), S. 141).

4.1.7.1 Indikatorensatz

Tabelle 15: Indikatorensatz für einen gerechten und erschwinglichen Zugang zu Wohnraum

Bezeichnung des Indikators	Erschwinglichkeit von Wohnraum	Energiearmut
Maßeinheit	% der Haushalte	% der Haushalte
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Prozentsatz der Haushalte, bei denen die Wohn- und Energiekosten 30 % oder weniger ihres verfügbaren Einkommens für Wohnzwecke ausmachen	Der Prozentsatz der Haushalte, die sich nicht einmal die grundlegendsten Energiebedürfnisse leisten können
Quelle	Rosenfeld (2017), <i>Interpretation des Begriffs „bezahlbarer Wohnraum“ in der Housing Partnership</i> .	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .
Berechnungsformel	Berechnen Sie das Medianeinkommen der medianen Wohnkosten aller Haushalte und ermitteln Sie anschließend den prozentualen Anteil daran.	Der Einfachheit halber wird hier die 10%-Variante und nicht die kompliziertere Variante „Low Income High Costs (LIHC)-Variante vorgeschlagen. Die Energiearmutsquote eines einzelnen Haushalts wird nach dieser Methode wie folgt definiert: $\text{Energiearmutsquote} = \frac{\text{Modellierte Energiekosten (d. h. modellierter Verbrauch * Preis)}}{\text{Einkommen}}$ Wenn dieser Quotient einen Wert von mehr als 0,1 aufweist, gilt der Haushalt als von Energiearmut betroffen. Im nächsten Berechnungsschritt wird die Anzahl der von Energiearmut betroffenen Haushalte ermittelt

Titel des Indikators	Erschwinglichkeit von Wohnraum	Energiearmut
		im Vergleich zur Gesamtzahl der Haushalte in der Stadt. Hinweis: Die Energiekosten umfassen den gesamten Gebäudeenergieverbrauch, d. h. für Heizung/Kühlung, Warmwasser und Strom.

4.1.7.2 Anwendungsbeispiele

Erschwinglichkeit von Wohnraum

Zur Berechnung muss das Jahreseinkommen sortiert werden:

4.000, 4.000, 4.000, 4.500, 4.500, 4.500, 4.500, 4.500, 4.500, 5.500, 5.500

Der Wert in der Mitte muss herangezogen werden, um das Medianeinkommen zu ermitteln, in diesem Fall: 4.500 Euro.

Das Gleiche gilt für die Miete zuzüglich der Energiekosten:

900, 900, 900, 900, 925, 948, 948, 950, 950, 955, 955, 956.

Die Medianmiete beträgt somit 948 Euro.

Im nächsten Schritt wird 948 durch 4.500 geteilt: $0,21 = 21 \%$

Dieser Wert wird für jeden Haushalt des betreffenden Gebiets ermittelt. Die Anzahl der Haushalte mit einem Prozentsatz über 30 % wird dann durch die Gesamtzahl der Haushalte geteilt.

Energiearmut

Im Hinblick auf die Energiearmut sind folgende Daten für die Berechnung erforderlich: Haushaltseinkommen, Energieverbrauch (abhängig von den Wohnmerkmalen und dem Lebensstil der Haushaltsmitglieder) sowie Energiepreise. Die Energiekosten werden modelliert und basieren nicht auf den tatsächlichen Ausgaben. Sie werden berechnet, indem der Energiebedarf des Haushalts mit den entsprechenden Energiepreisen kombiniert wird.

Wenn beispielsweise die Energiekosten eines Haushalts für ein bestimmtes Jahr 3.000 € betragen und das Haushaltseinkommen im selben Jahr 30.000 € betrug, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$3.000 / 30.000 = 0,1 \cdot 100 = 10 \%$$

In diesem hypothetischen Szenario würde der Haushalt als energiearm gelten, da er die 10-Prozent-Schwelle erreicht hat.

4.2 Soziale Inklusion, Innovation, Demokratie und kulturelle Auswirkungen

4.2.1 Beteiligung der Bürger und Gemeinschaften

Eine offene Bürgerbeteiligung umfasst Möglichkeiten für Bürger, aber auch für Nichtregierungsorganisationen und Unternehmen, zu Vorschriften und Gesetzen beizutragen und Stellung zu nehmen. Sie misst die Möglichkeit der Öffentlichkeit, auf Probleme und Herausforderungen zu reagieren, was die demokratische Legitimität stärken und die Verbindung zwischen der Bevölkerung und der Regierung festigen sollte. Eine verstärkte Beteiligung stärkt das Zugehörigkeitsgefühl der Bürger zur Gemeinschaft.

Dieser Indikator lässt sich leicht anhand einer absoluten Zahl messen, doch die genaue Definition von offener Beteiligung kann variieren. Die Stadtverwaltung kann in der Regel Daten bereitstellen, und diese Daten sollten auch öffentlich zugänglich sein.

4.2.1.1 Indikatorensatz

Tabelle 16: Indikatorensatz zu sozialer Inklusion, Innovation, Demokratie und kultureller Wirkung

Indikatorbezeichnung	Offenheit öffentlicher Beteiligungsprozesse
Maßeinheit	% der Prozesse
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Anteil der Bürgerbeteiligungsprozesse in einer bestimmten Gemeinde pro Einwohner und Jahr (ausgedrückt in %)
Quelle	Basierend auf Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .
Berechnungsformel	Berechnung: (Gesamtzahl der offenen Bürgerbeteiligungsprozesse / Einwohnerzahl der Stadt) * 100

4.2.1.2 Anwendungsbeispiele

Wenn eine Stadt beispielsweise im Jahr 2022 eine Einwohnerzahl von 500.000 hat und im Laufe des Jahres 2022 500 Bürgerbeteiligungsprozesse oder -veranstaltungen durchgeführt wurden, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$500 \text{ (Bürgerbeteiligungsprozesse)} / 500.000 \text{ (Einwohnerzahl der Stadt)} = 0,001 * 100 = 0,1 \%$$

Die Stärke dieses Indikators liegt darin, dass er eine absolute Messgröße für die Anzahl der Bürgerbeteiligungsprozesse darstellt, die sich wiederum zwischen verschiedenen Städten vergleichen lässt. Es ist zu beachten, dass die Definitionen und Interpretationen dessen, was offene Bürgerbeteiligungsprozesse ausmacht, subjektiv sind.

4.2.2 Kapazitäten der Stadt für Beteiligung/Engagement

Dieser Indikatorensatz zielt darauf ab, bestimmte Prozesse der Politikgestaltung zu bewerten. Er umfasst nicht nur die Anzahl der politischen Maßnahmen zur Klimaneutralität, sondern auch die Einbindung und das Engagement der Gemeinschaft und der Bürger. Der Indikatorensatz kann widerspiegeln, wie die Verwaltung die Sensibilisierung der Gesellschaft angeht und welchen Einfluss dies auf die Zustimmung zu oder die Akzeptanz bestimmter Lösungen hat. Diese Akzeptanz kann zu einer einfacheren und nachhaltigeren Umsetzung führen. Ohne die Unterstützung der Bürger wird der Wandel zu einer Netto-Null-Stadt nicht zu einem nachhaltigen oder gerechten Ergebnis für die Bürger führen.

Dieser Indikatorensatz soll die Bereitschaft der Regierung zur gemeinsamen Gestaltung und zur Bürgerbeteiligung bewerten und dabei auch die Bereitschaft der Bürger zum Engagement berücksichtigen. Er soll messen, inwieweit eine Regierung inklusiv ist, wenn es darum geht, aktuelle Herausforderungen in Zusammenarbeit mit den Bürgern anzugehen. Die Einbindung der Bürger muss in unterschiedlichen Formen und zu verschiedenen Themen erfolgen, um die Einbeziehung verschiedener gesellschaftlicher Gruppen zu gewährleisten. Nicht nur das Engagement der Bürger, sondern auch die Beteiligung der Behörden an Entwurfszenarien wird bewertet, um die Qualität der Beteiligung zu messen.

Die Daten für diesen Indikatorensatz sind teilweise sehr einfach zu erheben, indem die Anzahl der beteiligten Bürger oder die Anzahl der Maßnahmen zur Klimaneutralität quantitativ ausgewertet wird. Die Erhebung der Informationen kann jedoch sehr zeitaufwendig sein, und die Aufzeichnungen geben möglicherweise kein getreues Bild der Situation wieder. Daher sind zwar manchmal nur wenige Daten erforderlich, doch ist es schwierig, diese im sozialen Kontext zu verstehen.

4.2.2.1 Indikatorensatz

Tabelle 17 Indikatorensatz „Partizipations- und Beteiligungsmöglichkeiten der Stadt“

Bezeichnung des Indikators	Politische Unterstützung zur Förderung der Klimaneutralität	Bürgerbeteiligung an der Mitgestaltung/dem Mitentwurf von Maßnahmen zur Klimaneutralität
Maßeinheit	Anzahl	Anzahl
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Anzahl der Maßnahmen zur Förderung der Klimaneutralität	Anzahl der Personen, die an dem partizipativen Prozess beteiligt sind, der während der Konzeption und Umsetzung des Aktionsplans zum „Climate City Contract“ eingerichtet wurde.
Quelle	In Anlehnung an PHUSICOS (Fördervereinbarung Nr. 776681) in: Europäische Union (2021c) <i>Evaluating the Impact of Nature-based Solutions</i> – Anhang zu den Methoden, S. 843	PHUSICOS (Fördervereinbarung Nr. 776681) In: Europäische Union (2021c) <i>Evaluating the Impact of Nature-based Solutions</i> – Anhang zu den Methoden, S. 852)
Berechnungsformel	Anzahl der Maßnahmen, die die Stadt zur Förderung der Klimaneutralität ergriffen hat, abgeleitet aus öffentlich zugänglichen Beschlüssen des Stadtrats aus dem Basisjahr.	Gesamtzahl der Personen, die an Sitzungen zur gemeinsamen Entwicklung oder Gestaltung von Projekten im Bereich soziale Innovation und Klimaneutralität beteiligt waren.

4.2.2.2 Anwendungsbeispiele

Politische Unterstützung zur Förderung der Klimaneutralität

Der Indikator entspricht der Gesamtzahl der Maßnahmen, die die Stadt zur Förderung der Klimaneutralität verabschiedet hat, abgeleitet aus öffentlich zugänglichen Beschlüssen des Stadtrats ab dem Basisjahr.



Bürgerbeteiligung an der gemeinsamen Gestaltung von Maßnahmen zur Klimaneutralität

Dieser Indikator entspricht der Gesamtzahl der Personen, die an partizipativen Prozessen beteiligt waren, die im Rahmen der Konzeption und Umsetzung des Aktionsplans zum „Climate City Contract“ eingerichtet wurden. Die Kommunen führen Aufzeichnungen über die Anzahl der Bürger, die an Präsenztreffen oder anderen Aktivitäten teilgenommen haben. Bei der Bewertung des Bürgerengagements sollten nicht nur direkte/persönliche Interaktionen zwischen Bürgern und Entscheidungsträgern berücksichtigt werden, sondern auch das Online-Engagement (über das Internet oder per App/Smartphone). Softwareanbieter und/oder Plattformbetreiber können Kennzahlen zur Anzahl der eindeutigen Besucher bereitstellen, die zur Berechnung des digitalen Bürgerengagements herangezogen werden können.



4.2.3 Soziale Innovation

Soziale Innovation spielt, wie weithin anerkannt ist, eine wichtige Rolle bei der Transformation hin zur Klimaneutralität. Soziale Innovation ermöglicht kooperative und menschenzentrierte Praktiken und Lösungen für komplexe Herausforderungen, da sie das Ökosystem aktiviert, indem sie Partnerschaften und gemeinsame Gestaltung zur Senkung der Treibhausgasemissionen fördert. Eine Innovation ist daher sozial, wenn sie gesellschaftlich akzeptiert ist und sich in der Gesellschaft oder bestimmten Teilbereichen verbreitet und schließlich als neue soziale Praxis institutionalisiert wird (Howaldt und Hochgerner, 2018). Da soziale Innovation jedoch nicht nur ein Ergebnis, sondern auch ein Veränderungsprozess ist, ist es entscheidend, die auf dem Weg zur Klimaneutralität erzielten Fortschritte bewerten und tiefgreifend verstehen zu können, Erfolge zu analysieren und Lernprozesse für alle lokalen Akteure sowie für andere Städte zu ermöglichen. Daher wurde im NZC-Deliverable 2.7 (POLIMI) eine umfassende Liste von Evaluationsfragen und Indikatoren zur sozialen Innovation beschrieben, die auf mehreren Evaluationsrahmenwerken basiert (wie z. B. RESINDEX: Regional Social Innovation Index (Sinnergiak 2013); SIMRA: Innovative Methoden zur Bewertung sozialer Innovation und ihrer Auswirkungen in marginalisierten ländlichen Gebieten (Secco et al. 2020); EU POLIS: Integrierte NBS-basierte Stadtplanungsmethodik zur Verbesserung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Bürger (EU-Polis 2021); NBS: Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen – Anhang zu den Methoden) sowie durch die Bestandsaufnahme von 30 verschiedenen städtischen Projekten zur sozialen Innovation im Bereich der Klimaneutralität, die in NZC-Ergebnisdokument

9.1 beschrieben sind. Die folgende Reihe von Indikatoren stellt eine Auswahl der wichtigsten Ergebnisindikatoren für soziale Innovation zur Wirkungsüberwachung dar. Jeder Indikator bezieht sich auf spezifische Maßnahmen der sozialen Innovation, wie sie im NZC-Ergebnisdokument 9.3 und in den zugehörigen Publikationen (Bresciani et al. 2023) beschrieben sind. Ein umfassender Katalog von Indikatoren für soziale Innovation, aus dem Städte die für bestimmte Reifegrade und Projekte am besten geeigneten Maßnahmen auswählen können, ist in Anhang B enthalten.

4.2.3.1 Indikatorensatz

Tabelle 18 Indikatorensatz für soziale Innovation 1

Bezeichnung des Indikators	Kompetenz- und Kapazitätsaufbau – Experten für soziale Innovation	Kompetenz- und Kapazitätsaufbau – Aktivitäten zur Entwicklung von Kompetenzen im Bereich der sozialen Innovation
Maßeinheit	# Anzahl	# Anzahl
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Gesamtzahl der Personen, die am Übergangsteam/der Arbeitsgruppe der Stadt mitwirken und über Fachwissen im Bereich soziale Innovation für Klimanachhaltigkeit verfügen, einschließlich Mitarbeiter der öffentlichen Verwaltung und anderer Fachkräfte mit Kompetenzen im Bereich soziale Innovation oder Co-Creation (z. B. Beamte, die an Schulungen zur sozialen Innovation für Klimaneutralität teilgenommen haben, Fachkräfte aus universitären Zentren mit Schwerpunkt auf sozialer Innovation, Fachleute aus Beratungsunternehmen für soziale Innovation usw.)	Gesamtzahl der Personen, die an Maßnahmen zum Kapazitätsaufbau beteiligt sind (d. h. Workshops/Sensibilisierungskampagnen zur Steigerung des Bewusstseins für soziale Innovation im Hinblick auf Klimaneutralität bei der öffentlichen Verwaltung, den Bürgern, städtischen Akteuren usw.)
Quelle	Mureddu, F., Bresciani, S. & Rizzo, F. (2022). <i>Bericht über Indikatoren und Bewertungsmethoden für Aktionspläne zur sozialen Innovation</i> . NetZeroCities D2.7.	Mureddu, F., Bresciani, S. & Rizzo, F. (2022). <i>Bericht über Indikatoren und Bewertungsmethoden für Aktionspläne zur sozialen Innovation</i> . NetZeroCities D2.7.
Berechnungsformel	Gesamtzahl der Experten für soziale Innovation im Übergangsteam: Diese Information könnte durch Ermittlung der Anzahl der Experten aus	Gesamtzahl der an Maßnahmen zum Kapazitätsaufbau beteiligten Personen – diese Information könnte aus Anmelde Listen gewonnen werden.

Titel des Indikators	Kompetenzen und Kapazitätsaufbau – Experten für soziale Innovation	Kompetenzen und Kapazitätsaufbau – Maßnahmen zur Entwicklung von Kompetenzen im Bereich soziale Innovation
	Soziale Innovation im Übergangsteam sowie durch die Auswertung eines Ausschreibungs- und Beschaffungsrahmens.	

Tabelle 19 Indikatorensatz 2 zur sozialen Innovation

Titel des Indikators	Befähigung und Inklusion – Inklusion und Zusammenarbeit	Fördermittel für Initiativen zur sozialen Innovation im Bereich der Klimaneutralität
Maßeinheit	# Anzahl	# Anzahl (Euro)
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Wie viele neue Sozialunternehmen oder soziale Innovationen (Netzwerke/Partnerschaften) wurden in der Stadt gegründet, um dank der von der öffentlichen Verwaltung eingerichteten Co-Creation-Plattformen Klimaneutralität zu erreichen?	Gesamtbetrag der Mittel, die für die sozialen Innovationsinitiativen der Stadt bereitgestellt wurden (für Schulungen, für die Gründung sozialer Innovationsunternehmen, für Plattformen usw.) nach Kategorien: Philanthropie, Crowdfunding, Sozialanleihen, sektorübergreifende Partnerschaften, Eigentümerwechsel, Plattformen zur Gewinnung von Investoren, Sachspenden, Stunden an ehrenamtliche Arbeit, Sonstiges.
Quelle	Mureddu, F., Bresciani, S. & Rizzo, F. (2022). Bericht über Indikatoren und Bewertungsmethoden für Aktionspläne zur sozialen Innovation. NetZeroCities D2.7.	Mureddu, F., Bresciani, S. & Rizzo, F. (2022). Bericht über Indikatoren und Bewertungsmethoden für Aktionspläne zur sozialen Innovation. NetZeroCities D2.7.
Berechnungsformel	Die Informationen können dem Initiativenregister der Städte entnommen werden.	Informationen könnten aus dem Haushaltausgang einer Stadt entnommen werden.

4.2.3.2 Anwendungsbeispiele

Die Bewertung sozialer Innovation auf der Grundlage von Aktivitäten, Outputs und Outcomes wurde zur Bewertung von 11 Fällen (Spanien, Finnland, Niederlande, Italien, Schweiz, Österreich, Tunesien usw.) im Rahmen des EU-finanzierten Projekts SIMRA (Soziale Innovation in marginalisierten ländlichen Gebieten, GA Nr. 677622 D.5.2 und D5.3) angewendet. Ein ähnlicher Ansatz lässt sich auf Städte übertragen: Kommunen erheben Daten, indem sie die Beteiligung an Initiativen erfassen und Expertenmeinungen einholen.

4.2.4 Soziale Gerechtigkeit

Soziale Gerechtigkeit befasst sich damit, wie Vorteile und negative Auswirkungen gleichmäßig unter den Bürgern einer Gesellschaft verteilt sind. Das bedeutet, dass keine Einzelperson oder Personengruppe durch bestimmte Regeln und politische Maßnahmen stärker begünstigt oder benachteiligt wird als andere. Da es schwierig ist, zu bestimmen, was gut und was schlecht ist, wird dies oft anhand der Arbeitslosenquote oder der Einkommensungleichheit gemessen. Dies reicht vom Fehlen eines existenzsichernden Lohns bis hin zu Lohnungleichheit unter bestimmten Mitgliedern der Gemeinschaft. Der zugrunde liegenden Idee zufolge werden alle Bürger derselben Gesellschaft gleich behandelt (Miler (1999), S. 3–5).

In diesem Fall wird der Gini-Koeffizient herangezogen. Er berechnet die Abweichung eines Landes von einer vollkommen gleichmäßigen Einkommensverteilung auf einer Skala von 0 (vollkommene Gleichheit) bis 100 (vollkommene Ungleichheit). Er basiert auf der kumulativen Verteilung der Bevölkerung im Verhältnis zum kumulativen Einkommen (eurostat.at).

Der Gini-Index oder Gini-Koeffizient misst die Einkommensverteilung innerhalb einer Bevölkerung. Er wurde 1912 vom italienischen Statistiker Corrado Gini entwickelt und dient häufig als Maßstab für wirtschaftliche Ungleichheit, wobei er die Einkommensverteilung oder, seltener, die Vermögensverteilung innerhalb einer Bevölkerung misst.

4.2.4.1 Indikatorenatz

Tabelle 20: Indikatorenatz zur sozialen Gerechtigkeit

Bezeichnung des Indikators	Gini-Koeffizient
Maßeinheit	#
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Gini-Koeffizient misst die Ungleichheit zwischen den Werten einer Häufigkeitsverteilung, beispielsweise bei Einkommensniveaus. Ein Gini-Koeffizient von 0 steht für vollkommene Gleichheit, bei der alle Einkommens- oder Vermögenswerte gleich sind, während ein Gini-Koeffizient von 1 (oder 100 %) die maximale Ungleichheit zwischen den Werten widerspiegelt.
Quelle	Basierend auf Eurostat (2022), <i>Lebensbedingungen in Europa – Einkommensverteilung und Einkommensungleichheit</i> .
Berechnungsformel	$\text{Gini-Koeffizient} = A / (A + B)$ Dabei ist A die Fläche oberhalb der Lorenzkurve und B die Fläche unterhalb der Lorenzkurve. Eine Lorenzkurve ist eine grafische Darstellung der Einkommens- oder Vermögensverteilung innerhalb einer Bevölkerung. Ein Lorenzkurven-Diagramm zeigt die Perzentile der Bevölkerung im Verhältnis zum kumulativen Einkommen oder Vermögen der Personen, die diesem Perzentil angehören oder darunter liegen.

4.2.4.2 Anwendungsbeispiele

Eurostat (2022) hat einen Online-Artikel veröffentlicht, der auf Daten basiert, die im November 2022 erhoben wurden. Der Artikel trägt den Titel „*Lebensbedingungen in Europa – Einkommensverteilung und Einkommensungleichheit*“. In Bezug auf den Gini-Koeffizienten enthält er einen Abschnitt über „*Einkommensungleichheit, gemessen am Gini-Koeffizienten, der in 11 Mitgliedstaaten über dem EU-Durchschnitt liegt*“. Darin wird beschrieben, dass der Gini-Koeffizient angibt, inwieweit die Einkommensverteilung innerhalb eines Landes von einer vollkommen gleichmäßigen Verteilung abweicht. Ein Gini-Wert von 100 % bedeutet, dass eine einzige Person das gesamte Einkommen des Landes erhält, während ein Gini-Wert von 0 % bedeutet, dass das Einkommen gleichmäßig über die Bevölkerung verteilt ist. Im Jahr 2021 lag der Gini-Koeffizient für die EU bei 30,1 %. Im Jahr 2021 war die Ungleichheit beim verfügbaren Einkommen in der EU am höchsten.

in Bulgarien (39,7 %), Lettland (35,7 %), Litauen (35,4 %) und Rumänien (34,3 %). Demgegenüber war das Einkommen unter den EU-Mitgliedstaaten in Slowenien (23,0 %) und der Slowakei (20,9 %, Daten von 2020) am gleichmäßigsten verteilt.

Der Gini-Koeffizient kann auf Städte angewendet werden, da er ein wichtiges Instrument zur Analyse der Einkommens- oder Vermögensverteilung ist; er sollte jedoch nicht mit einer absoluten Messung von Einkommen oder Vermögen verwechselt werden. Es ist zu beachten, dass

1. der Gini-Koeffizient ein statistisches Maß ist, das Ungleichheit berechnet.
2. Er misst die Ungleichheit, indem er die Einkommensverteilung innerhalb der Stadt (in diesem Fall) erfasst.
3. Obwohl der Gini-Koeffizient die Vermögensungleichheit misst, erfasst er nicht das Gesamtvermögen und berücksichtigt es auch nicht.

Eine Stadt mit hohem Einkommen und eine Stadt mit niedrigem Einkommen können denselben Gini-Koeffizienten aufweisen, solange die Einkommen innerhalb der jeweiligen Stadt ähnlich verteilt sind.

4.2.5 Sozialer Zusammenhalt, Geschlecht, Gleichstellung, Gerechtigkeit

Die Definitionen von „schutzbedürftigen“ und „unterrepräsentierten“ Gruppen in der Gesellschaft variieren etwas, doch im Allgemeinen können die folgenden Gruppen als diskriminierungsgefährdet und/oder unterrepräsentiert angesehen werden:

- Frauen und Mädchen
- Kinder
- Flüchtlinge
- Binnenvertriebene
- Staatenlose
- Nationale Minderheiten
- Indigene Völker
- Wanderarbeitnehmer
- Menschen mit Behinderungen
- Ältere Menschen
- HIV-positive Menschen und AIDS-Kranke
- Roma/Zigeuner/Sinti
- Lesben, Schwule, Bisexuelle, Transgender, Queers und Menschen mit einer anderen Geschlechtsidentität (LGBTQ+)

Es sind besondere Anstrengungen erforderlich, um sicherzustellen, dass diese Gruppen gleichberechtigt vertreten sind und die Möglichkeit erhalten, sich an Projekten zur Klimaneutralität zu beteiligen. Die gezielte Einbindung schutzbedürftiger und/oder unterrepräsentierter Gruppen in Projekte zur Klimaneutralität stärkt den sozialen Zusammenhalt und die Vielfalt und erschließt gleichzeitig ungenutztes Sozialkapital.

4.2.5.1 Indikatorenansatz

Tabelle 21: Indikatorenansatz zu sozialem Zusammenhalt, Geschlechtergleichstellung, Gleichheit und Gerechtigkeit

Bezeichnung des Indikators	Einbeziehung verschiedener sozialer Gruppen
Maßeinheit	Likert-Skala (Zahl)
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	„Das Ausmaß, in dem das NZC-Projekt zu einer verstärkten Beteiligung von Personengruppen geführt hat, die in der Gesellschaft typischerweise unterrepräsentiert sind.“ (NBS, Anhang zu den Methoden, S. 920).
Quelle	Europäische Union (2021c), <i>Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen – Anhang zu den Methoden</i> . S. 920. Ebenfalls berücksichtigt: Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .
Berechnungsformel	5-Punkte-Likert-Skala (Berechnung des Mittelwerts)

4.2.5.2 Anwendungsbeispiele

Einbeziehung verschiedener sozialer Gruppen

Die Definitionen von „schutzbedürftigen“ und „unterrepräsentierten“ Gruppen in der Gesellschaft variieren zwar etwas, doch im Allgemeinen können die folgenden Gruppen als diskriminierungsgefährdet und/oder unterrepräsentiert angesehen werden:

- Frauen und Mädchen
- Kinder
- Flüchtlinge
- Binnenvertriebene
- Staatenlose
- Nationale Minderheiten
- Indigene Völker
- Wanderarbeitnehmer
- Menschen mit Behinderungen
- Ältere Menschen
- HIV-positive Menschen und Menschen mit AIDS
- Roma/Zigeuner/Sinti
- Lesben, Schwule, Bisexuelle, Transgender, Queers und Menschen mit einer anderen Geschlechtsidentität (LGBTQ+)

Es sind besondere Anstrengungen erforderlich, um sicherzustellen, dass diese Gruppen gleichberechtigt vertreten sind und die Möglichkeit erhalten, sich an NBS-Projekten zu beteiligen. Die gezielte Einbindung schutzbedürftiger und/oder unterrepräsentierter Gruppen in NBS-Projekte stärkt den sozialen Zusammenhalt und die Vielfalt und erschließt gleichzeitig ungenutztes Sozialkapital.

Die Beteiligung schutzbedürftiger oder traditionell unterrepräsentierter Gruppen an Projekten oder spezifischen Maßnahmen im Zusammenhang mit der Klimaneutralität lässt sich anhand einer fünfstufigen Likert-Skala qualitativ bewerten:

Überhaupt nicht – 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — Ausgezeichnet

1. **Überhaupt nicht:** Das Projekt hat die Beteiligung von Gruppen, die in der Gesellschaft nicht gut vertreten sind, nicht erhöht.
2. **Schlecht:** Das Projekt hat hinsichtlich der Beteiligung von in der Gesellschaft unterrepräsentierten Gruppen wenig bewirkt.
3. **Befriedigend:** Das Projekt hat die Beteiligung von in der Gesellschaft unterrepräsentierten Gruppen etwas gesteigert.
4. **Gut:** Das Projekt hat die Beteiligung von in der Gesellschaft unterrepräsentierten Gruppen deutlich gesteigert.
5. **Ausgezeichnet:** Die Teilhabe von in der Gesellschaft unterrepräsentierten Gruppen hat sich durch das Projekt deutlich verbessert.

Informationen zur Bewertung der Leistung eines bestimmten NBS-Projekts hinsichtlich der Teilhabe schutzbedürftiger oder traditionell unterrepräsentierter Gruppen lassen sich aus der Projektdokumentation und/oder aus Interviews mit den Projektleitern und Interessengruppen (einschließlich Vertretern der Zielgruppen) gewinnen.

Die Indikatoren wurden im EU-finanzierten Projekt [„CONNECTING Nature“](#) in elf europäischen Städten eingesetzt. (Weitere Einzelheiten: Fördervereinbarung Nr. 730222 – Dumitru, A., et al. (2019) Deliverable 1.1). Ein Fragebogen mit den validierten Skalen wird den Bürgern über Online-Medien und im Rahmen einer persönlichen Datenerhebung vorgelegt.

4.2.6 Funktionsweise demokratischer Institutionen

Der Prozentsatz der Wahlberechtigten, die bei der letzten Kommunalwahl ihre Stimme abgegeben haben, ist ein Indikator für das Ausmaß der Bürgerbeteiligung und das Interesse der Öffentlichkeit an der Kommunalpolitik (ISO/DIS 37120, 2013).

Die überwiegende Mehrheit der Analysten hält eine hohe Wahlbeteiligung für wünschenswerter als eine niedrige, da dies bedeutet, dass die Regierung mit größerer Wahrscheinlichkeit die Interessen eines größeren Teils der Bevölkerung widerspiegelt. Eine niedrige Wahlbeteiligung deutet darauf hin, dass das demokratische System möglicherweise nicht die Interessen aller Bürger widerspiegelt.

Es ist jedoch zu beachten, dass dieser Indikator lediglich den Grad der Beteiligung an der demokratischen Institution aufzeigt, nicht jedoch den Grad der Zufriedenheit der Bevölkerung. In manchen Fällen kann eine hohe Wahlbeteiligung bedeuten, dass die Bevölkerung mit der Führung und dem Handeln ihrer Kommunalverwaltung unzufrieden ist.

4.2.6.1 Indikatorenansatz

Tabelle 22 Indikatorenansatz zum Funktionieren demokratischer Institutionen

Bezeichnung des Indikators	Wahlbeteiligung
Maßeinheit	Prozent der Bevölkerung
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Prozentualer Anteil der Personen, die bei der letzten Kommunalwahl ihre Stimme abgegeben haben, gemessen an der Gesamtzahl der Wahlberechtigten.
Quelle	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .
Berechnungsformel	Die Wahlbeteiligung bei der letzten Kommunalwahl berechnet sich aus der Anzahl der Personen, die bei der letzten Kommunalwahl ihre Stimme abgegeben haben (Zähler), geteilt durch die wahlberechtigte Bevölkerung der Stadt (Nenner). Das Ergebnis wird anschließend mit 100 multipliziert und als Prozentsatz ausgedrückt: $(\text{Personen, die ihre Stimme abgegeben haben} / \text{Gesamtzahl der Wahlberechtigten}) * 100$

4.2.6.2 Anwendungsbeispiele

Wenn eine Stadt beispielsweise 1.000.000 Einwohner hat und 300.000 Personen an einer Kommunalwahl teilgenommen haben, würde die Berechnung wie folgt erfolgen:

$$300.000 / 1.000.000 = 0,30 * 100 = 30 \%$$

Mit anderen Worten: Die Wahlbeteiligung lag bei 30 %.

Es ist zu beachten, dass in Ländern mit Wahlpflicht der Prozentsatz der Stimmen (Stimmzettel) anzugeben ist, die weder leer noch ungültig sind. Dies gibt Aufschluss über den Anteil der positiven Wahlbeteiligung.

Es besteht ein Unterschied zwischen Wahlberechtigten und registrierten Wählern. In einigen Ländern müssen sich die Bürger (aktiv) registrieren lassen, um wählen zu dürfen. In allen anderen Ländern sind Wahlberechtigte und registrierte Wähler ein und dieselbe Gruppe. Auch dies sollte beachtet werden.

Die Stärke dieses Indikators liegt darin, dass er ein absoluter Wert ist, der das Ausmaß der politischen Beteiligung widerspiegelt. Seine Schwäche besteht darin, dass es schwierig sein kann, die zugrunde liegenden Ursachen für sinkende Wahlbeteiligungsquoten zu ermitteln. Eine niedrige Wahlbeteiligung kann auf Desillusionierung oder Gleichgültigkeit zurückzuführen sein, oder sogar auf selbstgefällige Zufriedenheit mit der Art und Weise, wie die Stadt regiert wird. Umgekehrt kann eine hohe Wahlbeteiligung auf Gesetze zur Wahlpflicht (wie in Australien und Belgien) oder auf Zwang zurückzuführen sein.

4.2.7 Verhaltensänderung hin zu einem kohlenstoffarmen Lebensstil und entsprechenden Praktiken

Die Verhaltensänderung hin zu einem kohlenstoffarmen Lebensstil spiegelt das Bewusstsein und die Akzeptanz der Bürger für nachhaltigere Veränderungen wider. Dies betrifft alle Bereiche, von der Energie über den Verkehr bis hin zu den Ausgaben, wobei der Rückgang des Energieverbrauchs am wichtigsten ist.

Diese Indikatorensätze sollten Verhaltensänderungen in Bezug auf Energieverbrauch, Mobilität und Haushaltsausgaben sowie ein umfassendes Verständnis des Umweltverhaltens in einer Gesellschaft aufzeigen. Sie können somit Aufschluss darüber geben, ob die umgesetzten Maßnahmen funktionieren und von der Bevölkerung akzeptiert werden.

Die Daten dieser Indikatoren sind leicht verständlich, da sie einfach zu erheben und zu messen sind. Dennoch muss die Aussagekraft der Zahlen immer im Kontext betrachtet werden.

4.2.7.1 Indikatorensatz

Tabelle 23: Indikatorensatz zur Verhaltensänderung hin zu einem kohlenstoffarmen Lebensstil und entsprechenden Praktiken

Bezeichnung des Indikators	Energieverbrauch pro Haushalt	Anteil umweltfreundlicher Verkehrsmittel (Radfahren, Zufußgehen und öffentlicher Nahverkehr)
Maßeinheit	kWh	%
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Ein gemessener Trend des Energieverbrauchs eines Haushalts in kWh. Vergleiche können auf vierteljährlicher oder jährlicher Basis angestellt werden.	Ein Anstieg des Anteils von Fußwegen, Radfahren und öffentlichen Verkehrsmitteln deutet darauf hin, dass sich das Mobilitätsverhalten der lokalen Bevölkerung verändert hat und die Präferenz für klimafreundliche Mobilitätsoptionen gestiegen ist. Die Verkehrsmittel Gehen, Radfahren und öffentliche Verkehrsmittel werden als umweltfreundliche Verkehrsmittel zusammengefasst, da sie keine (Gehen und Radfahren) oder zumindest deutlich weniger (öffentliche Verkehrsmittel) Treibhausgasemissionen verursachen als die Verkehrsmittel Privat-Pkw oder Motorräder. Der Indikator lässt sich definieren als die durchschnittliche Anzahl der Fahrten pro Tag, die ein Einwohner der Stadt zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurücklegt, ausgedrückt als Prozentsatz der durchschnittlichen Gesamtzahl der Wege pro Einwohner und Tag.
Quelle	k. A.	k. A.
Berechnungsformel	Nachstehend wird eine Formel angegeben; wir sind jedoch davon ausgegangen, dass alle Missionsstädte Zugang zu Mikrozensusdaten zum Energieverbrauch der Haushalte haben. Alternativ könnten diese Informationen auch über Zählerdaten, Energie	$MS_{green} = \frac{T_w + T_b + T_{train} + T_{bus} + T_{tram}}{T_{total}} \times 100$ Where: T_w = Walking trips per capita and day T_b = Bike trips per capita and day

Bezeichnung des Indikators	Energieverbrauch pro Haushalt	Anteil umweltfreundlicher Verkehrsmittel (Radfahren, Zufußgehen und öffentlicher Nahverkehr)
	Rechnungen oder direkt bei den Energieversorgern: Multiplizieren Sie die Leistung in kW mit der Anzahl der Stunden, die Haushaltsgeräte pro Tag, pro Woche oder pro Monat genutzt werden. Diese Informationen könnten auch über Zählerdaten ermittelt werden.	$T_{train} = \text{Train trips per capita and day}$ $T_{bus} = \text{Bus trips per capita and day}$ $T_{tram} = \text{Tram trips per capita and day}$ $T_{total} = \text{Total trips per capita and day}$

4.2.7.2 Anwendungsbeispiele

Verkehrsmittelanteile

Im Jahr 2019 unternahmen die Einwohner von Happy City durchschnittlich 3,2 Fahrten pro Tag. 40 % aller Fahrten wurden mit privaten PKWs und Fahrrädern zurückgelegt, 15 % der Fahrten erfolgten mit öffentlichen Verkehrsmitteln, 10 % waren Fußwege und weitere 10 % wurden mit dem Fahrrad zurückgelegt. Die restlichen 25 % waren multimodale Fahrten, von denen 15 % die Nutzung von Autos und Motorrädern umfassten, während 10 % ausschließlich umweltfreundliche Verkehrsmittel (zu Fuß, mit dem Fahrrad und mit öffentlichen Verkehrsmitteln) umfassten.

Um den Anteil umweltfreundlicher Verkehrsmittel im Basisjahr zu berechnen, führte der zuständige Beamte folgende Berechnung durch: Anteil des öffentlichen Nahverkehrs (15 %) + Anteil der Fußwege (10 %) + Anteil der Fahrradfahrten (10 %) + multimodale Fahrten, die ausschließlich umweltfreundliche Verkehrsmittel umfassen (10 %) = Anteil umweltfreundlicher Verkehrsmittel (45 %).

Im Jahr 2024 berichtet Happy City erstmals über ihre Fortschritte an die NetZero Cities Platform. Bei der Erstellung des Berichts stellt der zuständige Beamte fest, dass der Anteil des öffentlichen Nahverkehrs von 15 % auf 17 % und der Anteil des Radfahrens von 10 % auf 13 % gestiegen ist. Der Anteil umweltfreundlicher Verkehrsmittel beträgt nun 50 %, sodass Happy City einen Anstieg von 5 % im Vergleich zum Basisjahr meldet.

Im Jahr 2026 erstattet Happy City zum zweiten Mal Bericht im Vergleich zum Basisjahr. Nun sind die Fußwege und die umweltfreundlichen multimodalen Fahrten jeweils um 5 % gestiegen. Der Anteil umweltfreundlicher Verkehrsmittel liegt nun bei 60 %, und Happy City meldet einen Anstieg von 5 % gegenüber dem Basisjahr.

Energieverbrauch pro Haushalt

Es wird davon ausgegangen, dass alle Projektstädte Zugang zu Mikrozensusdaten zum Energieverbrauch der Haushalte haben. Alternativ könnten diese Informationen über Zählerdaten, Energierechnungen oder direkt von den Energieversorgungsunternehmen bezogen werden:

4.3 Digitalisierung und intelligente Stadttechnologie

Der Übergang einer Stadt zur Klimaneutralität verspricht nicht nur, dem Klimawandel entgegenzuwirken, sondern bietet auch erhebliches Potenzial, die Einführung und Marktakzeptanz digitaler Technologien und Smart-City-Lösungen zu fördern. Dieser doppelte Ansatz kann vielfältige Vorteile für städtische Umgebungen und ihre Bewohner mit sich bringen.

Dieser Wandel dürfte die Einführung kohlenstoffarmer Technologien fördern, die für die Dekarbonisierung der Energie- und Verkehrssysteme unerlässlich sind. Viele dieser Technologien haben ihren Ursprung im digitalen Bereich, in dem Innovation eine entscheidende Rolle spielt. So kann beispielsweise der Einsatz intelligenter Stromzähler die Energieeffizienz von Gebäuden erheblich steigern. Diese Geräte ermöglichen eine Echtzeitüberwachung des Energieverbrauchs und damit die Identifizierung von Einsparpotenzialen. Darüber hinaus kann digitale Technologie Gebäudeenergiemanagementsysteme so unterstützen, dass sie nicht nur den Energiebedarf von Gebäuden durch eine bessere Steuerung senken, sondern auch die Nutzung lokal erzeugter erneuerbarer Energiequellen optimieren.

Das Streben nach Klimaneutralität geht Hand in Hand mit nachhaltigem Wirtschaftswachstum und der Schaffung grüner Arbeitsplätze. Diese Fokussierung auf Nachhaltigkeit kann Investitionen in digitale Technologien und Smart-City-Lösungen ankurbeln. Initiativen wie die Infrastruktur für erneuerbare Energien, Ladenetzwerke für Elektrofahrzeuge und energieeffiziente Gebäudesysteme erfordern allesamt fortschrittliche digitale Werkzeuge und IoT-Technologie. Die Aussicht auf eine wachsende grüne Wirtschaft kann Investitionen des privaten Sektors in die Digitalisierung anziehen, da sie mit den Nachhaltigkeitszielen der Städte im Einklang steht.

Im Wesentlichen geht der Weg zur Klimaneutralität nicht nur auf Umweltbelange ein, sondern bietet auch einen fruchtbaren Boden für das Wachstum der Digitalisierung und die Einführung digitaler Smart-City-Lösungen. Das Zusammenspiel dieser beiden Ziele fördert nicht nur die Nachhaltigkeit, sondern verbessert auch die Lebensqualität und die wirtschaftlichen Aussichten in städtischen Umgebungen.

4.3.1 Grüne IKT und Smart Metering

Die OECD (2020) definiert Smart Cities als „Städte, die die Digitalisierung nutzen und Interessengruppen einbinden, um das Wohlbefinden der Menschen zu verbessern und inklusivere, nachhaltigere und widerstandsfähigere Gesellschaften aufzubauen“. Solche Überlegungen sollten ebenfalls berücksichtigt und als wichtig für die Schaffung einer klimaneutralen Stadt angesehen werden. Dennoch ist zu beachten, dass es keine Garantie dafür gibt, dass alle Smart-City-Initiativen automatisch das Wohlbefinden aller verbessern. In einigen Fällen kann die Digitalisierung Herausforderungen und Gefahren mit sich bringen, darunter Datenschutzrisiken, regulatorische Herausforderungen und zunehmende Ungleichheiten.

Im Hinblick auf intelligente Zähler ermöglichen Datenerfassungsnetzwerke und -infrastruktur den Städten den Aufbau von Netzwerken zwischen lokalen Behörden und relevanten externen Stellen oder Partnern aus der Privatwirtschaft, um Datensätze zu Energie und Wasser sowie zu anderen wichtigen städtischen Dienstleistungen zusammenzuführen. Letztendlich stärkt die Messung im Rahmen von Smart Cities die Rechenschaftspflicht und hilft den Bürgern dabei, zu überwachen, wie die Verwaltungen ihre Zusagen einhalten.

So können beispielsweise intelligente Stromzähler dazu beitragen, den Energieverbrauch zu optimieren, wodurch Treibhausgasemissionen gesenkt werden und die Menschen gleichzeitig Geld bei ihren Energiekosten sparen können. Städte würden enorm von aggregierten und anonymisierten Energiedaten zum monatlichen Verbrauch pro Gebäude profitieren. Sie könnten diese nutzen, um die Energiewende zu unterstützen und den Verbrauch zu optimieren. Digitale Innovation ist ein Mittel, um städtische Dienstleistungen grundlegend effizienter zu gestalten. Vor diesem Hintergrund zielt der unten aufgeführte Indikatorensatz darauf ab, den Grad der intelligenten Verbrauchsmessung in Städten in Bezug auf Energie und Wasser sowie die damit verbundenen Auswirkungen zu ermitteln.

4.3.1.1 Indikatorensetz

Tabelle 24: Indikatorensetz für grüne IKT und intelligente Messsysteme

Indikatorbezeichnung	Prozentualer Anteil der Haushalte und Gebäude, deren Energieverbrauch durch die Installation intelligenter Energiezählern	Anteil der Haushalte und Gebäude, deren Wasserverbrauch durch die Installation intelligenter Wasserzähler gesenkt wurde	Prozentualer Anteil der kommunalen Gebäude, die mit Gebäudeenergiemanagementsystemen ausgestattet sind
Maßeinheit	Prozent der Haushalte	Prozent der Haushalte	% der öffentlichen Gebäude
Vorgeschrieben oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Ein Smart Meter ist ein elektronisches Gerät, das Informationen – wie beispielsweise den Stromverbrauch – erfasst und diese an den Verbraucher und die entsprechenden Versorger übermittelt. Dieser Indikator dient dazu, die Auswirkungen der Installation eines intelligenten Stromzählers in einem Haushalt oder Gebäude auf den Energieverbrauch sowie die damit verbundenen Verhaltensänderungen zu überwachen. Darüber hinaus eignet er sich auch dazu, die Möglichkeiten für die Durchführung von Analysen zu bewerten und bessere sowie effizientere städtische Dienstleistungen in Echtzeit anzubieten.	Ein Smart Meter ist ein elektronisches Gerät, das Informationen – wie beispielsweise den Wasserverbrauch – erfasst und diese an den Verbraucher sowie die entsprechenden Versorger übermittelt. Dieser Indikator dient dazu, die Auswirkungen der Installation eines intelligenten Wasserzählers in einem Haushalt oder Gebäude auf den Wasserverbrauch sowie die damit verbundenen Verhaltensänderungen zu überwachen. Darüber hinaus eignet er sich auch dazu, die Möglichkeiten für die Durchführung von Analysen und die Bereitstellung besserer und effizienterer städtischer Dienstleistungen in Echtzeit zu bewerten.	Der Indikator erfasst die Anzahl der kommunalen Gebäude, die mit Gebäudeenergiemanagementsystemen ausgestattet sind. Öffentliche Gebäude sind definiert als Nichtwohngebäude (z. B. Bürogebäude, Schulen, Feuerwachen usw.), die sich im Besitz der Stadt befinden. Gebäudeenergiemanagementsysteme (BEMS) werden definiert als „integrierte Gebäudeautomations- und Energiemanagementsysteme, die IT oder IKT sowie intelligente und interoperable digitale Kommunikationstechnologien nutzen, um einen ganzheitlichen Ansatz für die Steuerung zu fördern und eine adaptive Betriebsoptimierung zu ermöglichen“ (Yang et al. 2017)
Quelle	Basierend auf OECD (2020) „<i>Measuring Smart Cities' Performance, Do Smart Cities Benefit Everyone</i>“. Aggregierte Daten könnten von Energie- und Versorgungsunternehmen bereitgestellt werden.	Basierend auf OECD (2020): „<i>Measuring Smart Cities' Performance</i>“, „<i>Do Smart Cities Benefit Everyone</i>“. Aggregierte Daten könnten von Wasser- und Versorgungsunternehmen bereitgestellt werden.	Yang, T., Clements-Croome, D., Marson, M., 2017. Gebäudemanagementsysteme. In: Abraham, M.A. (Hrsg.), <i>Enzyklopädie der nachhaltigen Technologien</i>. Elsevier, S. 291–309.

Indikatorbezeichnung	Prozentualer Anteil der Haushalte und Gebäude mit reduziertem Energieverbrauch infolge der Einbau intelligenter Stromzähler	Anteil der Haushalte und Gebäude mit reduziertem Wasserverbrauch infolge der Installation intelligenter Wasserzähler	Prozentualer Anteil der kommunalen Gebäude, die mit Gebäudeenergiemanagementsystemen ausgestattet sind
Berechnungsformel	Gesamtzahl der Haushalte und Gebäude mit reduziertem Energieverbrauch nach der Installation intelligenter Stromzähler im Jahr B (Vergleichsjahr), geteilt durch die Gesamtzahl der Haushalte und Gebäude vor der Installation intelligenter Stromzähler im Jahr A (Basisjahr), multipliziert mit 100.	Gesamtzahl der Haushalte und Gebäude mit reduziertem Wasserverbrauch nach der Installation intelligenter Wasserzähler im Jahr B (Vergleichsjahr), geteilt durch die Gesamtzahl der Haushalte und Gebäude vor der Installation intelligenter Wasserzähler im Jahr A (Basisjahr), multipliziert mit 100.	Gesamtzahl der kommunalen Gebäude, die mit Gebäudeenergiemanagementsystemen ausgestattet sind, geteilt durch die Gesamtzahl der kommunalen Gebäude vor der Installation von Gebäudeenergiemanagementsystemen im Jahr A (Basisjahr), multipliziert mit 100.

4.3.1.2 Anwendungsbeispiele

Prozentualer Anteil der Haushalte und Gebäude mit reduziertem Energieverbrauch infolge der Installation intelligenter Stromzähler

Der Zweck dieser Überwachung besteht darin, die Energieeffizienz des Umsetzungsgebiets aufzuzeigen. In einem hypothetischen Fall, in dem beispielsweise im Jahr 2024 in 10.000 Haushalten und Gebäuden intelligente Energiezähler installiert wurden und von diesen Haushalten und Gebäuden nach einer einjährigen Erfassung ihres Energieverbrauchs 7.500 ihren Gesamtenergieverbrauch gesenkt haben, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$7.500 \text{ (Haushalte und Gebäude mit gesenktem Energieverbrauch)} / 10.000 \text{ (Gesamtzahl der Haushalte und Gebäude, die intelligente Stromzähler installiert haben)} = 0,75$

$0,75 \times 100 = 75$ oder 75 %

Demnach haben 75 % der Haushalte oder Gebäude, die intelligente Stromzähler installiert haben, ihren Gesamtenergieverbrauch gesenkt.

Prozentualer Anteil der Haushalte und Gebäude, die infolge der Installation intelligenter Wasserzähler ihren Wasserverbrauch gesenkt haben

Der Zweck dieser Erfassung besteht darin, die Effizienz des Wasserverbrauchs im Einsatzgebiet aufzuzeigen. In einem hypothetischen Fall, in dem beispielsweise im Jahr 2024 10.000 Haushalte und Gebäude intelligente Wasserzähler installiert haben und von diesen Haushalten und Gebäuden nach einer Erfassung ihres Wasserverbrauchs über einen Zeitraum von einem Jahr 7.500 ihren Gesamtwasserverbrauch gesenkt haben, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$7.500 \text{ (Haushalte und Gebäude mit reduziertem Wasserverbrauch)} / 10.000 \text{ (Gesamtzahl der Haushalte und Gebäude, die intelligente Wasserzähler installiert haben)} = 0,75$

$0,75 \times 100 = 75$ oder 75 %



Demnach haben 75 % der Haushalte oder Gebäude, die intelligente Wasserzähler installiert haben, ihren Gesamtwasserverbrauch gesenkt.

Anteil der kommunalen Gebäude, die mit Gebäudeenergiemanagementsystemen ausgestattet sind

Im Bestreben, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit zu fördern, strebt eine „NetZeroCities Mission City“ an, das Energiemanagement ihrer kommunalen Gebäude zu überwachen und zu verbessern. Sie hat den „Prozentsatz der mit Gebäudeenergiemanagementsystemen ausgestatteten kommunalen Gebäude“ als wichtigen Indikator zur Messung des Fortschritts festgelegt. Dieser Indikator hilft dabei, zu beurteilen, inwieweit kommunale Gebäude energiesparende Technologien einsetzen.

Datenerhebung

- Basisjahr (Jahr A): Die Stadt legt ein Basisjahr fest, z. B. 2018, um den Ausgangspunkt des Energiemanagements in kommunalen Gebäuden zu ermitteln. Sie erfasst die Gesamtzahl der kommunalen Gebäude zum Stand dieses Jahres.
- Bewertungsjahr**: Für das aktuelle Jahr ermittelt die Stadt die Anzahl der kommunalen Gebäude, die mit einem BEMS ausgestattet wurden.

Berechnungsformel

Die Formel zur Berechnung des Anteils der mit Gebäudeenergiemanagementsystemen ausgestatteten kommunalen Gebäude lautet wie folgt:

- Anteil der Gebäude mit BEMS = (Anzahl der kommunalen Gebäude mit BEMS / Anzahl der kommunalen Gebäude im Basisjahr) * 100
- Anzahl der kommunalen Gebäude mit BEMS: Anzahl der kommunalen Gebäude, die im Bewertungsjahr mit BEMS ausgestattet wurden.
- Gesamtzahl der kommunalen Gebäude im Basisjahr: Gesamtzahl der kommunalen Gebäude zum Stand des Basisjahres (Jahr A).

Ergebnisse

Beispiel: Im Basisjahr (Jahr A) gab es in der Stadt 100 kommunale Gebäude. Im laufenden Jahr 2023 wurden 25 dieser Gebäude mit BEMS ausgestattet. Unter Verwendung der Formel:

- Anteil der Gebäude mit BEMS = $(25/100) * 100 = 25 \%$.

Das bedeutet, dass 25 % der kommunalen Gebäude mit Energiemanagementsystemen ausgestattet sind. Anhand dieses Indikators kann die Stadt ihre Fortschritte bei der Einführung energieeffizienter Technologien in ihren öffentlichen Gebäuden bewerten. Ein steigender Prozentsatz deutet auf einen positiven Trend hin, der auf ein verbessertes Energiemanagement und mehr Nachhaltigkeit hindeutet.

4.3.2 E-Government

Laut der OECD (2020) stärkt die Bewertung von Smart Cities die Rechenschaftspflicht und hilft den Bürgern dabei, zu überwachen, wie Regierungen ihre Verpflichtungen erfüllen. Digitale Technologien können das bürgerschaftliche Engagement durch E-Government-Dienste und Civic Technology verbessern, um den Zugang zu Informationen zu erleichtern, fundiertere Entscheidungen zu treffen und Meinungen über Online-Plattformen, Petitionen und Abstimmungen zu äußern. Die OECD (2019) stellt fest, dass sich die Nutzung digitaler Behördendienste in den OECD-Mitgliedsländern seit 2006 verdreifacht hat, wobei im Jahr 2016 rund 36 % der OECD-Bürger Formulare über die Websites öffentlicher Behörden einreichten. ESPON (2017) hebt hervor, dass die Digitalisierung von Dienstleistungen in der Europäischen Union bei 85 % der Städte die Betriebskosten etwas oder sogar erheblich gesenkt hat. Darüber hinaus zeigen laut ESPON (2017) die Ergebnisse einer Umfrage mit 136 Antworten aus allen EU-Mitgliedstaaten, dass

- sich 91 % der städtischen Dienstleistungen durch die Digitalisierung verbessert haben.
- 39 % der Städte verzeichneten infolge der Digitalisierung einen erheblichen Anstieg der Inanspruchnahme bestimmter Dienstleistungen.
- 68 % nutzen die durch die Nutzung digitalisierter Dienstleistungen gesammelten Daten zur Verbesserung der Dienstleistungen oder in Entscheidungsprozessen.
- Jede dritte Stadt verzeichnete eine erhebliche Senkung der Betriebskosten.
- Die Digitalisierung der Dienstleistungen hat in 3 von 5 Städten zu einem Personalabbau geführt.

Zusammenfassend lassen sich die potenziellen Vorteile der Digitalisierung für eine Stadt wie folgt

zusammenfassen:

- Modernisierung der städtischen Dienstleistungen.
- Steigerung der internen Effizienz.
- Verbesserung der Bürgererfahrung.
- Erleichterung des Zugangs zu Informationen für die Bürger.
- Erhöhung der Transparenz.
- Erweiterung des Angebots bestehender Dienstleistungen.
- Bereitstellung neuer Dienste, die andernfalls nicht realisierbar wären.

Daher zielt der unten aufgeführte relevante Indikator darauf ab, die Anzahl der zusätzlichen städtischen Dienstleistungen zu erfassen, die infolge der Entwicklung und Umsetzung einer CCC-Anwendung online bereitgestellt werden, was wiederum das E-Government-Modell einer Stadt verbessern und prägen soll.

Im Hinblick auf einen besseren Datenaustausch zwischen Unternehmen und Behörden (Business-to-Government, B2G) beschreibt Eurocities (2021) den Prozess als eine Zusammenarbeit, bei der ein Unternehmen oder eine andere private Organisation ihre Daten (oder Erkenntnisse) dem öffentlichen Sektor (auf lokaler, regionaler, nationaler oder EU-Ebene) für Zwecke des öffentlichen Interesses zur Verfügung stellt. Ein solcher Datenaustausch kann zahlreiche Vorteile mit sich bringen, darunter:

- Daten zu Verkehrsströmen können Einblicke in Mobilitäts Herausforderungen und die wirtschaftliche Entwicklung von Städten geben.
- Daten von Sensoren in Städten können Erkenntnisse liefern, um Touristenströme vorherzusagen oder die Umweltverschmutzung abzuschätzen, und Echtzeitinformationen sowie Daten zu Verkehr und Fracht bereitzustellen.

Es ist zu beachten, dass solche Datenzusammenarbeiten auf sichere, datenschutzkonforme, nachhaltige und ethische Weise erfolgen sollten.

Vor diesem Hintergrund soll der vorgestellte B2G-Indikator die Anzahl der Datensätze erfassen, die im Rahmen der Entwicklung und Umsetzung einer CCC-Anwendung von Unternehmen an Behörden weitergegeben werden, was wiederum das E-Government-Modell einer Stadt verbessern und mitgestalten soll.

4.3.2.1 Indikatorensetz

Tabelle 25: Indikatorensetz für E-Government

Indikatorbezeichnung	Prozentualer Anteil der online verfügbaren städtischen Dienstleistungen	Verbesserung der Online-Behördendienste
Maßeinheit	Prozentanteil an den Gesamtdienstleistungen	Likert-Skala
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Prozentsatz der städtischen Dienstleistungen, die infolge der Entwicklung und Umsetzung der CCC-AP online verfügbar sind.	Das Ausmaß, in dem der Zugang zu den von der Stadt angebotenen Online-Diensten durch das Projekt verbessert wurde.
Quelle	Basierend auf OECD (2020) und ESPON (2017).	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .
Berechnungsformel	Gesamtzahl der im Jahr B (Vergleichsjahr) online verfügbaren städtischen Dienste geteilt durch die Gesamtzahl der Online-Dienste vor der Entwicklung und Umsetzung einer CCC-App im Jahr A (Ausgangsjahr), multipliziert mit 100.	Likert-Skala: Keine Verbesserung – 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — Sehr stark verbessert. 1. Überhaupt nicht: Der Zugang zu Online-Diensten hat sich überhaupt nicht verbessert. 2. Schlecht: Es gab kaum eine Verbesserung des Zugangs zu Online-Diensten, wie z. B. einer einfachen kommunalen Website. 3. Etwas: Es gab eine gewisse Verbesserung des Zugangs zu Online-Diensten, wie z. B. die Möglichkeit, Termine online zu vereinbaren. 4. Gut: Der Zugang zu Online-Diensten hat sich ausreichend verbessert, beispielsweise bei der Meldung kleinerer Vorfälle bei der Polizei (z. B. Passverlust, Diebstahl). 5. Ausgezeichnet: Der Zugang zu Online-Diensten wurde umfassend verbessert, einschließlich Open-Data-Plattformen.

4.3.2.2 Beispiele für Anwendungsfälle

Prozentualer Anteil der online verfügbaren städtischen Dienstleistungen

Der Indikator „Prozentualer Anteil der online verfügbaren städtischen Dienstleistungen“ soll die Auswirkungen erfassen, die die Entwicklung und Umsetzung der CCC-Aktionspläne auf die Online-Dienste einer Stadt sowie auf die Entwicklung und Nutzung von Datensätzen haben werden.

Die Ermittlung der Anzahl neu verfügbarer Dienste und Datensätze während der Entwicklung und Umsetzung der CCC-Aktionspläne dient dazu, die Fortschritte in Richtung Klimaneutralität, Smart Cities und Digitalisierung zu erfassen. Je mehr Dienste verfügbar werden, desto besser und genauer werden die Maßnahmen im Rahmen der CCC-Aktionspläne sein.

Beispiele für zusätzliche Online-Dienste könnten sein:



- Ratssitzungen, an denen die Öffentlichkeit frei teilnehmen, zuschauen und sich einbringen kann.
- Präsentationen und öffentliche Beteiligungsveranstaltungen zu neuen Stadtplänen und -programmen.
- Einreichung von Planungs- und Bauanträgen.
- Öffentliche Prüfung von Planungs- und Bauanträgen innerhalb der Stadt.
- Terminvereinbarungen für Verwaltungsangelegenheiten wie Adressänderungen, die Beantragung eines neuen Reisepasses usw.

Verbesserung der Online-Behördendienste

Was den Indikator zur Verbesserung der Online-Behördendienste betrifft, so würde dieser anhand einer Likert-Skala gemessen, wie oben definiert. Der Nachteil eines solchen Ansatzes besteht darin, dass die Ergebnisse subjektiv sein können.

4.3.3 Zugang zu Informationen

Wie oben bereits angedeutet, hat sich das Internet als wichtiger Wegbereiter erwiesen, nicht nur für den Informationsaustausch, sondern auch für Online-Dienste. Städte bieten kommunale Dienstleistungen mittlerweile auch online an. Dazu gehören beispielsweise die Möglichkeit, Bau- und Entwicklungsanträge zu stellen, sowie die damit verbundene Einsichtnahme in Dokumente und die Möglichkeit zur öffentlichen Stellungnahme. Hinzu kommen eher verwaltungstechnische Dienstleistungen wie die Terminvereinbarung für einen neuen Reisepass oder die Anzeige von Diebstahl. Darüber hinaus tragen verbesserte, öffentlich zugängliche Datensätze dazu bei, die Entscheidungsfindung, die Politikgestaltung und damit verbundene Handlungsstrategien zu unterstützen.

Vor diesem Hintergrund sollen die im Folgenden vorgestellten Indikatoren sowohl die Anzahl der offenen Datensätze erfassen, die im Zuge des Entwicklungsprozesses und der Umsetzung der CCC-AP veröffentlicht wurden, als auch das Ausmaß der Verbesserung bei der Bereitstellung von Online-Behörrendiensten.

4.3.3.1 Indikatorenansatz

Tabelle 26: Indikatorenansatz zum Zugang zu Informationen

Bezeichnung des Indikators	Datenaustausch zwischen Unternehmen und Behörden (B2G)
Maßeinheit	Anzahl der mit der Stadt/Kommune geteilten privaten Datensätze.
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Die Anzahl der Datensätze aus dem Unternehmensbereich, die im Zuge der Entwicklung und Umsetzung der CCC-AP an Behörden weitergegeben wurden.
Quelle	Basierend auf EuroCities (2021).
Berechnungsformel	Gesamtzahl der neuen Datensätze in absoluten Zahlen, die von Unternehmen an die Stadt bzw. die Kommunalbehörde im Zuge der Entwicklung und Umsetzung des Aktionsplans zur Klimaneutralität weitergegeben wurden.

4.3.3.2 Anwendungsbeispiele

Es ist davon auszugehen, dass Städte bei der Entwicklung ihrer Aktionspläne auf eine Reihe von Datensätzen zurückgreifen werden, da qualitativ hochwertige Daten fundierte Entscheidungsprozesse ermöglichen. Der Indikator für offene Datensätze soll die Auswirkungen erfassen, die die Entwicklung und Umsetzung eines CCC-Aktionsplans auf die Erstellung und Nutzung von Datensätzen haben wird. Es ist davon auszugehen, dass Städte bei der Entwicklung ihrer Aktionspläne auf eine Reihe von Datensätzen zurückgreifen werden, da qualitativ hochwertige Daten fundierte Entscheidungsprozesse ermöglichen. Die Ermittlung der Anzahl neu verfügbarer Datensätze während der Entwicklung und Umsetzung von CCC-Aktionsplänen ist ein Mittel, um die Fortschritte auf dem Weg zur Klimaneutralität zu erfassen. Je mehr Datensätze verfügbar werden, desto genauer werden die Maßnahmen im Rahmen der CCC-Aktionspläne sein.

Beispiele für gemeinsam genutzte Datensätze aus dem Bereich „Business to Government“ könnten sein:

- Anzahl der Fahrgäste pro Verkehrsmittel in einem bestimmten Monat/Jahr, einschließlich privater Verkehrsmittel wie Taxifahrten und -buchungen, privater Fahrrad- und Roller-Sharing-Programme usw.
- Daten zum Energieverbrauch und zu Trends von Energieunternehmen und -versorgern.
- Abfallbezogene Daten, die erfassen, wie voll die Mülltonnen sind, was wiederum zur Optimierung der Müllabfuhr Routen, zur Steigerung der Effizienz und zur Reduzierung der CO₂-Emissionen beitragen kann.
- Daten von Mobilfunkbetreibern, die beispielsweise bei Evakuierungsmaßnahmen helfen und deren Effektivität steigern könnten.

4.3.4 Städtische Datenplattformen und Datenräume

Eine „städtische [Daten-]Plattform“ ist „(...) eine logische Stadtdatenarchitektur, die Datenströme innerhalb und zwischen städtischen Systemen so zusammenführt und integriert, dass moderne Technologien (Sensoren, Cloud-Dienste, mobile Geräte, Analysen, soziale Medien usw.) genutzt werden. Eine städtische Plattform liefert die Bausteine, die es Städten ermöglichen, rasch von fragmentierten Abläufen zu vorausschauenden, effektiven Abläufen überzugehen und neue Wege zur Einbindung und Betreuung städtischer Interessengruppen zu beschreiten; sie hat das Potenzial, Ergebnisse auf lokaler Ebene auf greifbare und messbare Weise zu verändern (z. B. Steigerung der Energieeffizienz, Verringerung von Verkehrsstaus und Emissionen, Schaffung (digitaler) Innovationsökosysteme, effiziente Stadtabläufe für Verwaltungen und Dienstleistungen“. (BSI 2017).

Verschiedene städtische Datenplattformen können eine entscheidende Rolle bei der Erfassung und Verbreitung von Informationen spielen, um städtische Dienstleistungen zu verbessern und die Lebensqualität der Einwohner zu steigern. Solche Plattformen und Datenräume können daher eine wichtige Rolle bei der Erreichung der Klimaneutralität innerhalb einer Stadt spielen. Unter Berücksichtigung der oben genannten Punkte wurden die folgenden Indikatoren bereitgestellt.

4.3.4.1 Indikatorenset

Tabelle 27 Indikatorenset für städtische Datenplattformen und Datenräume

Indikatorbezeichnung	Nutzung städtischer Datenplattformen	Nutzerzufriedenheit mit städtischen Datenplattformen
Maßeinheit	Anzahl der Nutzer pro Tag	Nutzerzufriedenheitswert (Likert-Skala)
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Dieser Indikator bewertet quantitativ, wie intensiv die von der Stadt betriebenen städtischen Datenplattformen genutzt werden. Dieser Indikator bewertet qualitativ, wie zufrieden die Endnutzer mit den digitalen Diensten sind, die von den städtischen Datenplattformen bereitgestellt werden. Die Nutzerzufriedenheit sollte durch eine Online-Umfrage unter den Endnutzern erfasst werden. In dieser Umfrage ist eine 5-stufige Likert-Skala zu verwenden: 5 – Sehr zufrieden mit den Diensten 4 – Ziemlich zufrieden 3 – Neutral 2 – Eher unzufrieden 1 – Sehr unzufrieden Eine „städtische [Daten]Plattform“ ist „(...) eine logische städtische Datenarchitektur, die Datenströme innerhalb und zwischen städtischen Systemen so zusammenführt und integriert, dass moderne Technologien (Sensoren, Cloud-Dienste, mobile Geräte, Analysen, soziale Medien usw.) genutzt werden. Eine städtische Plattform liefert die Bausteine, die es Städten ermöglichen, rasch von fragmentierten Abläufen zu vorausschauenden, effektiven Abläufen überzugehen und neue Wege zur Einbindung und Betreuung städtischer Interessengruppen zu beschreiten; sie hat das Potenzial, Ergebnisse auf lokaler Ebene auf greifbare und messbare Weise zu verändern (z. B. Steigerung der Energieeffizienz, Verringerung von Verkehrsstaus und Emissionen, Schaffung (digitaler) Innovationsökosysteme, effiziente Stadtabläufe für Verwaltungen und Dienstleistungen“. (BSI 2017).	
Quelle	Basierend auf:	Basierend auf:

Titel des Indikators	Nutzung städtischer Datenplattformen	Nutzerzufriedenheit mit städtischen Datenplattformen
	British Standards Institute (BSI) (2017): <i>Die Stadt neu denken: Mit der Kraft der Daten städtische Herausforderungen und gesellschaftlichen Wandel bewältigen. Ein Leitfaden für Stadtverantwortliche.</i> Version 2.1a. London: BSI	British Standards Institute (BSI) (2017): <i>Die Stadt neu denken: Die Kraft der Daten nutzen, um städtische Herausforderungen und gesellschaftlichen Wandel zu bewältigen. Ein Leitfaden für Stadtverantwortliche.</i> Version 2.1a. London: BSI
Berechnungsformel	Durchschnittliche Nutzerzahl städtischer Datenplattformen pro Tag = Durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform 1 + Durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform 2 + ... + Durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform N	Nutzerzufriedenheitswert = [(Zufriedenheitswert für Datenplattform 1 * durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform 1) + (Zufriedenheitswert für Datenplattform 2 * durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform 2) + ... + (Zufriedenheitswert für Datenplattform N * Durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform N)] / Gesamtzahl der durchschnittlichen Nutzer Dabei gilt: - „Zufriedenheitswert für Datenplattform 1“ den durchschnittlichen Wert auf der Likert-Skala (1 bis 5) für Datenplattform 1 auf der Grundlage der Nutzerbefragung darstellt. - „Durchschnittliche Nutzer pro Datenplattform 1“ gibt die durchschnittliche Anzahl der Nutzer pro Tag für Datenplattform 1 an (berechnet anhand der Formel aus der vorherigen Antwort). - Wiederholen Sie dieselbe Struktur für Datenplattform 2, Datenplattform 3 und alle weiteren Datenplattformen. - „Gesamtzahl der durchschnittlichen Nutzer“ steht für die Summe der durchschnittlichen Nutzer pro Tag für alle Datenplattformen in der Stadt.

4.3.4.2 Anwendungsbeispiele

Nutzung städtischer Datenplattformen

In einer „NetZeroCities Mission City“ spielen verschiedene städtische Datenplattformen eine entscheidende Rolle bei der Erfassung und Verbreitung von Informationen, um städtische Dienstleistungen zu verbessern und die Lebensqualität der Einwohner zu steigern. Stadtverwaltungen möchten die tägliche Nutzung und Inanspruchnahme dieser Datenplattformen nachvollziehen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können.

Datenplattformen

- Datenplattform 1: Intelligentes Verkehrssystem
- Datenplattform 2: Informationszentrum für öffentliche Gesundheit
- Datenplattform 3: Energieverbrauchs-Tracker

Durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform

- Datenplattform 1: 1.500 Nutzer
- Datenplattform 2: 2.000 Nutzer



- Datenplattform 3: 1.200 Nutzer

Anwendung der Formel

- Durchschnittliche Nutzerzahl der städtischen Datenplattformen pro Tag = $1.500 + 2.000 + 1.200$
- Durchschnittliche Nutzerzahl städtischer Datenplattformen pro Tag = 4.700 Nutzer

In diesem Anwendungsfall ermöglicht die vereinfachte Formel den Stadtverantwortlichen, die tägliche Nutzung städtischer Datenplattformen durch die Nutzer zu ermitteln. Das „N“ bedeutet, dass Sie beliebige weitere relevante Datenplattformen einbeziehen können, und die Formel bleibt flexibel, um bei Bedarf zusätzliche Plattformen zu berücksichtigen. Diese Informationen sind entscheidend für die Bewertung der allgemeinen Nutzung städtischer Dienste, die Optimierung der Ressourcenzuweisung und die Verbesserung der datengestützten Entscheidungsprozesse der Stadt.

Nutzerzufriedenheit mit städtischen Datenplattformen

In „NetZeroCities Mission City“ hat die Stadtverwaltung in verschiedene Datenplattformen investiert, um die Dienstleistungen für die Bürger zu verbessern – von öffentlichen Verkehrsmitteln bis hin zu Informationen zum Gesundheitswesen. Um die Wirksamkeit dieser Plattformen zu messen, beschließt sie, die Nutzerzufriedenheit mithilfe einer Likert-Skala in einer Online-Umfrage zu ermitteln. Ziel ist es, einen Gesamtzufriedenheitswert zu berechnen und dabei die Anzahl der Nutzer für jede Plattform zu berücksichtigen.

Datenplattformen

- Datenplattform 1: Intelligentes Verkehrssystem
- Datenplattform 2: Informationszentrum für öffentliche Gesundheit
- Datenplattform 3: Energieverbrauchs-Tracker

Ergebnisse der Zufriedenheitsumfrage:

- Datenplattform 1: Durchschnittliche Zufriedenheitsbewertung von 4,2 (auf einer Likert-Skala von 1 bis 5)
- Datenplattform 2: Durchschnittliche Zufriedenheitsbewertung von 4,5
- Datenplattform 3: Durchschnittliche Zufriedenheitsbewertung von 3,8
- Datenplattform N: (Durchschnittliche Zufriedenheitsbewertung für jede andere relevante Datenplattform)

Durchschnittliche Nutzerzahl pro Datenplattform (berechnet wie im obigen Anwendungsfall):

- Datenplattform 1: 1.500 Nutzer
- Datenplattform 2: 2.000 Nutzer
- Datenplattform 3: 1.200 Nutzer
- Datenplattform N: (Durchschnittliche Nutzerzahl pro sonstiger relevanter Datenplattform)

Unter Verwendung der Formel

- Gesamtzahl der durchschnittlichen Nutzer = $1.500 + 2.000 + 1.200 + (\text{durchschnittliche Nutzerzahl pro weiterer relevanter Datenplattform})$
- Nutzerzufriedenheitswert = $[(4,2 * 1.500) + (4,5 * 2.000) + (3,8 * 1.200) + (\text{durchschnittlicher Zufriedenheitswert für jede andere relevante Datenplattform} * \text{durchschnittliche Nutzerzahl für diese Plattform})] / \text{Gesamtzahl der durchschnittlichen Nutzer}$

Ergebnisse

- Nach der Erhebung der Daten aus der Zufriedenheitsumfrage und der Berechnung der gewichteten Zufriedenheitswerte anhand der Formel stellt die Stadtverwaltung fest, dass der Nutzerzufriedenheitswert bei 4,25 (auf einer Skala von 1 bis 5) liegt. Dies deutet darauf hin, dass die Nutzer im Durchschnitt „eher zufrieden“ mit den von den städtischen Datenplattformen angebotenen Diensten sind.
- Der Nutzerzufriedenheitswert liefert wertvolle Einblicke in die allgemeine Wahrnehmung der Bürger hinsichtlich der digitalen Dienste, die von den städtischen Datenplattformen angeboten werden. Diese Informationen können als Orientierung für Verbesserungen, die Ressourcenzuweisung und politische Entscheidungen dienen, um die Nutzerzufriedenheit und die Qualität der städtischen Dienste zu steigern.

4.4 Wirtschaft

4.4.1 Investitionen in Forschung und Innovation

Die „Climate Neutral and Smart Cities Mission“ ist derzeit eine der größten europäischen Forschungs- und Innovationsinitiativen. Es ist davon auszugehen, dass sie zusätzliche Investitionen des privaten Sektors in Forschung und Innovation (F&I) anregen wird, da die Klimaneutralität der Städte große Marktchancen bietet. Andererseits würden diese zusätzlichen Investitionen in F&I die Innovations- und Industriekapazitäten der Städte stärken. Ein Anstieg der lokalen F&I-Investitionen kann daher als potenzieller Nebeneffekt des Übergangs zur Klimaneutralität betrachtet werden.

Wie von Eurostat (2021) beschrieben, war es eines der Hauptziele der EU in den letzten Jahrzehnten, steigende Forschungsinvestitionen zu fördern, um die Wettbewerbsfähigkeit der EU anzukurbeln. Im Mai 2021 verabschiedete die Europäische Kommission eine Mitteilung über ein globales Konzept für Forschung und Innovation – Europas Strategie für internationale Zusammenarbeit in einer sich wandelnden Welt (COM(2021) 252 final). Diese Mitteilung unterstreicht den Wunsch der EU, eine führende Rolle bei der Unterstützung internationaler Forschungs- und Innovationspartnerschaften zu spielen und gleichzeitig innovative Lösungen zu liefern, die grüne und digitale Lösungen im Einklang mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung fördern. Sie verpflichtet die EU dazu, Resilienz, Wohlstand, Wettbewerbsfähigkeit sowie wirtschaftliches und soziales Wohlergehen zu fördern.

4.4.1.1 Indikatorensatz

Tabelle 28: Indikatorensatz zur Forschungsintensität

Bezeichnung des Indikators	Forschungsintensität
Maßeinheit	%
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Dieser Indikator entspricht den F&E-Ausgaben als Prozentsatz des BIP der Stadt.
Quelle	Eurostat (2021), <i>F&E-Ausgaben</i> .
Berechnungsformel	Die Bruttoinlandsausgaben für F&E sind definiert als die Gesamtausgaben (laufende und Kapitalausgaben) für F&E, die von allen ansässigen Unternehmen, Forschungsinstituten, Universitäten, dem öffentlichen Sektor und dem privaten gemeinnützigen Sektor in einer Stadt getätigt werden.

4.4.1.2 Anwendungsbeispiele

F&E-Ausgaben sind eine grundlegende Kennzahl, die die internen Ausgaben abdeckt, d. h. alle Ausgaben für F&E, die innerhalb einer statistischen Einheit oder eines Wirtschaftssektors getätigt werden. Dies lässt sich auf Stadtebene anwenden.

Die Hauptanalyse der F&E-Statistiken erfolgt nach vier institutionellen Leistungssektoren. Diese vier Sektoren sind:

- der Unternehmenssektor,
- der öffentliche Sektor,
- der Hochschulsektor und
- der private gemeinnützige Sektor.

Die Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung (GERD) setzen sich aus den Ausgaben in jedem dieser vier Sektoren zusammen. Die Ausgabendaten umfassen die auf dem Stadtgebiet durchgeführten Forschungsaktivitäten, unabhängig von der Finanzierungsquelle; die Daten werden in der Regel im Verhältnis zum BIP angegeben, und dieses Verhältnis wird häufig als F&E-Intensität bezeichnet.

Nehmen wir einen einfachen hypothetischen Fall an: Das BIP einer Stadt beträgt 1.000.000,00 € und die Ausgaben für F&E-Aktivitäten pro Sektor stellen sich wie folgt dar:

- Unternehmenssektor – 2.000 €
- öffentlicher Sektor – 1.500 €
- Hochschulbereich – 1.000 €
- der private gemeinnützige Sektor – 500 €

Dann würde sich die prozentuale Berechnung pro Sektor wie folgt ergeben:

- der Unternehmenssektor – $2.000/1.000.000 = 0,002 \times 100 = 0,2 \%$
- der öffentliche Sektor – $1.500/1.000.000 = 0,0015 \times 100 = 0,15 \%$
- der Hochschulsektor – $1.000/1.000.000 = 0,001 \times 100 = 0,1 \%$
- der private gemeinnützige Sektor – $500/1.000.000 = 0,0005 \times 100 = 0,05 \%$ Die

Berechnung der Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung würde wie folgt

aussehen:

- Gesamt – $5.000/1.000.000 = 0,005 \times 100 = 0,5 \%$

Um zu verstehen, wie diese Daten in der Praxis von Nutzen sein können, beschreibt Eurostat (2021), dass sich die F&E-Intensität der EU zwischen 2011 und 2021 in jedem der vier Leistungssektoren verändert hat: im Unternehmenssektor, im öffentlichen Sektor, im Hochschulsektor und im privaten gemeinnützigen Sektor. Während dieses Zeitraums entfiel der Großteil der F&E-Ausgaben auf den Unternehmenssektor, dessen F&E-Ausgaben von 1,27 % des BIP im Jahr 2011 auf 1,5 % im Jahr 2021 stiegen, was einem Gesamtanstieg von 18,11 % entspricht. Der zweitgrößte Sektor im Bereich F&E war der Hochschulsektor, dessen F&E-Intensität zwischen 2011 und 2021 um 0,02 Prozentpunkte zunahm, wobei es in diesem Zeitraum einige Schwankungen gab und sie im Jahr 2021 0,49 % des BIP erreichte. Die F&E-Intensitäten der beiden anderen Sektoren veränderten sich im betrachteten Zeitraum kaum: Im Jahr 2021 betrug die F&E-Intensität des öffentlichen Sektors 0,27 % des BIP gegenüber 0,26 % im Jahr 2011; im privaten gemeinnützigen Sektor lag sie 2021 bei 0,01 % des BIP, was der Hälfte des Wertes von 2011 entspricht.

4.4.2 Anzahl qualifizierter Arbeitsplätze und Beschäftigungsquote

Die Schaffung zusätzlicher lokaler Arbeitsplätze ist ein Nebeneffekt, der in einer Stadt während ihres Übergangs zur Netto-Null-Emissionsbilanz entsteht, da zu erwarten ist, dass die massiven Investitionen, die für die Modernisierung von Gebäuden und städtischen Infrastrukturen erforderlich sind, eine beträchtliche Anzahl neuer Arbeitsplätze schaffen werden.

Eine Verlagerung hin zu mehr öffentlichem Nahverkehr könnte mehr Beschäftigungsmöglichkeiten im Verkehrssektor der Stadt schaffen. Darüber hinaus wirken sich vermehrte Sanierungsmaßnahmen positiv auf die Beschäftigung im lokalen Bausektor aus. Arbeitsplätze entstehen durch die Vergabe von Dienstleistungen oder den Einsatz von Technologien, was zusätzliche direkte und indirekte Vorteile für die Wirtschaft mit sich bringt. Die Sanierung von Hunderten von Gebäuden erfordert einen erheblichen Anstieg der Zahl der dafür beschäftigten Personen, was sich in Form von Löhnen und den Multiplikatoreffekten ihrer Ausgaben in der Gesamtwirtschaft niederschlägt.

Die „Ökologisierung der Wirtschaft“ kann die Schaffung von Arbeitsplätzen in Bereichen fördern, die in direktem Zusammenhang mit der Umwelt stehen, wie zum Beispiel Naturschutz, Abfallwirtschaft, Wasser- und Luftqualität. Das UNEP definiert 2008 einen grünen Arbeitsplatz als „Tätigkeit im Bereich der Umweltdienstleistungen, die wesentlich zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Umweltqualität beiträgt. Dazu gehören insbesondere, aber nicht ausschließlich, Arbeitsplätze, die zum Schutz von Ökosystemen und der biologischen Vielfalt beitragen, den Energie-, Material- und Wasserverbrauch durch hocheffiziente Strategien senken, die Wirtschaft dekarbonisieren und die Entstehung aller Formen von Abfall und Umweltverschmutzung minimieren oder gänzlich vermeiden.“ Daher wird davon ausgegangen, dass ein grüner Arbeitsplatz für das Ziel der Klimaneutralität relevant ist.

Die Jugendarbeitslosenquote ist ein Schlüsselindikator zur Quantifizierung und Analyse der aktuellen Arbeitsmarkttrends für junge Menschen (ISO/DIS 37120, 2013). Arbeitslose oder unterbeschäftigte Jugendliche sind weniger in der Lage, effektiv zur Entwicklung ihrer Gemeinschaft und ihres Landes beizutragen, und haben weniger Möglichkeiten, ihre Rechte als Bürger wahrzunehmen. Sie haben als Verbraucher weniger Geld zur Verfügung, können als Sparer weniger investieren und haben oft keine „Stimme“, um Veränderungen in ihrem Leben und in ihren Gemeinschaften herbeizuführen. Weit verbreitete Jugendarbeitslosigkeit und Unterbeschäftigung hindern zudem Unternehmen und Länder daran, Innovationen voranzutreiben und Wettbewerbsvorteile auf der Grundlage von Investitionen in Humankapital zu entwickeln, wodurch die Zukunftsaussichten untergraben werden. Da sie sich der Kosten des Nichttätigwerdens bewusst sind, räumen viele Regierungen weltweit dem Thema Jugendbeschäftigung Priorität ein und versuchen, proaktive Strategien und Programme zu entwickeln. Es wird davon ausgegangen, dass ein Rückgang der Jugendarbeitslosigkeit als Folge von Maßnahmen zur Klimaneutralität in dieser Hinsicht einen zusätzlichen Nutzen darstellen würde.

4.4.2.1 Indikatorenansatz

Tabelle 29 Anzahl qualifizierter Arbeitsplätze und Beschäftigungsquote – Indikatorenansatz

Indikatorbezeichnung	Grüne Arbeitsplätze	Jugendarbeitslosenquote
Maßeinheit	% der Arbeitsplätze	% der Bevölkerung
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Anteil der Arbeitsplätze im Bereich der Umweltdienstleistungen, die wesentlich zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Umweltqualität beitragen	Prozentualer Anteil der arbeitslosen Jugendlichen an der jugendlichen Erwerbsbevölkerung. Als arbeitslose Jugendliche gelten Personen, die das gesetzliche Mindestalter für die Aufnahme einer Beschäftigung erreicht haben und jünger als 24 Jahre sind, die keine Arbeit haben, in der jüngsten Vergangenheit (in den letzten vier Wochen) aktiv nach Arbeit gesucht haben und derzeit für eine Beschäftigung zur Verfügung stehen. Jugendliche, die zwar nicht nach Arbeit gesucht haben, aber eine zukünftige Verbindung zum Arbeitsmarkt haben (Vereinbarungen für einen zukünftigen Arbeitsbeginn), werden als arbeitslos gezählt (Internationale Arbeitsorganisation).

Bezeichnung des Indikators	Grüne Arbeitsplätze	Jugendarbeitslosenquote
Quelle	k. A.	IBosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren.
Berechnungsformel	$(\text{Anzahl der grünen Arbeitsplätze} / \text{Gesamtzahl der Arbeitsplätze}) \times 100$	Die Jugendarbeitslosenquote wird berechnet als Gesamtzahl der arbeitslosen Jugendlichen (Zähler) geteilt durch die Zahl der Jugendlichen im erwerbsfähigen Alter (Nenner). Das Ergebnis wird mit 100 multipliziert und als Prozentsatz ausgedrückt.

4.4.2.2 Anwendungsbeispiele

Grüne Arbeitsplätze

Ein grüner Arbeitsplatz ist jeder Arbeitsplatz, der tatsächlich zu einer nachhaltigeren Welt beiträgt (d. h. im Zusammenhang mit der Messung, Vermeidung, Verringerung, Begrenzung oder Beseitigung von Umweltschäden sowie der Erhaltung natürlicher Ressourcen steht). Das beschäftigende Unternehmen oder die Organisation kann entweder in einem „grünen“ Sektor (z. B. Solarenergie) tätig sein oder in einem konventionellen Sektor, jedoch echte und erhebliche Anstrengungen unternehmen, um seine Geschäftstätigkeit umweltfreundlicher zu gestalten.

Wenn beispielsweise ein Unternehmen im Bereich erneuerbare Energien, das in den Einsatz von Wind- und Solartechnologie investiert, in einer Stadt mit 500.000 Einwohnern 400 Mitarbeiter einstellt, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$400 / 500.000 = 0,0008 \times 100 = 0,08 \%$$

Mit anderen Worten: Durch die jüngsten Neueinstellungen des Unternehmens im Bereich erneuerbare Energien würde es in der Stadt zu einem Anstieg der grünen Arbeitsplätze um 0,08 % kommen.

Jugendarbeitslosigkeit

Wenn beispielsweise die Gesamtzahl der arbeitslosen Jugendlichen 5.000 beträgt und die Einwohnerzahl der Stadt 500.000, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$5.000/500.000 = 0,01 \times 100 = 1 \%$$

Mit anderen Worten: Die Jugendarbeitslosenquote beträgt 1 %.

Es ist zu beachten, dass entmutigte Arbeitssuchende oder verdeckte Arbeitslose weder als arbeitslos noch als Teil der Erwerbsbevölkerung gezählt werden dürfen. Als nicht aktiv auf Arbeitssuche befindlich gelten Personen, die während eines bestimmten Zeitraums in der jüngeren Vergangenheit (in der Regel der letzten vier Wochen) keine aktiven Schritte zur Arbeitssuche unternommen haben (z. B. Stellensuche, Vorstellungsgespräche, Informationsveranstaltungen usw.). Unter der jugendlichen Erwerbsbevölkerung sind alle Personen zu verstehen, die das gesetzliche Arbeitsalter erreicht haben und jünger als 24 Jahre sind und die während eines bestimmten Bezugszeitraums entweder erwerbstätig oder arbeitslos sind (ISO/DIS 37120, 2013).

4.4.3 Wirtschaftlicher Aufschwung

Die Klimaneutralität von Städten bietet eine hervorragende Gelegenheit, die lokale Wirtschaft schrittweise in eine moderne, ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Wirtschaft umzugestalten – mit anderen Worten: einen „lokalen Green Deal“ auf den Weg zu bringen, um nachhaltiges Wirtschaftswachstum anzukurbeln.

Das Bruttoinlandsprodukt, abgekürzt BIP, ist ein grundlegender Maßstab für die gesamte wirtschaftliche Produktion einer Stadt. Als aggregierter Produktionsmaßstab entspricht das BIP der Summe der Bruttowertschöpfung aller ansässigen institutionellen Einheiten (d. h. Wirtschaftszweige), die an der Produktion beteiligt sind, zuzüglich etwaiger Steuern und abzüglich etwaiger Subventionen auf Produkte, die nicht im Wert ihrer Produktion enthalten sind. Die Bruttowertschöpfung ist die Differenz zwischen Produktion und Vorleistungen. Das BIP entspricht außerdem:

- der Summe der Endverwendungen von Gütern und Dienstleistungen (alle Verwendungen außer Vorleistungen), gemessen zu Käuferpreisen, abzüglich des Wertes der Importe von Gütern und Dienstleistungen;
- der Summe der von gebietsansässigen Produktionseinheiten verteilten Primäreinkommen.

4.4.3.1 Indikatorenset

Tabelle 30: Indikatorenset für wirtschaftlichen Wohlstand

Bezeichnung des Indikators	Bruttoinlandsprodukt
Maßeinheit	€/Kopf
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Bruttoinlandsprodukt der Stadt pro Kopf.
Quelle	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .
Berechnungsformel	Die Summe aus Konsumausgaben, Unternehmensinvestitionen und öffentlichen Ausgaben sowie Nettoexporten (d. h. Gesamtexporte abzüglich Gesamtimporte) geteilt durch die Einwohnerzahl der Stadt.

4.4.3.2 Anwendungsbeispiele

Der Ausgabenansatz ist die am häufigsten verwendete BIP-Formel, die auf den Ausgaben verschiedener an der Wirtschaft beteiligter Gruppen basiert.

$$\text{BIP} = C + G + I + \text{NX}$$

- C = Konsum oder alle privaten Konsumausgaben innerhalb der Wirtschaft eines Landes, einschließlich langlebiger Güter (Güter mit einer Lebensdauer von mehr als drei Jahren), kurzlebiger Güter (Lebensmittel und Kleidung) sowie Dienstleistungen.
- G = Gesamtausgaben des Staates, einschließlich der Gehälter von Staatsbediensteten, Straßenbau/-instandhaltung, öffentlicher Schulen und Militärausgaben.
- I = Summe der Investitionen eines Landes in Anlagegüter, Vorräte und Wohnraum.
- NX = Nettoexporte oder die Gesamtexporte eines Landes abzüglich der Gesamtimporte.

Wenn beispielsweise eine Stadt mit 500.000 Einwohnern die folgenden Ausgaben hätte, ergäbe sich gemäß der oben dargestellten Formel Folgendes, wobei:

- C – 10 Milliarden Euro oder 10.000.000.000,00 Euro

- G – 5 Milliarden Euro oder 5.000.000.000,00 Euro
- I – 12 Milliarden Euro oder 12.000.000.000,00 Euro
- NX – Gesamtexporte von 15 Milliarden Euro oder 15.000.000.000,00 – Gesamtimporte von 5 Milliarden Euro oder 5.000.000.000,00 € = 10 Milliarden € oder 10.000.000.000,00

Die Gesamtsumme beläuft sich auf 42 Milliarden Euro oder 42.000.000.000,00.

Dieser Betrag wird dann durch die Einwohnerzahl der Stadt von 500.000 oder 1.500.000.000,00 geteilt, um den Pro-Kopf-Wert zu erhalten:

$$42.000.000.000 \text{ €} / 500.000 = 84.000$$

Mit anderen Worten: Das Pro-Kopf-BIP würde in diesem Fall 84.000 € betragen.

4.4.4 Einführung von Schlüsseltechnologien

Der Übergang zur Klimaneutralität erfordert die stadtweite Einführung bestimmter Schlüsseltechnologien in großem Maßstab. So wird es beispielsweise notwendig sein, Gasheizkessel als Quelle für die Wärmeversorgung in Haushalten durch Wärmepumpen zu ersetzen oder die Haushalte stattdessen an Fernwärmesysteme anzuschließen, wobei diese Fernwärmesysteme dekarbonisiert werden müssen. Lokale erneuerbare Energiesysteme wie Solaranlagen sowie kleine Wind- und Wasserturbinen müssen in großem Maßstab eingesetzt werden, und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren müssen durch Elektrofahrzeuge oder durch Fahrzeuge ersetzt werden, die grünen Wasserstoff oder andere klimafreundliche Kraftstoffe als Energiequelle nutzen.

Da die großflächige Einführung dieser Technologien eine Voraussetzung für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 80 % ist, ist es wichtig, dass Städte die für ihre lokalen Übergangswege entscheidenden Technologien identifizieren, Ziele für deren Einsatz festlegen und diese Ziele in ihrem CCC-Aktionsplan dokumentieren. Die folgenden Indikatoren ermöglichen es den Städten, die Fortschritte bei der Erreichung dieses Ziels zu verfolgen.

4.4.4.1 Indikatorensatz

Tabelle 31 Indikatorensatz zur Einführung von Schlüsseltechnologien

Indikatorbezeichnung	Einführung wichtiger klimaneutraler Technologien
Maßeinheit	%
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Dieser Indikator misst die Fortschritte einer Stadt bei der Einführung wichtiger klimaneutraler Technologien. Er wird als Prozentsatz des Ausrollziels für das Jahr 2030 angegeben, d. h. das Jahr, in dem Klimaneutralität erreicht werden soll. Die Schlüsseltechnologien und die jeweiligen Ziele müssen im CCC-Aktionsplan der Stadt festgelegt werden. Der Fortschritt bei jeder Schlüsseltechnologie sollte separat ausgewiesen werden.
Quelle	k. A.
Berechnungsformel	$AR_{kt} = \frac{A_{ry} - A_{by}}{A_{2030} - A_{by}}$ Dabei gilt: AR_{kt} = Rate of adoption of the key technology KT in the reporting years A_{by} = Adoption (# of solutions deployed) in the baseline year (usually 2019) A_{ry} = Adoption (# of solutions deployed) in the reporting year A_{2030} = Adoption target (# of solutions to be deployed) for 2030.

4.4.4.2 Anwendungsbeispiele

Happy City hat Fernwärme als Schlüsseltechnologie zur Erreichung der Klimaneutralität identifiziert. Gemäß dem CCC-Aktionsplan von Happy City sollen bis 2030 80 % der Haushalte an das Fernwärmenetz angeschlossen sein.

Im Jahr 2024 muss Happy City erstmals über seine Fortschritte berichten. Der zuständige Beamte berechnet die Akzeptanzrate der Schlüsseltechnologien wie folgt: Happy City hat 100.000 Haushalte. Im Basisjahr 2019 waren bereits 50.000 davon an das Fernwärmenetz angeschlossen. Zwischen 2019 und 2024 wurden weitere 10.000 Haushalte angeschlossen. Der Indikator wird berechnet, indem die Anzahl der angeschlossenen Haushalte von der Anzahl der Haushalte abgezogen wird, die bis 2030 angeschlossen sein sollen.

(80.000 Haushalte – 50.000 Haushalte = 30.000 Haushalte), woraufhin die Anzahl der seit dem Basisjahr neu angeschlossenen Haushalte (10.000 Haushalte) durch die oben genannte Differenz geteilt und das Ergebnis als Prozentsatz ausgedrückt wird ($10.000 \text{ Haushalte} / 30.000 \text{ Haushalte} = 0,333$ oder 33,3 %).

Zwei Jahre später, im Jahr 2026, wird Happy City aufgefordert, ein zweites Mal über die Akzeptanz der Fernwärmetechnologie zu berichten. In der Zwischenzeit wurden weitere 5.000 Haushalte an die Fernwärme angeschlossen. Die Akzeptanzrate wird dann berechnet, indem die 5.000 neu angeschlossenen Haushalte zur Anzahl der Haushalte addiert werden, die zwischen dem Basisjahr und dem ersten Berichtsjahr 2024 angeschlossen wurden, die Summe anschließend durch den Zielwert für 2030 geteilt und das Ergebnis als Prozentsatz ausgedrückt wird ($5.000 \text{ Haushalte} + 10.000 \text{ Haushalte} = 15.000 \text{ Haushalte}$; $15.000 \text{ Haushalte} / 30.000 \text{ Haushalte} = 0,5$ oder 50,0 %).

4.4.5 Lokales Unternehmertum und lokale Unternehmen / Start-ups

Die Anzahl der Unternehmen kann Aufschluss über das Ausmaß der wirtschaftlichen Aktivität und die Wirtschaftsleistung einer Stadt geben. Sie liefert einen Hinweis auf das allgemeine Geschäftsklima in einem Verwaltungsgebiet sowie auf die Einstellung zum Unternehmertum. Eine starke unternehmerische Aktivität steht in engem Zusammenhang mit einer dynamischen und wachsenden Wirtschaft. Die Anzahl der Unternehmen wird auch als Indikator für die Wettbewerbsfähigkeit einer Stadt herangezogen. (ISO/DIS 37120, 2013)

Diese Indikatoren erfassen die Anzahl der neu gegründeten Unternehmen (einschließlich Start-ups und klimaneutraler Stadt-Start-ups). Eine Unternehmensgründung liegt vor, wenn ein Unternehmen (z. B. eine Gesellschaft) von Grund auf neu gegründet wird und den Betrieb aufnimmt, was der Schaffung einer Kombination von Produktionsfaktoren entspricht, mit der Einschränkung, dass keine anderen Unternehmen an diesem Vorgang beteiligt sind. Eine Unternehmensgründung liegt vor, wenn neue Produktionsfaktoren, insbesondere neue Arbeitsplätze, geschaffen werden.

Unternehmensgründungen umfassen nicht:

- ruhende Unternehmen, die innerhalb von zwei Jahren reaktiviert werden;
- neue juristische Personen, die durch Fusionen, Aufspaltungen, Ausgliederungen oder die Umstrukturierung von Unternehmen oder einer Gruppe von Unternehmen entstehen;
- den Eintritt in eine Teilpopulation, der ausschließlich auf eine Änderung der Tätigkeit zurückzuführen ist.

4.4.5.1 Indikatorensatz

Tabelle 32 Indikatorensatz „Lokales Unternehmertum und lokale Unternehmen/Unternehmungen“

Indikatorbezeichnung	Start-ups in klimaneutralen Städten	Neu registrierte Unternehmen	Anzahl der nach drei Jahren noch bestehenden neu registrierten Unternehmen
Maßeinheit	Anzahl/100.000	Anzahl/100.000	Anzahl/100.000
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Anzahl der Start-ups, die an Lösungen für klimaneutrale Städte arbeiten, pro 100.000 Einwohner.	Anzahl der neuen Unternehmen pro 100.000 Einwohner.	Anzahl der nach dem dritten Jahr noch bestehenden, neu gegründeten Unternehmen.
Quelle	Basierend auf: Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> . Siehe Indikator „Registrierte Unternehmen“.	Basierend auf Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .	k. A.
Berechnungsformel	$\left(\frac{\text{Anzahl der neu registrierten klimaneutralen Unternehmen}}{\text{Gesamtbevölkerung}} \right) \times 100.000 \text{ Einwohner}$	$\left(\frac{\text{Anzahl der neu registrierten Unternehmen}}{\text{Gesamtbevölkerung}} \right) \times 100.000 \text{ Einwohner}$	$\left(\frac{\text{Anzahl der nach dem dritten Jahr noch bestehenden neu registrierten Unternehmen}}{\text{Gesamtbevölkerung}} \right) \times 100.000 \text{ Einwohner}$

4.4.5.2 Anwendungsbeispiele

Klimaneutrale Stadt-Start-ups / neu registrierte Unternehmen

Eurostat (2013) beschreibt, dass eine Unternehmensgründung vorliegt, wenn ein Unternehmen (z. B. eine Gesellschaft) von Grund auf neu gegründet wird und den Betrieb aufnimmt, was der Schaffung einer Kombination von Produktionsfaktoren entspricht, mit der Einschränkung, dass keine anderen Unternehmen an diesem Vorgang beteiligt sind. Eine Unternehmensgründung liegt vor, wenn neue Produktionsfaktoren, insbesondere neue Arbeitsplätze, geschaffen werden.

Unternehmensgründungen umfassen nicht:

- ruhende Unternehmen, die innerhalb von zwei Jahren reaktiviert werden;
- neue juristische Personen, die durch Fusionen, Aufspaltungen, Ausgliederungen oder die Umstrukturierung von Unternehmen oder einer Gruppe von Unternehmen entstehen;
- den Eintritt in eine Teilpopulation, der ausschließlich auf eine Änderung der Tätigkeit zurückzuführen ist.

Diese Indikatoren lassen sich wie folgt berechnen:

Wenn sich beispielsweise im Jahr 2024 in einer Stadt mit 500.000 Einwohnern 1.000 neue Start-ups im Bereich „Klimaneutrale Stadt“ registrieren lassen, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$1.000 / 500.000 = 0,002 \times 100.000 = 200$$

Anzahl der nach dem dritten Jahr noch bestehenden neu registrierten Unternehmen

Wenn sich beispielsweise im Jahr 2024 in einer Stadt mit 500.000 Einwohnern 1.000 neue Start-ups im Rahmen des Programms „Klimaneutrale Stadt“ registrieren lassen und 650 davon das dritte Jahr (2027) überstehen, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$650 / 500.000 = 0,0013 \times 100.000 = 130$$



4.5 Finanzen und Investitionen

Finanzen sind ein wesentlicher Baustein für Städte und ihren Übergang zur Netto-Null-Emissionsbilanz. Wie viele Städte zunehmend erkennen, ist es nicht unbedingt möglich, den gesamten Übergang aus dem kommunalen Haushalt zu finanzieren, und Städte benötigen daher das Engagement des privaten Sektors sowie Zugang zu privatem institutionellem Kapital, um den Übergang umzusetzen.

Selbst wenn ausreichend Kapital aus diesen potenziellen Quellen bereitgestellt werden kann, ist es wichtig, dass diese Mittel in die richtigen Projekte und Maßnahmen fließen, die den Übergang auf optimale Weise effektiv vorantreiben, anstatt Kapital unnötigerweise in Projekte mit geringer Wirkung zu investieren. Andernfalls könnten erhebliche Mittel für Prestigeprojekte verschwendet werden, was den Zielen einer Stadt, die Emissionen bis 2030 deutlich zu senken, abträglich wäre.

Städte sind zudem verpflichtet, ihre finanzielle Stabilität und Unabhängigkeit zu wahren, und sollten zu diesem Zweck eine gesunde Bilanz mit einer tragbaren Schuldendeckung aufrechterhalten. Andernfalls könnte es zu einem unkontrollierbaren Defizit und sogar zur Insolvenz der Kommune kommen.

Der bereitgestellte Indikatorensatz wurde entwickelt, um die gestiegenen Mittelzuflüsse in Klimaschutzprojekte sowohl aus öffentlichen als auch aus privaten Finanzierungsquellen, die Wirksamkeit dieser Mittelzuflüsse bei der Bekämpfung von Treibhausgasemissionen sowie die Stabilität der städtischen Finanzen während der Umsetzung des Übergangs zur Netto-Null-Bilanz zu messen.

4.5.1 Öffentliche Ausgaben

Öffentliche Ausgaben sind die direkteste Finanzierungsform, auf die Städte zurückgreifen können, und werden bei der Finanzierung des Übergangs zur Netto-Null-Bilanz eine Vorreiterrolle spielen. Im Verlauf dieses Übergangs wird erwartet, dass die Investitionen einer Stadt in Klimaschutzmaßnahmen sowohl in absoluten Zahlen als auch im Verhältnis zum gesamten Stadtbudget steigen sollten. Um dem Bevölkerungswachstum der Stadt in diesem Zeitraum Rechnung zu tragen, ist ein Indikator für die öffentlichen Ausgaben pro Kopf ebenfalls ein nützliches Maß, um sicherzustellen, dass eine Stadt auch bei zunehmender Einwohnerzahl weiterhin angemessen investiert. Diese Kennzahl ist besonders wichtig für Städte mit einer starken jährlichen Wachstumsrate.

4.5.1.1 Indikatorensatz

Tabelle 33: Indikatorensatz für öffentliche Ausgaben

Bezeichnung des Indikators	In Klimaschutzprojekte investiertes Kapital	Für Klimaschutzprojekte zugewiesene Mittel	Pro-Kopf-Kapitalinvestitionen in Klimaschutzprojekte
Maßeinheit	Mio. EUR	Anteil am städtischen Haushalt	in Tausend Euro
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Von der Gemeinde in bestimmte Klimaschutzmaßnahmen investiertes Kapital	Anteil der Mittel aus dem kommunalen Haushalt, die für Klimaschutzmaßnahmen und -projekte aufgewendet werden, in Prozent des gesamten kommunalen Haushalts	Von der Gemeinde in konkrete Klimaschutzmaßnahmen investiertes Kapital, geteilt durch die Einwohnerzahl der Stadt gemäß den neuesten Schätzungen
Quelle	k. A.	k. A.	k. A.
Berechnungsformel	Jährliche Kapitalinvestitionen in Klimaschutzprojekte	Jährliches Budget für Klimaschutzprojekte / Jährlicher städtischer Haushalt	Jährliche Kapitalinvestitionen in Klimaschutzprojekte / geschätzte Einwohnerzahl der Stadt

4.5.1.2 Anwendungsbeispiele

In Klimaschutzprojekte investiertes Kapital

Wenn die Stadt im Jahr 2023 139 Mio. EUR in Projekte investiert hat, die speziell dem Klimaschutz dienen, ist dies der Wert für den Indikator. Ziel ist es, diese Entwicklung im Zeitverlauf zu verfolgen und sicherzustellen, dass der in Klimaschutzmaßnahmen investierte Kapitalbetrag von Jahr zu Jahr steigt.

Für Klimaschutzprojekte bereitgestelltes Budget

Wenn die Stadt – wie oben beschrieben – im Jahr 2023 139 Mio. EUR in Projekte speziell für den Klimaschutz investiert hat und der Gesamtetat der Stadt 942 Mio. EUR beträgt, dann ergibt sich $139 / 942 = 14,7 \%$. Die Idee ist, diese Entwicklung im Laufe der Zeit zu verfolgen und den prozentualen Anteil zu steigern.

Pro-Kopf-Investitionen in Klimaschutzprojekte

Wenn die Stadt im Jahr 2023 139 Mio. EUR in Projekte speziell für den Klimaschutz investiert hat und die Einwohnerzahl der Stadt 245.342 beträgt, ergibt sich folgende Berechnung: $139.000.000 / 245.342 = 0,57$ Tausend EUR. Die Idee ist, diese Entwicklung im Laufe der Zeit zu verfolgen und dafür zu sorgen, dass dieser Wert steigt oder – zumindest – während der Übergangsphase auf dem gleichen Niveau bleibt.



4.5.2 Externe Finanzierung

Städte können den Übergang zur Netto-Null-Emissionsbilanz nicht aus eigener Kraft finanzieren und müssen ihren kommunalen Haushalt möglicherweise durch externe Finanzmittel aus nationalen Investitionsfonds, europäischen Fördermitteln (wie der Europäischen Investitionsbank oder der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung) oder privaten Finanzinstituten wie Pensionsfonds und Vermögensverwaltern aufstocken. Die in diesem Abschnitt behandelte externe Finanzierung bezieht sich auf kommunale Kreditaufnahmen oder Investitionen in Projekte (wie öffentlich-private Partnerschaften, PPPs), nicht auf externe Mittel in Form von Zuschüssen.

Die Finanzierung von Klimaschutzprojekten gewinnt für alle oben genannten Organisationen zunehmend an Bedeutung, und Städte sollten insbesondere bei groß angelegten, mehrjährigen Projekten mit erheblichem Vorabkapitalbedarf (z. B. Infrastruktur) darauf hinarbeiten, diese einzubeziehen. Die Messung des Wachstums der Finanzmittel aus dem privaten Sektor ist ein wichtiger Indikator, um diesen Übergang im Zeitverlauf zu verfolgen.

4.5.2.1 Indikatorensatz

Tabelle 34 Indikatorensatz zur externen Finanzierung

Bezeichnung des Indikators	In Klimaschutzprojekte investiertes Kapital	Abdeckung der Klimafinanzierungslücke
Maßeinheit	Mio. EUR	Prozentualer Anteil des gedeckten Kapitaldefizits
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Von externen Finanzierungsorganisationen in spezifische Klimaschutzmaßnahmen investiertes Kapital	Deckung des jährlichen Klimakapitaldefizits nach Zuweisungen aus dem kommunalen Haushalt
Quelle	k. A.	k. A.
Berechnungsformel	Jährliche Kapitalinvestitionen in Klimaschutzprojekte aus externen Finanzmitteln.	Jährliche externe Finanzierung in Klimaschutzprojekten / Finanzierungslücke zwischen erforderlichem Investitionsbedarf und kommunalen Ausgaben.

4.5.2.2 Anwendungsbeispiele

In Klimaschutzprojekte investiertes Kapital

Wenn externe Finanzorganisationen im Jahr 2023 28 Mio. EUR in Projekte investiert haben, die speziell dem Klimaschutz dienen, ist dies der Wert für den Indikator. Ziel ist es, diese Entwicklung im Zeitverlauf zu verfolgen und sicherzustellen, dass die Höhe des in Klimaschutzmaßnahmen investierten Kapitals von Jahr zu Jahr steigt.

Abdeckung der Finanzierungslücke im Klimaschutz

Wenn das Ziel einer Stadt für Investitionen in Klimaschutzprojekte in einem Jahr (wie in ihrem Investitionsplan festgelegt) bei 200 Mio. EUR liegt und sie nur 139 Mio. EUR investiert hat, besteht ein Defizit von 61 Mio. EUR. Wenn externe Finanzorganisationen im Laufe des Jahres 28 Mio. EUR in Klimaschutzprojekte investiert haben, decken sie 45,9 % der Finanzierungslücke ab. $28 / (200 - 139)$. Das Ziel ist es, dass dieser Wert so nah wie möglich an 100 % oder darüber liegt. Für Kommunen, die Unternehmen wie Versorgungsbetriebe, Wohnungsbaugesellschaften und Verkehrsnetze besitzen, kann es sinnvoll sein, eine Deckung der Klimafinanzierungslücke ohne diese Unternehmen und eine weitere unter Einbeziehung dieser Unternehmen zu berechnen.

4.5.3 Kapitaleffizienz

Die Zuweisung von öffentlichem und privatem Kapital für gezielte Klimaschutzmaßnahmen ist die erste große Hürde für Städte, sobald sie ihre Investitionspläne entwickelt haben. Es ist jedoch ebenso wichtig sicherzustellen, dass das eingesetzte Kapital effizient genutzt wird und im Laufe der Zeit zu einer nachweisbaren Reduzierung der Treibhausgasemissionen führt. Da Städte ein Treibhausgasinventar erstellt haben, das im Zeitverlauf überwacht werden kann, ist es ihnen möglich, genau zu erkennen, wie effektiv ihre Investitionen in jedes einzelne Projekt, jeden Sektor und jeden Teilsektor gewesen sind.

Dies ist entscheidend, um sicherzustellen, dass das Kapital effektiv genutzt wird, und kann ein wichtiger Indikator sein, um Misswirtschaft oder die Fehlleitung von Mitteln in weniger wirksame, prestigeträchtige Projekte zu vermeiden, die den Zielen einer Stadt, die Emissionen bis 2030 deutlich zu reduzieren, abträglich wären.

4.5.3.1 Indikatorensatz

Tabelle 35: Indikatorensatz zur Kapitaleffizienz

Bezeichnung des Indikators	Emissionsrendite des investierten Kapitals
Maßeinheit	Mio. EUR
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Investiertes Kapital pro kt CO ₂ -Einsparung
Quelle	k. A.
Berechnungsformel	Gesamtinvestiertes Kapital in m / Kt CO ₂ -Einsparung

4.5.3.2 Anwendungsbeispiele

Emissionsrendite des investierten Kapitals

Wenn eine Stadt im Jahr 2023 139 Mio. EUR in Klimaschutzprojekte investiert und die für 2024 berechnete Emissionsminderung 181 Kt beträgt, gibt die Stadt 0,77 Mio. EUR pro Kt realisierter CO₂-Einsparungen aus. $139 / 181 = 0,77$. Je niedriger dieser Wert ist, desto effizienter wird das Kapital zur Bekämpfung der Treibhausgasemissionen in der Stadt eingesetzt. Dies lässt sich jährlich, aber auch über den gesamten Übergangszeitraum hinweg verfolgen und kann als eines der Kriterien für die Auswahl oder Priorisierung von Klimaschutzprojekten herangezogen werden. Neben der Erfassung des EROIC der Stadt kann die Berechnung auch für externes Kapital verwendet werden.

4.5.4 Haushaltsdisziplin

Zwar sind Investitionen erforderlich, um die angestrebten Emissionsminderungen der Stadt zu erreichen, doch ist es wichtig, im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten der Stadt zu bleiben und keine untragbaren Schuldenberge anzuhäufen. Andernfalls bestünde die Gefahr von Zahlungsausfällen oder einer Insolvenz der Stadt. Die nachstehende Kennzahl dient als grundlegender Indikator, um bei der Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen im Portfolio der Stadt für Haushaltsdisziplin zu sorgen.

4.5.4.1 Indikatorensatz

Tabelle 36: Indikatorensatz zur Haushaltsdisziplin

Bezeichnung des Indikators	Kostendeckung
Maßeinheit	Prozentualer Anteil der gedeckten Kosten
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Deckung der jährlichen Finanzierungskosten durch die jährlichen kommunalen Einnahmen
Quelle	k. A.
Berechnungsformel	$(\text{Jährliche kommunale Einnahmen aus Projekten} / \text{Jährliche Finanzierungskosten der Projekte}) * 100$

4.5.4.2 Anwendungsbeispiele

Kostendeckung

Wenn eine Stadt im Jahr 2023 Projekteinnahmen in Höhe von 82 Mio. EUR erzielt hat und ihre jährlichen Finanzierungskosten für 2023 bei 23 Mio. EUR liegen, beträgt die Kostendeckungsquote: Wenn eine Stadt im Jahr 2023 jährliche Finanzierungskosten in Höhe von 23 Mio. EUR hat und die Projekteinnahmen für 2023 bei 82 Mio. EUR liegen, beträgt die Kostendeckung 356 %. $(82 / 23) * 100$. Das Ziel ist, diesen Wert so hoch wie möglich zu halten und im Jahresvergleich zu steigern. Als Richtwert gilt, dass Werte unter 175 % sorgfältig überwacht werden sollten.

4.6 Ressourceneffizienz

4.6.1 Abfallwirtschaft und Effizienz

Gemäß der Abfallhierarchie der EU-Abfallrahmenrichtlinie besteht die oberste Priorität im Abfallsektor darin, die Abfallmenge zu minimieren. Die nächsten Schritte in der Abfallwirtschaft sind Wiederverwendung, Recycling, Verwertung und Beseitigung. Die Deponierung ist die am wenigsten bevorzugte Option und sollte auf das notwendige Minimum beschränkt werden.

4.6.1.1 Indikatorensetz

Tabelle 37 Indikatorensetz für Abfallwirtschaft und Effizienz

Bezeichnung des Indikators	Recyclingquote von Siedlungsabfällen
Maßeinheit	%
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Indikator „Recyclingquote von Siedlungsabfällen (%)“ misst den Anteil der recycelten Siedlungsabfälle am gesamten Siedlungsabfallaufkommen.
Quelle	Europäische Kommission (2022), <i>Green City Accord, Saubere und gesunde Städte für Europa, Leitfaden zu den verbindlichen Indikatoren des GCA</i> , Fassung vom 29. April 2022
Berechnungsformel	Anteil des verwerteten Siedlungsabfalls am gesamten Siedlungsabfallaufkommen

4.6.1.2 Anwendungsbeispiele

In einem hypothetischen Szenario, in dem eine Stadt im Jahr 2024 beispielsweise 20 Tonnen Siedlungsabfälle erzeugte und davon im selben Jahr 2 Tonnen verwertet wurden, würde die Berechnung wie folgt aussehen:

$$2/20 = 0,1 \times 100 = 10 \%$$

Das bedeutet, dass im Jahr 2024 10 % des Siedlungsabfalls verwertet wurden.

Eurostat beschreibt, dass dieser Indikator Teil des Indikatorensetzes zur Kreislaufwirtschaft ist. Er dient dazu, die Fortschritte auf dem Weg zu einer Kreislaufwirtschaft im Themenbereich „Abfallwirtschaft“ zu überwachen. Die Recyclingquote von Siedlungsabfällen gibt Aufschluss darüber, inwieweit Abfälle von Endverbrauchern als Ressource in der Kreislaufwirtschaft genutzt werden. Siedlungsabfälle umfassen hauptsächlich Abfälle, die von Endverbrauchern erzeugt werden, da sie Abfälle aus Haushalten sowie Abfälle aus anderen Quellen umfassen, die in Art und Zusammensetzung den Haushaltsabfällen ähnlich sind. Obwohl sie etwa 10 % der gesamten in der EU anfallenden Abfallmenge ausmachen, stellt die ordnungsgemäße Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung eine Herausforderung dar. Die Recyclingquote von Siedlungsabfällen liefert einen guten Hinweis auf die Qualität des gesamten Abfallbewirtschaftungssystems.

Dieser Indikator kann zur Überwachung der Einhaltung des in Artikel 11 Absatz 2 der [Abfallrahmenrichtlinie](#) festgelegten Ziels herangezogen werden. „Um die Ziele dieser Richtlinie zu erreichen und den Übergang zu einer europäischen Kreislaufwirtschaft mit einem hohen Maß an Ressourceneffizienz zu vollziehen, ergreifen die Mitgliedstaaten die erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung der folgenden Ziele: (a) Bis 2020 ist die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Abfallstoffen wie zumindest Papier, Metall, Kunststoff und Glas aus Haushalten und gegebenenfalls aus anderen Quellen, soweit diese Abfallströme denen aus Haushalten ähnlich sind, auf insgesamt mindestens 50 Gewichtsprozent zu erhöhen.“

4.6.2 Etablierung von Stoffkreisläufen und Kreislaufwirtschaft

In europäischen Städten besteht eine große Herausforderung darin, die Kreislaufwirtschaft über die traditionelle Rückgewinnung von Ressourcen im Abfall- und Materialsektor hinaus auszuweiten und systemische Lösungen bereitzustellen, die sich nachweislich bewährt haben und an anderer Stelle effektiv repliziert werden können. Städte, deren Hauptziel die CO₂-Neutralität ist, können vielfältige Vorteile hinsichtlich der Ressourceneffizienz sowie reduzierte Scope-3-Emissionen erzielen, da sich die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft direkt auf die vor- und nachgelagerten Auswirkungen der Materialwirtschaft auswirken. Die Rückgewinnung von Ressourcen kann in Städten nicht nur im Bereich der Siedlungsabfälle (MSW), sondern beispielsweise auch bei Textilien, Verpackungen und im Bausektor umgesetzt werden. Das Recycling von Ressourcen verlängert die Lebenszyklen von Materialien und hilft einer Stadt, sich von einer linearen Produktnutzung mit hohen CO₂-Emissionen zu lösen, was sich sowohl aus Sicht des Konsums als auch aus Sicht der Abfallwirtschaft auf die Treibhausgasemissionen auswirkt. Der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft durch die Wiederverwendung und das Recycling von Materialien kann den Druck auf die natürlichen Ressourcen verringern und nachhaltiges Wachstum sowie Arbeitsplätze schaffen.

Die folgenden Indikatoren liefern Anhaltspunkte für den Umfang der kreislaufforientierten Materialnutzung und die Ressourcenproduktivität in einer Stadt. Jeder Indikator wurde sowohl mit Scope 1 als auch mit Scope 3 verknüpft, da Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft Auswirkungen auf Lebenszyklusphasen von Produkten und Materialströmen haben können, die über den geografischen Rahmen der Stadt hinausgehen. Die Beobachtung solcher Trends und Muster kann entscheidend sein, um zu verstehen, wie sich die verschiedenen Elemente der Kreislaufwirtschaft in einer Stadt im Laufe der Zeit entwickeln.

4.6.2.1 Indikatorensatz

Tabelle 38 Einsatz von Materialkreisläufen und Indikatorensatz zur Kreislaufwirtschaft

Indikatorbezeichnung	Recyclingquote für bestimmte Materialströme	Quote der kreislaufforientierten Materialnutzung (CMU)	Ressourcenproduktivität
Maßeinheit	%	%	Euro/Gewicht
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Anteil bestimmter Materialien (Kunststoff/Holz/Bioabfälle/Bau- und Abbruchabfälle usw.), die in der Wirtschaft/Stadt recycelt werden. Dieser Indikator spiegelt die Fortschritte beim Recycling wichtiger Abfallströme wider.	Die Kreislaufmaterialverwendungsquote (CMU-Quote) misst in Prozent den Anteil der Materialien, die zurückgewonnen und wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden – wodurch die Gewinnung von Primärrohstoffen eingespart wird – am gesamten Materialverbrauch.	Der Indikator ist definiert als das Bruttoinlandsprodukt (BIP) geteilt durch den inländischen Materialverbrauch (DMC). Der DMC misst die Gesamtmenge der von einer Volkswirtschaft direkt genutzten Materialien. Er ist definiert als die jährliche Menge an Rohstoffen, die aus dem Inland der lokalen Volkswirtschaft gewonnen wird, zuzüglich aller physischen Importe und abzüglich aller physischen Exporte. Es ist wichtig zu beachten, dass der Begriff „Verbrauch“, wie er im DMC verwendet wird, den sichtbaren Verbrauch und nicht den Endverbrauch

Bezeichnung des Indikators	Recyclingquote für bestimmte Materialströme	Kreislaufmaterialnutzungsrate (CMU)	Ressourcenproduktivität
			Verbrauch. Die DMC berücksichtigt keine vorgelagerten Ströme im Zusammenhang mit Importen und Exporten von Rohstoffen und Produkten, die ihren Ursprung außerhalb der lokalen Wirtschaft haben.
Quelle	Eurostat (2018)	Eurostat (2018)	Eurostat (2018b)
Berechnungsformel	Für jeden Abfallstrom: recyceltes Abfallmaterial / erzeugtes Abfallmaterial in	Verhältnis der kreislaufwirtschaftlichen Materialnutzung (U) zum gesamten Materialverbrauch (M)	Bruttoinlandsprodukt (BIP) geteilt durch den inländischen Materialverbrauch (DMC). Die Berechnungsmethode wird hier ausführlich beschrieben.
Emissionsbereich für den Treibhausgas-Indikator (falls relevant)	Scope 1, 3	Scope 1, 3	Scope 1, 3

4.6.2.2 Anwendungsbeispiele

Recyclingquote

Um die Recyclingquote zu ermitteln, dividieren Sie die jährliche Recyclingmenge durch die Gesamtmenge des anfallenden festen Abfalls.

Recyclinganteil in Prozent = $\left[\frac{\text{recycelte Kilogramm}}{\text{recycelte Kilogramm} + \text{Müll in Kilogramm}} \right] \times 100$
 $40 \% = \left[\frac{4000}{4000 + 6000} \right] \times 100$

Kreislaufmaterialnutzungsquote

Damit Städte die Kreislaufmaterialnutzungsquote (CMU) berechnen können, sollten für jeden Sektor spezifische Rahmenbedingungen festgelegt werden. Wenn Daten für mehrere Sektoren vorliegen, lässt sich ein einheitlicher CMU-Prozentsatz für die gesamte Stadt ableiten, indem die Materialnutzungsdaten der einzelnen Sektoren addiert werden. Um beispielsweise die CMU in der Bauindustrie oder im Textilsektor auf städtischer Ebene zu erfassen, werden Daten zur Menge des als Abfall anfallenden Materials benötigt, die als Näherungswert für den Materialverbrauch (M) dient, sowie zur Menge des Materials (U), das von verschiedenen Akteuren oder Programmen in der Stadt zur Wiederverwendung oder Umnutzung zurückgewonnen wird. Hierbei ist zu beachten, dass Recycling manchmal aus der Berechnung der CMU ausgeschlossen wird; Städte haben jedoch die Flexibilität, die Rahmenbedingungen so festzulegen, dass Recycling in diese Berechnung einbezogen wird. Daraus ergibt sich das Verhältnis der zirkulären Materialnutzung (U) zum gesamten Materialverbrauch (M). Dieser Indikator kann Städten dabei helfen, den Anteil der zurückgewonnenen und wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführten Materialien zu verfolgen – wodurch der Abbau von Primärrohstoffen im Gesamtmaterialverbrauch eingespart wird.

$CMU (\%) = \left[\frac{\text{Zur Wiederverwendung oder Umnutzung zurückgewonnenes Material (U)}}{\text{Gesamtmaterialverbrauch (M)}} \right] \times 100$.

Ressourcenproduktivität

Die Ressourcenproduktivität dient als Indikator zur Messung der Ressourceneffizienz (d. h., wie effizient die Wirtschaft materielle Ressourcen nutzt, um die auf dem Markt verfügbaren Produkte und Dienstleistungen zu produzieren, was als Bruttoinlandsprodukt – BIP – bezeichnet wird). Sie wird in absoluten Werten ausgedrückt (d. h. in Euro pro kg).

Ressourcenproduktivität = Bruttoinlandsprodukt (EUR)/Inländischer Materialverbrauch (Gewicht).

Damit lässt sich verfolgen, wie stark sich die Leistung jeder Stadt im Laufe der Zeit verändert hat, und es wird (mithilfe eines Index) gemessen, um wie viel sich die Städte im Vergleich zu einem Basisjahr prozentual verbessert haben. Wenn das BIP schneller wächst als der Materialverbrauch, verbessert sich die Ressourcenproduktivität, und die Wirtschaftstätigkeit wird vom Materialverbrauch entkoppelt (d. h., die Wirtschaft ist in der Lage, mehr Wohlstand zu schaffen, ohne dass der Ressourcenverbrauch proportional steigt).

Im Jahr 2014 betrug der Durchschnitt der Ressourcenproduktivität für die EU-28 2,01 PPS (Kaufkraftstandard)/kg. Am besten schneiden Luxemburg, die Niederlande, das Vereinigte Königreich, Spanien und Italien ab (alle zwischen 3,75 PPS/kg und 3,03 PPS/kg), gefolgt von Frankreich, Belgien und Deutschland (alle zwischen 2,45 PPS/kg und 2,14 PPS/kg). Die Ressourcenproduktivität in PPS ist in Ländern mit hohem Einkommen und in Volkswirtschaften mit einem großen Dienstleistungssektor (Finanzdienstleistungen, Tourismusbranche, Kultur und Freizeit, Gesundheitswesen und öffentliche Verwaltung) höher.



4.6.3 Wasserwirtschaft

Die Verantwortlichen für die städtische Wasserversorgung benötigen Messdaten zum Wasserverbrauch der Einwohner, um Muster des Wasserzugangs und der Wasserverluste sowie die allgemeine Ressourceneffizienz und die durch die Wasserentnahme verursachte Belastung der Umwelt zu verstehen. Methoden zur Wasserbilanzierung für die Leitungswasserversorgung wurden für die für Länder mit hohem Einkommen typischen, vollständig unter Druck stehenden und mit Wasserzählern ausgestatteten Systeme entwickelt. Diese Methoden gehen davon aus, dass der Wasserversorger genügend Wasser bereitstellt, um den Bedarf der Haushalte zu decken („bedarfsgesteuerte“ Versorgungssysteme), und dass Wasserzähler flächendeckend vorhanden sind (Alegre et al., 2000; IWA, 2003; Mutikanga et al., 2013). Es ist jedoch zu beachten, dass herkömmliche Methoden der Wasserbilanzierung in Systemen ohne Wasserzähler und mit unregelmäßiger Versorgung nicht anwendbar sind. Der Indikator zum Wasserverbrauch der Haushalte soll ein Maß für die Belastung der Umwelt durch die Wasserentnahme aus verschiedenen Wasserquellen im Rahmen des häuslichen Verbrauchs liefern. Der Indikator würde zudem dazu beitragen, Trends im Wasserverbrauch der Haushalte auf Stadtebene zu erkennen.

Ferner ist zu beachten, dass die Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) (in der geänderten Fassung) die Mitgliedstaaten verpflichtet, die nachhaltige Nutzung der verfügbaren Wasserressourcen auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes zu fördern und ein Gleichgewicht zwischen Wasserentnahme und -neubildung sicherzustellen, mit dem Ziel, einen „guten Wasserstatus“ zu erreichen. Die Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch legt Trinkwasserqualitätsnormen fest und verpflichtet die Mitgliedstaaten, die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, dass Wasser für den menschlichen Gebrauch gesund und sauber ist.

Dennoch ist es wichtig zu bedenken, dass die Verfügbarkeit von Wasser zur Deckung grundlegender menschlicher Bedürfnisse eine Voraussetzung für Leben, Gesundheit und wirtschaftliche Entwicklung ist. So empfiehlt beispielsweise die Weltgesundheitsorganisation (WHO) (2003), dass 50–100 l Wasser pro Kopf und Tag erforderlich sind, um den häuslichen Bedarf wie Körperpflege, Waschen und Reinigen zu decken.

Im Hinblick auf Abwasser betrifft die Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser die Sammlung, Behandlung und Einleitung von kommunalem Abwasser sowie die Behandlung und Einleitung von Abwasser aus bestimmten Industriezweigen. Ziel der Richtlinie ist es, die Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen der oben genannten Abwassereinleitungen zu schützen. Der vorgeschlagene Indikator soll den prozentualen Anteil der Abwasserbelastung berechnen, der hinsichtlich Sammlung und Behandlung den Anforderungen der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (UWWTD) entspricht. Es sei darauf hingewiesen, dass ein Vorschlag zur Aktualisierung der UWWTD vorliegt, der im Oktober 2022 veröffentlicht wurde.

4.6.3.1 Indikatorenansatz

Tabelle 39 Indikatorenansatz für die Wasserwirtschaft

Bezeichnung des Indikators	Wasserverbrauch der Haushalte	Anteil des kommunalen Abwassers, der die Anforderungen der Richtlinie zur Behandlung von kommunalem Abwasser erfüllt
Maßeinheit	Liter/Kopf/Tag	%
Vorgeschrieben oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Indikator „Wasserverbrauch der Haushalte (Liter/Kopf/Tag)“ misst den durchschnittlichen Wasserverbrauch (in Litern) pro Tag und Person für alle häuslichen Verwendungszwecke (ohne Industrie).	Der Indikator „Anteil des städtischen Abwassers, der die Anforderungen der UWWTD erfüllt (hinsichtlich Sammlung und Zweitbehandlung)“ misst die Fähigkeit einer Stadt, die bestehenden Anforderungen der UWWTD hinsichtlich der Sammlung (Artikel 3) und der Zweitbehandlung (Artikel 4) zu erfüllen.

Bezeichnung des Indikators	Wasserverbrauch der Haushalte	Anteil des städtischen Abwassers, der die Anforderungen der Abwasserrichtlinie erfüllt
Quelle	Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) (in der geänderten Fassung)	Die Richtlinie 91/271/EWG des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser wurde am 21. Mai 1991 verabschiedet (später geändert).
Berechnungsformel	V_m = gemessene Menge in kL/con/m (aus den Aufzeichnungen des Versorgungsunternehmens oder der im Rahmen der Haushaltsbefragung eingesehenen Abrechnung);	Dieser Indikator wird berechnet, indem der prozentuale Anteil der Abwasserbelastung ermittelt wird, der den Anforderungen der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (UWWTD) hinsichtlich der Sammlung (Artikel 3 der UWWTD) und der Zweitbehandlung (Artikel 4 der UWWTD) entspricht.

4.6.3.2 Anwendungsbeispiele

Wasserverbrauch im Haushalt

Wenn Ihre Wasserrechnung keine Angaben zum Wasserverbrauch enthält, können Sie Ihren Wasserzähler ablesen, um diese Informationen zu erhalten. Wasserzähler messen die Gesamtwassermenge, die in Ihrem Haushalt verbraucht wird, und befinden sich in der Regel an der Grundstücksgrenze oder am Haus. Der Zähler kann in Kubikmetern, Kubikfuß, Gallonen oder Litern messen. Um Ihren Wasserverbrauch über einen Zeitraum von 24 Stunden zu ermitteln, lesen Sie Ihren Zähler an zwei aufeinanderfolgenden Tagen zur gleichen Zeit ab. Möglicherweise möchten Sie den Wasserverbrauch über mehrere Tage hinweg erfassen und anschließend einen Tagesdurchschnitt berechnen.

In Privathaushalten kann Wasser durch undichte Rohre, Toiletten und Wasserhähne verloren gehen. Sobald eventuelle Undichtigkeiten im Haushalt behoben wurden, besteht der nächste Schritt darin, die Effizienz der derzeitigen Armaturen und Geräte zu bewerten und zu prüfen, ob Verbesserungen erforderlich sind, wie z. B. wassersparende Toiletten, wassersparende Duschköpfe, umweltfreundliche Geräte wie Geschirrspüler und Waschmaschinen und so weiter.

Prozentualer Anteil des städtischen Abwassers, der die Anforderungen der UWWTD erfüllt

Der 10. Bericht über die Umsetzung der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (UWWTD) zeigt, dass die Einhaltungquoten der EU-Vorschriften zur Abwassersammlung und -behandlung hoch sind und im Vergleich zum vorangegangenen Berichtszeitraum gestiegen sind. Dies trägt dazu bei, Umweltverschmutzung zu verhindern. Auch wenn der Trend weiterhin positiv ist, wurde die vollständige Einhaltung der Richtlinie noch nicht erreicht. Finanzierung und Planung bleiben die größten Herausforderungen für die Wasserversorgungsbranche.

4.6.4 Angemessene und widerstandsfähige Nahrungsmittelproduktion

Das Ziel für nachhaltige Entwicklung Nr. 12 (SDG 12 oder Globales Ziel 12) mit dem Titel „Verantwortungsvoller Konsum und Produktion“ ist eines der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung, die 2015 von den Vereinten Nationen festgelegt wurden. Der offizielle Wortlaut von SDG 12 lautet: „Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen“. Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) der Vereinten Nationen beschreibt, dass eine wachsende Weltbevölkerung bei schwindenden natürlichen Ressourcen und zunehmender Urbanisierung bedeutet, dass mehr Menschen mit weniger Wasser, Ackerland und Arbeitskräften aus dem ländlichen Raum ernährt werden müssen. Um den erwarteten Anstieg des Wasser-, Energie- und Nahrungsmittelbedarfs zu decken, ist eine Umstellung auf nachhaltigere Produktions- und Konsumansätze erforderlich. Resilienz und Selbstversorgung in der Nahrungsmittelproduktion, bei der man nicht auf Nahrungsmittelimporte angewiesen ist, sind ebenfalls wichtige Aspekte.

4.6.4.1 Indikatorensatz

Tabelle 40: Indikatorensatz für nachhaltige und resiliente Nahrungsmittelproduktion

Bezeichnung des Indikators	Lokale Nahrungsmittelproduktion	Menge an Lebensmittelabfällen
Maßeinheit	%	t/Kopf
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Anteil des Lebensmittelverbrauchs, der in einem Umkreis von 100 km produziert wird	Dieser Indikator entspricht der Menge an Lebensmittelabfällen pro Kopf und Jahr.
Quelle	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .	k. A.
Berechnungsformel	$\left(\frac{\text{In einem Umkreis von 100 km produzierte Lebensmittel (Tonnen)}}{\text{Gesamtnachfrage an Lebensmitteln innerhalb Stadt (Tonnen)}} \right) * 100$	$\text{Lebensmittelabfall pro Kopf (t)} = \frac{\text{Lebensmittelabfall pro Kopf (t)}}{\text{Einwohnerzahl (t)}}$ Dabei gilt: t = Jahr.

4.6.4.2 Anwendungsbeispiele

Beispielsweise betrug der jährliche Pro-Kopf-Verzehr in Europa im Jahr 2000 770 kg (EEA, 2005).

Der Lebensmittelbedarf lässt sich dann berechnen, indem man die Einwohnerzahl Europas im Jahr 2000 (725.558.036) mit 770 kg multipliziert. Das Ergebnis beträgt 558.679.687.720 kg. Diese Berechnung lässt sich auf Stadtebene anwenden.

Ertragsstatistiken und Tierbestände können auf NUTS-2-Ebene abgerufen werden (Eurostat, 2015). Vergleichbare Daten zum landwirtschaftlichen Ertrag liegen nur auf NUTS-2-Ebene vor.

4.6.5 Praxis der Landnutzungsplanung

„Brownfield“ ist ein Begriff aus der Stadtplanung, der „Flächen bezeichnet, die von einem dauerhaften Bauwerk eingenommen werden oder wurden, einschließlich des Grundstücks der bebauten Fläche und jeglicher damit verbundener fester oberirdischer Infrastruktur“ (Ministerium für Gemeinden und Kommunalverwaltung, 2012). Es ist zu beachten, dass viele Brownfields infolge früherer industrieller oder gewerblicher Nutzungen kontaminiert sind.

Die Europäische Umweltagentur (EEA) schätzt, dass es europaweit bis zu drei Millionen Brachflächen gibt, die oft innerhalb städtischer Grenzen liegen und gut angebunden sind und somit eine wettbewerbsfähige Alternative zu Investitionen in Grünflächen darstellen. Die Sanierung und Wiederbelebung von Brachflächen bietet eine wertvolle Chance, nicht nur den Verlust unberührter Landschaft zu verhindern und die Bodenversiegelung zu verringern, sondern auch städtische Räume aufzuwerten und die teilweise kontaminierten Böden zu sanieren (GD Umwelt 2013).

Angesichts der zunehmenden Urbanisierung wird erwartet, dass der Anteil der in Städten lebenden Bevölkerung bis 2050 weltweit auf 70 % und in Europa auf bis zu 85 % steigen wird (Europäische Investitionsbank, 2018). Der Indikator „Wachstumsrate der urbanisierten Fläche“ soll diesen Trend erfassen. Es ist jedoch zu beachten, dass ein solcher Trend möglicherweise nicht positiv ist, da Städte bereits 70 % der weltweiten Ressourcen und 70 % der gesamten erzeugten Energie verbrauchen. Darüber hinaus verursachen sie 70 % aller Treibhausgasemissionen und erzeugen etwa 50 % des gesamten Abfalls. Daher könnte der vorgeschlagene Indikator eine unbeabsichtigte negative Folge bzw. Auswirkung der Urbanisierung erfassen.

4.6.5.1 Indikatorensatz

Tabelle 41: Indikatorensatz für Landnutzungsmanagementpraktiken

Bezeichnung des Indikators	Wachstumsrate der urbanisierten Fläche	Nutzung von Brachflächen
Maßeinheit	m ² /Einwohner/Jahr	% von km ²
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Neu urbanisierte Fläche in m ² , pro Kopf und Jahr.	Anteil der in der vergangenen Periode sanierten Brachflächen in Prozent der gesamten Brachfläche.
Quelle	k. A.	Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. et al. (2017) <i>CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren</i> .
Berechnungsformel	Fläche der neu urbanisierten Flächen in m ² / Einwohnerzahl der Stadt.	Der Indikator „Sanierung von Brachflächen“ wird berechnet als die im letzten Jahr sanierte Brachfläche [km ²] (Zähler) geteilt durch die gesamte Brachfläche in der Stadt [km ²] (Nenner). Das Ergebnis wird anschließend mit 100 multipliziert und als Prozentsatz ausgedrückt.

4.6.5.2 Anwendungsbeispiele

Nutzung von Brachflächen

Was die Nutzung von Brachflächen betrifft: Wenn eine Stadt beispielsweise über 500 Hektar bzw. 5 Quadratkilometer Brachflächen verfügt und im letzten Jahr – nehmen wir beispielsweise das Jahr 2022 als Beispiel – 50 Hektar bzw. 0,5

Quadratkilometer Brachflächen innerhalb der Verwaltungsgrenzen der Stadt saniert, berechnet sich der Indikator für die Brachflächen-Sanierung wie folgt:

$$0,5 \text{ km}^2 \text{ (im letzten Jahr sanierte Brachflächen)} / 5 \text{ km}^2 \text{ (Gesamtfläche der Brachflächen innerhalb der Stadtgrenzen)} = 0,1 * 100 = 10 \text{ \%}.$$

oder 10 % von 5 km^2 .

Die Stärke dieses Indikators liegt darin, dass er in hohem Maße relevant für politische Ziele ist und sich relativ einfach berechnen lässt. Eine Schwäche besteht jedoch darin, dass die Vergleichbarkeit der Daten zwischen europäischen Städten eingeschränkt ist, da die Auslegung des Begriffs „Brachfläche“ unterschiedlich sein kann. Zudem ist zu beachten, dass nicht alle Städte über Brachflächen verfügen, die saniert werden können.



4.7 Biodiversität

4.7.1 Städtische Aufforstung und verbesserte Pflanzengesundheit

Der Übergang zur Klimaneutralität erfordert eine stadtweite Begrünungsstrategie. Laut Doick et al. (2019) zeigen wissenschaftliche Erkenntnisse, dass die negativen Auswirkungen der Urbanisierung auf die menschliche Gesundheit, wie beispielsweise eine erhöhte Belastung durch Hitzestress und erhöhte Luftverschmutzung, zum Teil auf den Verlust von Vegetation im Vergleich zu ländlichen Gebieten zurückzuführen sind. Daher werden Bäume und die gesamte grüne Infrastruktur einer Stadt als kosteneffiziente und nachhaltige Lösung empfohlen. Bäume tragen zudem zum Wohlbefinden der Menschen bei, indem sie das Stadtbild auflockern und einen Treffpunkt für soziale Interaktion bieten.

Der Indikator „Prozentualer Anteil der Baumkronenbedeckung innerhalb der Stadt“ ist ein Zustandsindikator, der den Anteil ausgewachsener Bäume (mit dem Potenzial, ihre volle Reife zu erreichen) im Verhältnis zur Stadtfläche bewertet und einen Hinweis auf die Vernetzung gibt. Bäume sind ein wesentlicher Bestandteil der städtischen Infrastruktur und bieten eine Vielzahl von Vorteilen. Die EU-Waldstrategie, die Ziele zur biologischen Vielfalt und zur Klimaneutralität vereint, enthält einen Fahrplan für die Pflanzung von mindestens 3 Milliarden zusätzlichen Bäumen in der EU bis 2030 unter vollständiger Berücksichtigung logischer Grundsätze. Städte müssen ihre Anstrengungen verstärken, um zur Erreichung dieses Ziels beizutragen. Der Indikator „Baumbedeckung“ wurde gewählt, um die Fortschritte bei städtischen Baumpflanzmaßnahmen widerzuspiegeln.

4.7.1.1 Indikatorenansatz

Tabelle 42: Indikatorenansatz für städtische Aufforstung und verbesserte Pflanzengesundheit

Bezeichnung des Indikators	Prozentualer Anteil der Baumkronenbedeckung innerhalb der Stadt
Maßeinheit	% der Stadtfläche
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Indikator „Prozentualer Anteil der Baumkronenbedeckung innerhalb der Stadt“ ist ein Zustandsindikator, der den Anteil ausgewachsener Bäume (mit dem Potenzial, ihre volle Reife zu erreichen) im Verhältnis zur Stadtfläche bewertet und Aufschluss über die Vernetzung.
Quelle	Europäische Kommission (2022), <i>Green City Accord, Saubere und gesunde Städte für Europa, Leitfaden zu den verbindlichen Indikatoren des GCA</i> , Fassung vom 29. April 2022
Berechnungsformel	$\text{Gesamtfläche (m}^2\text{/ha/km}^2\text{) der Baumbedeckung innerhalb der Gemeindegrenzen / Gesamtfläche der Gemeindegrenzen (m}^2\text{/ha/km}^2\text{) * 100}$

4.7.1.2 Anwendungsbeispiele

Wenn beispielsweise die Baumbedeckung in einer Stadt 20 km^2 beträgt und die Gesamtfläche der Stadt 100 km^2 beträgt, würde die Berechnung wie folgt erfolgen:

$$20 \text{ km}^2 / 100 \text{ km}^2 = 0,2 * 100 = 20 \%$$

Mit anderen Worten: 20 % der Fläche der Stadt sind von Baumkronen bedeckt.

Es wird dringend empfohlen, die Karten zur Baumbedeckungsdichte mit einer Auflösung von 10 m oder 100 m zu verwenden und dabei das jeweilige Basisjahr heranzuziehen.

4.7.2 Ökologisches Bewusstsein

Das ökologische Bewusstsein der Bürger stärkt umweltfreundliches Verhalten und fördert die Verbundenheit mit der Natur. Das Verhalten der Bürger hat erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt und ist daher von großer Bedeutung. Die Förderung ihres Bewusstseins, ihrer umweltfreundlichen Identität und ihrer Achtsamkeit kann dazu beitragen, einen nachhaltigen Wandel zu unterstützen. Umweltbewusstes Verhalten (PEB) fördert das Interesse an Nachhaltigkeit und nachhaltigem Handeln. Darüber hinaus lassen umweltbewusste Bürger eine Vorhersage ihres zukünftigen Verhaltens zu (Europäische Union, 2021c).

4.7.2.1 Indikatorensatz

Tabelle 43: Indikatorensatz zum ökologischen Bewusstsein

Bezeichnung des Indikators	Bewusstsein der Bürger für Nachhaltigkeit und Umwelt	Umweltbewusste Identität	Achtsamkeit
Maßeinheit	Likert-Skala	Likert-Skala	Likert-Skala
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Inwieweit ein CCC-Aktionsplan Möglichkeiten nutzt, das ökologische Bewusstsein der Bürger zu stärken oder die Bürger ganz allgemein über Nachhaltigkeit und Umwelt aufzuklären, lässt sich anhand einer fünfstufigen Likert-Skala bewerten.	Umweltidentität ist ein Teil der Art und Weise, wie Menschen ihr Selbstverständnis entwickeln; ein Gefühl der Verbundenheit mit bestimmten Teilen der nichtmenschlichen natürlichen Umwelt, das auf Geschichte, emotionaler Bindung und/oder Ähnlichkeit beruht und die Art und Weise beeinflusst, wie wir die Welt wahrnehmen und ihr gegenüber handeln; die Überzeugung, dass die Umwelt für uns wichtig ist und einen wesentlichen Teil unseres Selbst ausmacht. (Clayton, 2003, S. 45–46). besserer Prädiktor für das Verhalten als Umwelteinstellungen (EA) (Clayton, 2003; Olivos & Aragonés, 2011),	Die Fähigkeit, sich einer Sache in der Umwelt bewusst zu sein oder sie wahrzunehmen.
Quelle	UNaLab in: Europäische Union (2021c) Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen – Anhang zu den Methoden. S. 808. Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M. & Huovila, A. (2017). CITYkeys-Indikatoren für Smart-City-Projekte und	CONNECTING Nature (Fördervereinbarung Nr. 730222), in: Europäische Union (2021c) Evaluierung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen – Anhang: Methodik. S. 784 Clayton, S. (2003). Umweltidentität: Eine konzeptionelle und eine operative Definition. In S. Clayton & S. Opatow (Hrsg.), Identity and	proGleg (Fördervereinbarung Nr. 776528) In: Europäische Union (2021c) Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen – Anhang: Methoden. S. 1028

Titel des Indikators	Bewusstsein der Bürger für Nachhaltigkeit und Umwelt	Umweltbewusste Identität	Achtsamkeit
	Smart Cities. CITYkeys D1.4. Abgerufen unter http://nws.eurocities.eu/Media/Shell/media/CITYkeysD14Indicatorsformartcityprojectsandsmartcities.pdf	Die natürliche Umwelt (S. 45–65). Cambridge, MA: MIT Press. Olivos, P., & Aragonés, J. I. (2011). Psychometrische Eigenschaften der Skala zur Umweltidentität. <i>Psychology</i> , 2(1), 65–74. doi: 10.1174/217119711794394653	
Berechnungsformel	Likert-Skala	EIS (Clayton, 2003) – 24 Items	Validierte Skala „Cognitive and Affective Mindfulness Scale-Revised“ (CAMS-R – Feldman et al., 2007) 12 Items mit einer 4-Punkte-Likert-Skala, von „Selten/Gar nicht“ bis „Fast immer“.

4.7.2.2 Anwendungsbeispiele

Ähnliche Indikatoren wurden in den EU-finanzierten Projekten CITYkeys und UNaLab ([Stavanger](#), [Prag](#), [Castellón](#), [Cannes](#), [Başakşehir](#), [Hongkong](#) und [Buenos Aires](#) usw.) verwendet und definiert als „das Ausmaß, in dem ein Projekt Möglichkeiten nutzt, um das Bewusstsein der Bürger für NBS und Ökosystemleistungen zu schärfen oder die Bürger ganz allgemein über Nachhaltigkeit und Umwelt aufzuklären“. Dies lässt sich anhand einer 5-Punkte-Likert-Skala bewerten (Bosch et al., 2017):

Überhaupt nicht – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – Sehr stark

1. Überhaupt nicht: Möglichkeiten zur Steigerung des Umweltbewusstseins wurden in der Projektkommunikation nicht berücksichtigt.
2. Schwach: Möglichkeiten zur Steigerung des Umweltbewusstseins wurden in der Projektkommunikation in geringem Maße berücksichtigt.
3. Etwas: Möglichkeiten zur Steigerung des Umweltbewusstseins wurden in der Projektkommunikation in gewissem Maße berücksichtigt; an entscheidenden Punkten des Projekts wurde diesem Thema Aufmerksamkeit geschenkt.
4. Gut: Möglichkeiten zur Steigerung des Umweltbewusstseins wurden in der Projektkommunikation ausreichend berücksichtigt; das Projekt nutzte zahlreiche Möglichkeiten, um dieses Thema in seiner Kommunikation anzusprechen.
5. Ausgezeichnet: Möglichkeiten zur Steigerung des Umweltbewusstseins wurden in der Projektkommunikation berücksichtigt; das Projekt nutzte jede Möglichkeit, dieses Thema sowohl in der Online- als auch in der Offline-Kommunikation anzusprechen.

(Europäische Union (2021) Evaluierung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen – Anhang zu den Methoden, S. 809).



4.7.3 Ökologische Vernetzung von Lebensräumen

Die Fragmentierung natürlicher Lebensräume stellt eine große Bedrohung für die Biodiversität dar, da verstreute und nicht miteinander verbundene Naturräume die Biodiversität weitaus weniger wirksam erhalten als große und zusammenhängende Gebiete. Um die Fragmentierung abzuschätzen, werden Naturräume definiert und anschließend eine Einschätzung ihrer Verbindungen vorgenommen. Die Definition der Vernetzung basiert auf der Bewegungsfreiheit der Fauna – können sich Tiere frei zwischen den natürlichen Lebensräumen bewegen? Die Gebiete gelten als miteinander verbunden, wenn sie weniger als 100 m voneinander entfernt sind und nicht durch Barrieren wie Straßen, verlaufsveränderte Flüsse, Mauern usw. getrennt werden.

Es wird ein Gitterindikatorwert berechnet. Naturräume werden in separate, miteinander verbundene Flächen unterteilt. Die Fläche jeder einzelnen Fläche wird addiert, quadriert, und diese Quadrate werden summiert und durch die Gesamtfläche der Naturräume geteilt.

4.7.3.1 Indikatorenatz

Tabelle 44: Indikatorenatz für ökologische Lebensräume

Bezeichnung des Indikators	Strukturelle Vernetzung von Grünflächen
Maßeinheit	ha
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Grad der physischen („strukturellen“) Vernetzung zwischen natürlichen Lebensräumen innerhalb eines definierten städtischen Gebiets.
Quelle	UNaLab; Chan, L., Hillel, O., Elmqvist, T., Werner, P., Holman, N., Mader, A. & Calcaterra, E. (2014). <i>Benutzerhandbuch zum Singapore Index on Cities' Biodiversity (auch bekannt als City Biodiversity Index)</i> . Singapur: National Parks Board, Singapur.
Berechnungsformel	$Indicator\ 2 = \frac{1}{A_{total}} (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_n^2)$ Dabei gilt: • A_{total} die Gesamtfläche aller Naturräume ist. • A_1 bis A_n sind voneinander getrennte Flächen (d. h. mit einem Abstand von mindestens 100 m). • n ist die Gesamtzahl der miteinander verbundenen Naturgebiete.

4.7.3.2 Anwendungsbeispiele

Strukturelle Vernetzung von Grünflächen

Zur Berechnung dieses Indikators können Satellitenbilder herangezogen werden. Das Benutzerhandbuch zum Singapore Index on Cities' Biodiversity (auch bekannt als City Biodiversity Index) enthält das folgende Beispiel:

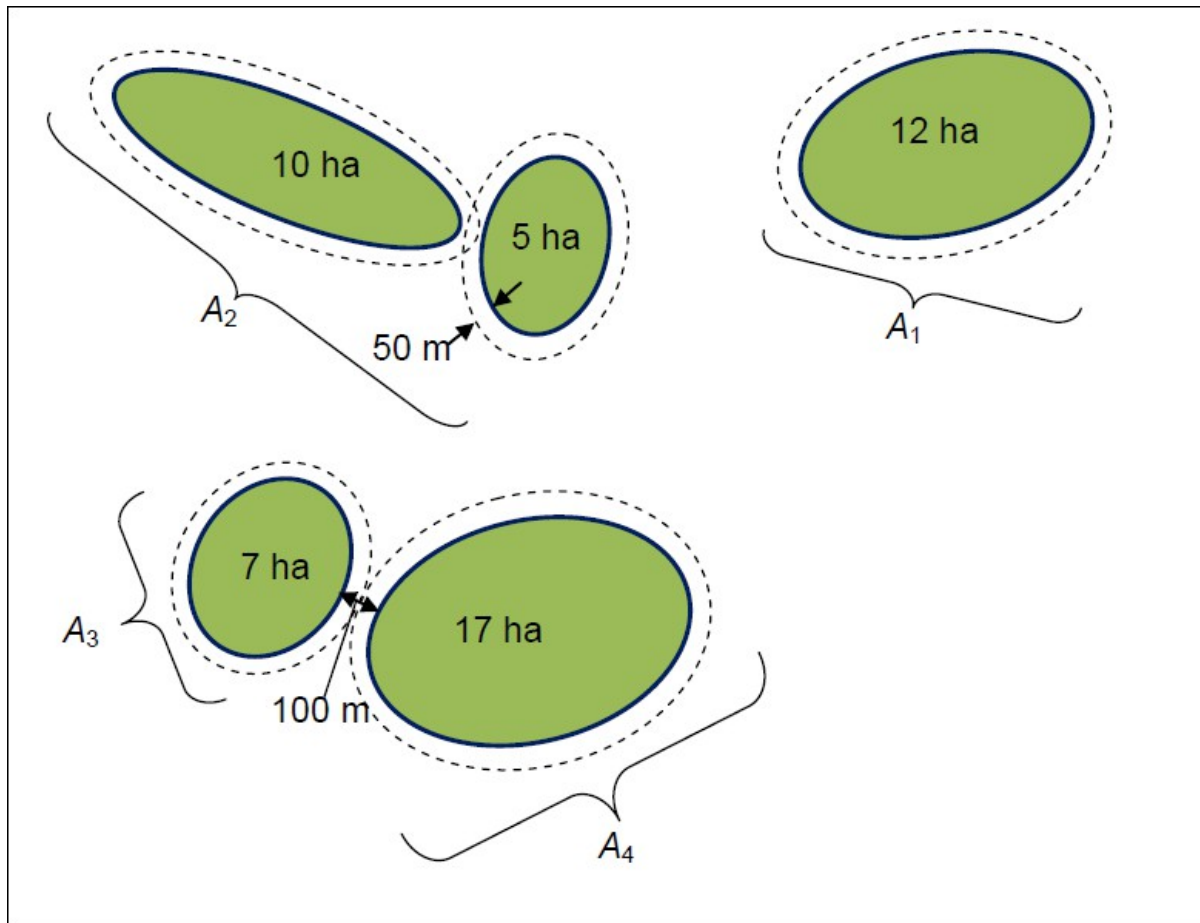


Abbildung 4: Strukturelle Vernetzung von Grünflächen (Quelle: Chan, L., Hillel et al., 2014)

Die Berechnungsschritte lauten wie folgt. In dieser Landschaft gibt es fünf Flächen. Zunächst wird um jede Fläche ein Puffer von 50 m hinzugefügt, um festzustellen, welche Flächen sich in einem Abstand von weniger als 100 m zueinander befinden: Wenn sich die Puffer überlappen, beträgt der Abstand zwischen den Flächen weniger als 100 m. Die Fläche auf der rechten Seite (mit einer Größe von 12 ha) ist mit keiner anderen Fläche verbunden, und wir bezeichnen diese Fläche als A1 (Fläche = 12 ha).

Die beiden Flächen oben links sind miteinander verbunden. Daher müssen ihre Flächen addiert werden, und wir geben dieser Gruppe von Flächen den Namen A2 (Fläche = 10 ha + 5 ha = 15 ha). Die beiden Flächen unten liegen genau 100 m voneinander entfernt und gelten daher nicht als verbunden; wir geben ihnen die Namen A3 (Fläche = 7 ha) und A4 (Fläche = 17 ha).

A_{total} ist die Summe aus A1, A2, A3 und A4, d. h. A_{total} = 12 ha + 15 ha + 7 ha + 17 ha = 51 ha. Nun lässt sich der Wert der effektiven Maschenweite für Indikator 2 wie folgt berechnen:

$$\text{Indicator 2} = \frac{1}{A_{\text{total}}} (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + A_4^2) = \frac{1}{51 \text{ ha}} (12 \times 12 \text{ ha}^2 + 15 \times 15 \text{ ha}^2 + 7 \times 7 \text{ ha}^2 + 17 \times 17 \text{ ha}^2) = \frac{707}{51} \text{ ha} = 13.86 \text{ ha}$$

Dieser Wert misst die effektive Maschenweite der Naturflächen in der Stadt. A1 bis A_n können aus Flächen bestehen, die sich aus zwei oder mehr kleineren, miteinander verbundenen Flächen zusammensetzen. Im Allgemeinen gelten Flächen als miteinander verbunden, wenn sie weniger als 100 m voneinander entfernt sind.

Damit wird die effektive Maschenweite der Naturflächen in der Stadt gemessen. A1 bis A_n können aus Flächen bestehen, die sich aus zwei oder mehr miteinander verbundenen kleineren Flächen zusammensetzen. Im Allgemeinen gelten Flächen als miteinander verbunden, wenn sie weniger als 100 m voneinander entfernt sind. In Bezug auf anthropogene Barrieren sind zudem folgende Ausnahmen zu beachten:

- Straßen (mit einer Breite von 15 m oder mehr; oder solche, die zwar schmaler sind, aber ein hohes Verkehrsaufkommen von mehr als 5.000 Fahrzeugen pro Tag aufweisen)
- Stark veränderte Flüsse und andere künstliche Barrieren wie stark betonierte Kanäle und dicht bebaute Gebiete
- Alle sonstigen künstlichen Strukturen, die die Stadt als Barriere betrachten würde.

4.7.4 Naturwiederherstellung

Der prozentuale Anteil geschützter Naturgebiete sowie renaturierter und naturalisierter Flächen auf öffentlichem Grund in einer Stadt gibt Aufschluss über den Anteil geschützter Naturgebiete sowie renaturierter und naturalisierter Flächen in der Gemeinde. Ein Übergang zur Klimaneutralität sollte darauf abzielen, solche Gebiete sowohl zu renaturieren als auch zu schützen. Städtische Ökosysteme – bestehend aus Städten und den umliegenden sozioökologischen Systemen, in denen die meisten Menschen leben – sind fast vollständig künstlich, können jedoch alle anderen Ökosystemtypen umfassen (Wälder, Seen, Flüsse und landwirtschaftliche Flächen können alle Teil des städtischen Randgebiets sein) und werden stark von menschlichen Aktivitäten beeinflusst. Städtische Schutzgebiete, wie beispielsweise NATURA-2000-Gebiete, unterscheiden sich hinsichtlich ihres Naturzustands und reichen von unberührten natürlichen Systemen mit ausschließlich natürlichen Elementen bis hin zu stark vom Menschen geprägten Systemen mit umfangreichen menschlichen Aktivitäten.

Geschützte oder gesicherte Naturräume zeugen vom Engagement einer Stadt für den Erhalt der Biodiversität. Daher ist der Anteil geschützter oder gesicherter Gebiete ein wichtiger Indikator. Die Definition von geschützten Naturräumen sollte erweitert werden, um gesetzlich geschützte, formal gesicherte Gebiete sowie andere administrativ geschützte Gebiete einzubeziehen, da verschiedene Städte unterschiedliche Terminologien und Mittel zum Schutz ihrer Naturräume verwenden. Dies stellt einen Ersatzindikator für den Beitrag dar, den ein Gebiet zu Strategien zum Erhalt der Biodiversität leistet. Innerhalb dieser Gebiete gelten eine Reihe von Einschränkungen für land- und forstwirtschaftliche Aktivitäten, die dazu beitragen, die Entwicklung und Erholung seltener Arten zu fördern. Somit handelt es sich hierbei um einen Schlüsselindikator für den Biodiversitätswert von Räumen.

Natürliche Ökosysteme beherbergen mehr Arten als gestörte oder vom Menschen geschaffene Landschaften; daher gibt der höhere Anteil an Naturräumen im Vergleich zur Gesamtfläche der Stadt Aufschluss über den Umfang der dort vorhandenen Biodiversität. Eine beim dritten Expertenworkshop zur Entwicklung des Stadt-Biodiversitätsindex vereinbarte Definition für „Naturflächen“ lautet: Naturflächen umfassen überwiegend einheimische Arten und natürliche Ökosysteme, die nicht, nicht mehr oder nur geringfügig durch menschliches Handeln beeinflusst werden, es sei denn, dieses Handeln dient der Erhaltung, Verbesserung oder Wiederherstellung der einheimischen Biodiversität.

Natürliche Ökosysteme sind definiert als alle Gebiete, die natürlich sind und keine stark gestörten oder vollständig vom Menschen geschaffenen Landschaften darstellen. Beispiele für natürliche Ökosysteme sind Wälder, Mangroven, Süßwassersümpfe, natürliche Graslandschaften, Bäche, Seen usw. Parks, Golfplätze und Straßenbegrünungen gelten nicht als natürlich. Natürliche Ökosysteme innerhalb von Parks, in denen einheimische Arten vorherrschen, können jedoch in die Berechnung einbezogen werden. Die Definition berücksichtigt auch „wiederhergestellte Ökosysteme“ und „naturbelassene Gebiete“, um die Bemühungen der Städte zur Vergrößerung ihrer Naturflächen anzuerkennen. Durch Wiederherstellungsmaßnahmen lassen sich die Naturflächen in der Stadt vergrößern, und Städte werden dazu ermutigt, ihre beeinträchtigten Ökosysteme wiederherzustellen.

Biodiversität ist das Maß für die biologische Vielfalt in der Umwelt und spielt eine wichtige Rolle für funktionierende Ökosystemleistungen sowie für die Gesundheit von Umwelt und Gesellschaft. Die Biodiversität ist ein Aspekt der natürlichen Umwelt, der am unmittelbarsten von anthropogenen Einflüssen betroffen ist. Die städtische Biodiversität wird als wichtiger Aspekt einer nachhaltigen und resilienten Stadtentwicklung angesehen. Naturräume sind für den Erhalt der Biodiversität wichtig, da sie in der Regel eine weitaus größere Artenvielfalt beherbergen als städtische oder angelegte Grünflächen.

Vor dem Hintergrund der oben genannten Definitionen sollen die nachstehend aufgeführten Indikatoren den prozentualen Anteil geschützter Naturräume sowie den prozentualen Anteil wiederhergestellter und renaturierter Flächen auf öffentlichen Grundstücken innerhalb der Stadt erfassen, der durch Bemühungen zur Verwirklichung einer klimaneutralen Stadt entstanden ist.

4.7.4.1 Indikatorensatz

Tabelle 45: Indikatorensatz zur Renaturierung

Bezeichnung des Indikators	Anteil geschützter Naturräume	Prozentualer Anteil der renaturierten und naturbelassenen Flächen auf öffentlichen Flächen innerhalb der Stadt
Maßeinheit	%	%
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
Definition	Hiermit wird der Anteil der Naturflächen innerhalb der Stadt ermittelt.	Er erfasst den Anteil geschützter Naturflächen sowie renaturierter und naturbelassener Flächen in der Stadt.
Quelle	Europäische Kommission (2022), <i>Green City Accord, Saubere und gesunde Städte für Europa, Leitfaden zu den verbindlichen Indikatoren des GCA</i> , Fassung vom 29. April 2022 Weitere Informationen: Chan, L., Hillel, O., Elmqvist, T., Werner, P., Holman, N., Mader, A. & Calcaterra, E. (2014). <i>Benutzerhandbuch zum Singapore Index on Cities' Biodiversity</i> (auch bekannt als <i>City Biodiversity Index</i>). Singapur: National Parks Board, Singapur.	Chan, L., Hillel, O., Elmqvist, T., Werner, P., Holman, N., Mader, A. & Calcaterra, E. (2014). <i>Benutzerhandbuch zum „Singapore Index on Cities' Biodiversity“</i> (auch bekannt als <i>„City Biodiversity Index“</i>). Singapur: National Parks Board, Singapur.
Berechnungsformel	$\frac{\text{(Fläche der geschützten oder gesicherten Naturgebiete)}}{\text{(Gesamtfläche der Stadt)}} \times 100$ Mögliche Datenquellen sind unter anderem für Biodiversität zuständige Regierungsbehörden, Stadtverwaltungen, Stadtplanungsämter, Biodiversitätszentren, Naturschutzverbände, Universitäten, Publikationen usw.	$\frac{\text{(Gesamtfläche der natürlichen, renaturierten und naturbelassenen Gebiete)}}{\text{(Gesamtfläche der Stadt)}} \times 100$ Mögliche Datenquellen zu Naturgebieten sind unter anderem für Biodiversität zuständige Regierungsbehörden, Stadtverwaltungen, Stadtplanungsämter, Biodiversitätszentren, Naturschutzgruppen, Universitäten, Publikationen usw. Auch Google Maps und Satellitenbilder können relevante Informationen zur Berechnung dieses Indikators liefern.

4.7.4.2 Anwendungsbeispiele

Anteil geschützter Naturgebiete

Beispielsweise würde die Berechnung des Indikators „Anteil geschützter Naturgebiete“ wie folgt erfolgen, wenn die Fläche der geschützten, renaturierten und naturbelassenen Gebiete in einer bestimmten Stadt 20 km² beträgt und die Gesamtfläche dieser Stadt 100 km² beträgt:

$$(20 \text{ km}^2 / 100 \text{ km}^2) \times 100 = 0,2 \times 100 = 20 \%$$

Oder anders ausgedrückt: 20 % der Stadtfläche bestehen aus Schutzgebieten.



Anteil der renaturierten und naturbelassenen Flächen in einer Stadt

Für die Berechnung des Anteils an renaturierten und naturbelassenen Flächen in einer Stadt müssen die Fläche der natürlichen, renaturierten und naturbelassenen Flächen sowie die Gesamtfläche der Stadt bekannt sein. Anknüpfend an das Beispiel der vorherigen Stadt (100 km^2) würde die Berechnung bei einer Fläche von 35 km^2 an natürlichen Flächen im Stadtgebiet fast genauso ausfallen wie im vorherigen Beispiel:

$$(35 \text{ km}^2 / 100 \text{ km}^2) \times 100 = 0,35 \times 100 = 35 \%$$

Oder anders ausgedrückt: 35 % der Stadtfläche werden von Naturflächen (natürliche, renaturierte und renaturierte Flächen) eingenommen.



Literaturverzeichnis

Alegre, H., W. Hirner, J. M. Baptista und R. Parena (2000), *Leistungsindikatoren für die Wasserversorgung*, IWA-Handbuch für bewährte Praktiken, Int. Water Assoc., London.

Bending, R., & Eden, R. J. (1984). *UK Energy: Structure, Prospects, and Policies*. Cambridge, Großbritannien: Cambridge University Press.

Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M. und Huovila, A. (2017). CITYkeys-Indikatoren für Smart-City-Projekte und Smart Cities. CITYkeys D1.4. Abgerufen unter: <http://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/CITYkeysD14Indicatorsforsmartcityprojectsandsmartcities.pdf>

Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. (2017), CITYkeys-Liste der Stadtindikatoren. CITYkeys D1.4. Abgerufen unter: <http://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/CITYkeysD14Indicatorsforsmartcityprojectsandsmartcities.pdf>.

Brazier et al. (1992). Validierung des SF-36-Fragebogens zur Gesundheitsbefragung: ein neues Maß für den Behandlungserfolg in der Primärversorgung. *BMJ*; 305, 160.

Bresciani, S.; Tjahja, C.; Komatsu, T.; Rizzo, F. (2023). Soziale Innovation für Klimaneutralität in Städten: umsetzbare Wege für politische Entscheidungsträger. IASDR 2023, 9.–13. Oktober 2023, Mailand (Italien).

British Standards Institute (BSI) (2017): *Die Stadt neu denken: Mit der Kraft der Daten städtische Herausforderungen und gesellschaftlichen Wandel bewältigen. Ein Leitfaden für Stadtverantwortliche*. Version 2.1a. London: BSI

C40 Cities Climate Action Planning und NYC Mayor's Office of Sustainability (2019), *Definition der CO₂-Neutralität für Städte und Management von Restemissionen – Perspektive und Leitlinien der Städte*. Verfügbar unter: https://c40.my.salesforce.com/sfc/p/#36000001Enhz/a/1Q000000MdT5/U6w4rHAB.8WTb_kpPnzYSI.dqfOkKhx_ii.i49dWJWU

Chan, L., Hillel, O., Elmqvist, T., Werner, P., Holman, N., Mader, A. & Calcaterra, E. (2014). *Benutzerhandbuch zum Singapur-Index zur städtischen Biodiversität (auch bekannt als City Biodiversity Index)*. Singapur: National Parks Board, Singapur.

Chaudhary, N., Hawkins, P., Palavicino, C. A. (2022) *NetZeroCities-Theorie des Wandels*, NetZeroCities D2.14.

Clayton, S. (2003). *Umweltidentität: Eine konzeptionelle und eine operative Definition*. In: S. Clayton & S. Opatow (Hrsg.), „Identity and the natural environment“ (S. 45–65). Cambridge, MA: MIT Press.

Corcho, O., Kantorovitch, J., Traunmüller, M., Grizans, J. (2022), *Anforderungen an Daten- und visuelle Datenschnittstellensysteme*, NetZeroCities D2.1o.

Ministerium für Gemeinden und Kommunalverwaltung (2012), *Nationales Rahmenwerk für die Raumordnungspolitik*. London: Ministerium für Gemeinden und Kommunalverwaltung.

GD Umwelt (2013), *Sanierung von Brachflächen*. Wissenschaft für Umweltpolitik, 39.

Doick et al. (2019), *Die Baumkronenbedeckung in Englands Städten: Bestimmung von Ausgangswerten und Festlegung von Zielen zur Verbesserung der menschlichen Gesundheit und des Wohlbefindens*; European Urban Atlas.

Environmental Resources Trust (2005), *Berechnungstool für direkte Emissionen aus stationärer Verbrennung, Version 3.0*, WRI/WBCSD GHG-Protokoll, Leitfaden zur stationären Verbrennung.

ESPO (2017), *Policy Brief: Die territorialen und städtischen Dimensionen des digitalen Wandels öffentlicher Dienstleistungen*.

Eurocities (2021), *Erklärung von Eurocities zum Datenaustausch zwischen Unternehmen und Behörden*.

Eurostat (2018), *Kreislauf Wirtschaft Überwachung*, verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/monitoring-framework>

Eurostat (2018b), *Berechnungsmethode für die Materialverwertungsquote im Kreislaufwirtschaftskontext*, Ausgabe 2018, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.

Eurostat (2019), *Verkehrsträger*, abrufbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Transport_mode

Eurostat (2021), *F&E-Ausgaben*, abrufbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=R%26D_expenditure#:~:text=Während%20dieses%20Zeitraums%20verzeichnete%20die%20Mehrfachheit%20einen%20Gesamtanstieg%20von%202018,11%20%25

Eurostat (2022), *Lebensbedingungen in Europa – Einkommensverteilung und Einkommensungleichheit*, abrufbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Living_conditions_in_Europe_-_income_distribution_and_income_inequality#Key_findings. Europäische Kommission (2016), *EU-Anzeiger zur Ressourceneffizienz 2015*, Eurostat.

Europäische Kommission (2021a), *Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über das globale Konzept für Forschung und Innovation – Europas Strategie für internationale Zusammenarbeit in einer sich wandelnden Welt*, KOM(2021a) 252 endgültig.

Europäische Kommission (2021b). Infopakete für Städte. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_eu-mission-climate-neutral-cities-infokit.pdf

Europäische Kommission (2021c), *Bewertung der Auswirkungen naturbasierter Lösungen: Anhang zu den Methoden*

Europäische Kommission (2022), *„Green City Accord“, „Saubere und gesunde Städte für Europa“, Leitfaden zu den verbindlichen Indikatoren des GCA*, Fassung vom 29. April 2022

Europäische Umweltagentur (2005). *Konsum der Haushalte und Umwelt*. EEA-Bericht Nr. 11/2005.

Europäische Investitionsbank (2018), *Die 15 Schritte zur Kreislaufwirtschaft für Städte*, DOI: 10.2867/39283.

EU-Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über die Luftqualität und saubere Luft für Europa, 2008, Amtsblatt der Europäischen Union,

GHG Protocol (2020), *„Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories“, ein Standard für die Erfassung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen auf kommunaler Ebene, Version 1.1*, World Resources Institute, C40 Cities, ICLEI Local Governments for Sustainability.

GHG Protocol (2015), *Stationäre Verbrennung Tool, Version 4.1*, verfügbar unter: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Stationary_combustion_tool_%28Version4-1%29.xlsx.

Howard G., Bartram J. (2003) *Trinkwassermenge, Versorgung, Versorgungsniveau und Gesundheit*. Bericht Nr.: Vertrags-Nr.: WHO/SDE/WSH/03.02, Weltgesundheitsorganisation, Genf.

Huberman, N., & Pearlmuter, D. (2008). Eine Lebenszyklus-Energieanalyse von Baumaterialien in der Negev-Wüste. *Energy and Buildings*, 40(5), 837–848. doi:10.1016/j.enbuild.2007.06.002

Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimawandel (2006), *IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare*, Programm für nationale Treibhausgasinventare.

Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimawandel (2019), *Überarbeitung der IPCC-Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare von 2006 aus dem Jahr 2019*, Programm für nationale Treibhausgasinventare.

ISO/DIS 37120 (2013). *Nachhaltige Entwicklung und Resilienz von Gemeinschaften – Indikatoren für städtische Dienstleistungen und Lebensqualität*. ICS 13.020.20



IWA (2003), *Bewertung von Wasserverlusten und deren Komponenten: Ein praktischer Ansatz*, Water, 21, 50–51.

Kona, A.; Bertoldi, P.; Kılış, Ş. Bürgermeisterkonvent: Lokale Energieerzeugung, Methodik, Strategien und Beispiele für bewährte Praktiken. *Energies* 2019, 12, 985. <https://doi.org/10.3390/en12060985>

Martinopoulos G., Nikolopoulos N., Angelakoglou K., Giourka P., (2021) *D2.1 Rahmenwerk für Reaktions-KPIs*, Integrierte Lösungen für energiepositive und resiliente Städte.

Miller, D. (2001). *Grundsätze der sozialen Gerechtigkeit*, David Miller, erste Taschenbuchausgabe der Harvard University Press.

Miller, D. (1999) „*Principles of Social Justice*“, Harvard University Press.

Mureddu, F., Bresciani, S. & Rizzo, F. (2022). *Bericht über Indikatoren und Bewertungsmethoden für Aktionspläne zur sozialen Innovation*. NetZeroCities D2.7.

Mutikanga, H., S. Sharma und K. Vairavamoorthy (2011), *Untersuchung der Leistung von Wasserzählern in Entwicklungsländern: Eine Fallstudie aus Kampala, Uganda*, Water SA, 37(4), 567–574.

OECD (2020): „*From Measuring Smart Cities’ Performance – Do Smart Cities Benefit Everyone*“, OECD, „Smart Cities and Inclusive Growth“. 3. Dezember 2020

OECD (2019), „*Den Beitrag der Digitalisierung zu den Smart Cities der Zukunft stärken*“.

Olivos, P., & Aragonés, J. I. (2011). *Psychometrische Eigenschaften der Skala zur Umweltidentität*. *Psychology*, 2(1), 65–74. doi: 10.1174/217119711794394653

Rosenfeld (2017), *Interpretation des Begriffs „bezahlbarer Wohnraum“ in der „Housing Partnership“*, Housing Partnership.

Rupprecht Consult et al. (2020), *Technische Unterstützung im Zusammenhang mit Indikatoren für nachhaltige urbane Mobilität (SUMI)*, Indikatoren für nachhaltige urbane Mobilität: Harmonisierungsleitfaden – Webversion, MOVE/B4/2017-358.

Singh, A., Promes, E., Dingemans, J. (2023), *Indikatoren für Klimaauswirkungen*, NetZeroCities D2.5.

UNEP (2008) *Grüne Arbeitsplätze. Auf dem Weg zu menschenwürdiger Arbeit in einer nachhaltigen, kohlenstoffarmen Welt*. ISBN: 978-92-807-2940-5

Weltgesundheitsorganisation (2021) *Globale Luftqualitätsrichtlinien der WHO, Feinstaub (PM_{2,5} und PM₁₀), Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid*, Genf: Weltgesundheitsorganisation; 2021. Lizenz: CC BY NC SA 3.0 IGO.

□ □

Yang, T., Clements-Croome, D., Marson, M., 2017. Gebäudenergiemanagementsysteme. In: Abraham, M.A. (Hrsg.), *Enzyklopädie der nachhaltigen Technologien*. Elsevier, S. 291–309. ISBN: 9780128046777

Anhang A: Visualisierung des Rahmens zur Überwachung direkter und indirekter Vorteile



Required/ Recommended indicators (see indicator name)



Required



Recommended

DOMAIN	SUBDOMAIN	INDICATOR NAME	UNIT OF MEASUREMENT
Greenhouse Gas Emissions (GHG) 	Stationary Energy	GHG emission from stationary energy	t CO2 equivalent
		Energy use by fuel/energy type within city boundary	MWh/year
	Transport and Mobility	GHG emission from transport	t CO2 equivalent
		Fuel consumption for in-boundary transportation per fuel type	MJ/kg/kWh
	Waste and Water	GHG emission from waste	t CO2 equivalent
		Mass of waste processed per end-of-life treatment type within city boundary	t CO2 equivalent
		Mass of waste processed per end-of-life treatment type outside city boundary	t CO2 equivalent
	Industrial Processes and Product Use (IPPU)	GHG emission from IPPU	t CO2 equivalent
		Emission generation potential per unit of input/output for industrial processes within the city boundary	CO2 equivalent per kg of production
		Emissions from non-energy product use	T CO2 equivalent
	Agriculture, Forestry and other Land Use (AFOLU)	GHG emission from AFOLU	t CO2 equivalent
		Net annual rate of change in carbon stocks per hectare of land	t CO2/ha
	Energy Generation	Local RES energy production	MWh
		Energy Autonomy	%
	Grid-supplied energy (electricity, heat, steam or cooling)	GHG emission from grid supplied energy	t CO2 equivalent
		Grid specific emission factor	tCO2 eq/MWh
		Transmission and distribution loss factor for grid supplied energy	%
	Carbon Removal and Residual Emissions	Amount of permanent sequestration of GHG within city boundary	t CO2 equivalent
		Negative emissions through natural sinks	t CO2 equivalent

DOMAIN	SUBDOMAIN	INDICATOR NAME	UNIT OF MEASUREMENT
Public Health & Environment 	Air quality	PM2.5 concentration levels	µg/ m3
		PM10 concentration levels	# of days
		NO2 concentration levels	µg/ m3
	Noise pollution	% of population exposed to night-time noise (Lnight) >= 50 dB	%
		% of population exposed to avg. LDEN ≥ 55dB	%
	Road safety road safety	Road Deaths	# of deaths / 100,000 inhabitants
		Traffic safety active modes	# of deaths / 1000,000,000 trips
	Urban Heat Island (UHI) effect Temperature Increase and Heatwave Incidence	Urban Heat Island (UHI) Effect	°C UHI _{max}
		Mean value of daily maximum temperature (TXX)	°C TXX
		Mean value of daily minimum temperature (TNN)	°C TNN
	Physical and mental well being	Heatwave (HW) incidence	# of HW in summer
		Wellbeing of citizens (questionnaire)	Likert scale
Social Inclusion, Innovation, Democracy and Cultural Impact Co Benefits 	Citizen & communities' participation	Openness of public participation processes	% of processes
		Policy support for promoting climate neutrality	# Number
		Citizen involvement in co-creation/co-design of climate neutrality actions	# Number
	Improved social justice	GINI coefficient	#
		Inclusion of different social groups	Likert (number)
	Social cohesion, gender, equality & equity	Voter participation	% of people
		Skills and Capacity Building – Social Innovation Experts	# Number
	Social Innovation	Skills and Capacity Building - Social Innovation skills development activities	# Number
		Empowerment and Inclusion – Inclusion and Collaboration	# Number
		Funding for Social Innovation initiatives for climate neutrality	# Number (euros)
	Behavior change towards low carbon lifestyle and practice	Modal share of green transport modes and public transport)	%
		Modal share of green transport modes and public transport)	%
DOMAIN	SUBDOMAIN	INDICATOR NAME	UNIT OF MEASUREMENT
Digitalisation and Smart Urban Technology 	Green ICT and Smart Metering	% of households and buildings with reduced energy consumption as a consequence of installing smart energy metres	% of households
		% of households and buildings with reduced water consumption as a consequence of installing smart water meters	% of households
		% of municipal buildings equipped with building energy management systems	% of public buildings
	EGovernment	% of city services available online	% of total services
		Improvement in online government services	Likert Scale
	Access to information	Business-to-government (B2G) data sharing	# of Private Datasets Shared with the City / Local Authority
		Usage of Urban Data Platforms	# Users /Day
	Urban Data Platforms	User Satisfaction with Urban Data Platforms	User Satisfaction Score (Likert Scale)

DOMAIN	SUBDOMAIN		INDICATOR NAME	UNIT OF MEASUREMENT
Economy 	Investment in R&I		Research intensity	%
	Number of skilled jobs & rate of employment		Green jobs	% of jobs
			Youth unemployment rate	% of people
	Economic thriving	GDP	Gross Domestic Product	€/cap
	Technological readiness & rate of adoption		Adoption rate of key climate neutral technologies	%
	Local entrepreneurship & local businesses / ventures		Climate-Neutral City Start-ups	#/100,000
			New businesses registered	#/100,000
		Surviving number of new companies registered after year 3	#/100,000	
DOMAIN	SUBDOMAIN		INDICATOR NAME	UNIT OF MEASUREMENT
Finance and Investment 	Public Spending		Capital Invested in Climate Action Projects	EUR million
			Budget Assigned to Climate Action Projects	% of City Budget
			Capital Invested in Climate Action Projects per Capita	EUR thousand
	External Spending		Capital Invested in Climate Action Projects	EUR million
			Coverage of Climate Finance Gap	% of Capital Deficit Covered
	Capital Efficiency		Emission Return on Invested Capital	EUR million
Fiscal Responsibility		Cost Coverage	% of Costs Covered	
DOMAIN	SUBDOMAIN		INDICATOR NAME	UNIT OF MEASUREMENT
Resource Efficiency 	Waste management and efficiency		Recycling rate of municipal waste	%
			Recycling rate for specific material streams	%
	Deployment of material cycles & circular economy		Circular Material Use Rate (CMU)	%
			Resource Productivity	Euro/Weight
	Water management		Household water consumption	litres/capita/day
			% of urban wastewater meeting the UWWTD requirements	%
	Sustainable and resilient food production		Local food production	%
			Food waste volume	t/cap
	Land use management practice		Growth rate of urbanized land	m²/capita/year
Brownfield use			% of km2	
DOMAIN	SUBDOMAIN		INDICATOR NAME	UNIT OF MEASUREMENT
Biodiversity 	Urban Forestry, Plantation & Improved Plant Health		Percentage of tree canopy within the city	% of the municipal area
			Citizen's awareness regarding sustainability and the environment	Likert scale
	Ecological awareness		Pro-environmental identity	Likert scale
			Mindfulness	Likert scale
	Ecological habitat connection		Structural connectivity of green spaces	ha
	Nature restoration		Percentage of protected natural areas	%
Percentage of restored and naturalised areas on public land within the city			%	

Abbildung 5: Visualisierung des Wirkungsrahmens

Anhang B: Vollständiger Katalog der Indikatoren für soziale Innovation

Soziale Innovation kann innovative soziale Praktiken zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen auf städtischer Ebene fördern, beispielsweise durch Teilen, die gemeinsame Entwicklung menschenzentrierter Lösungen (z. B. in der Stadtplanung oder der Kreislaufwirtschaft) oder durch die Förderung öffentlich-privater bzw. sektorübergreifender Partnerschaften über Kooperationsplattformen, um vielfältige Interessengruppen einzubinden und zu befähigen, gemeinsam auf Klimaneutralität hinzuarbeiten. Neben technologischen Lösungen und naturbasierten Lösungen bieten soziale Innovationen „menschenzentrierte Lösungen“, indem sie städtische Ökosysteme für einen systemischen Wandel hin zu nachhaltigen Praktiken und damit verbundenen Verhaltensänderungen entwickeln.

Indikatoren für soziale Innovation beziehen sich auf spezifische Maßnahmen im Bereich der sozialen Innovation, wie sie in den umsetzbaren Handlungswegen für soziale Innovation in Ergebnis 9.3 und den zugehörigen Publikationen (Bresciani et al., 2023) dargelegt sind. Die folgende Tabelle enthält die vollständige Liste der Prozess- und Ergebnisindikatoren. Den Städten wird empfohlen, die Indikatoren auszuwählen, die für ihren Reifegrad und ihre spezifischen Maßnahmen bzw. Projekte relevant sind.

Kategorie	Indikatoren	Beschreibung des Indikators	Art der Daten
1. Öffentlich Verwaltung n Kapazität Aufbau von soziale Innovation	SI1.1.1 Öffentlich	Gesamtzahl der an der Kapazitätsbildung beteiligten Personen	numerisch
	Verwaltungs- soziale Innovation Kompetenzentwicklung Aktivitäten	an Aktivitäten zur Kapazitätsbildung Innovation für Klimaneutralität (d. h. Workshops/Sensibilisierungskampagnen für Sensibilisierung für soziale Innovation im Hinblick auf Klimaneutralität für die öffentliche Verwaltung, Bürger, städtische Akteure usw.)	
	SI1.1.2 PA Soziales Innovationskompetenze n Entwicklungsvorteile	Was ist nach Ansicht der städtischen Beamten Soziale Innovation und was sind die wichtigsten Vorteile der Förderung sozialer Innovation für die Klimanachhaltigkeit? Sind sie der Meinung, dass sich ihr Kenntnisse über soziale Innovation sich als infolge der Schulung verbessert hat? Gibt es soziale Innovationsinitiativen, die von den Beamten, die den Kurs absolviert haben, gefördert oder unterstützt?	textuelle
	SI1.2 Soziales Innovationsexperten	Gesamtzahl der Experten für soziale Innovation, die auf die die Gemeinde Zugriff hat, einschließlich Mitarbeiter der öffentlichen Verwaltung und andere Fachkräfte mit Kompetenzen im Bereich sozialer Innovation oder Co-Creation für Klimaneutralität (d. h. Beamte, die an Schulungen zu sozialer Schulungen zum Thema soziale Innovation für Klimaneutralität teilgenommen haben, Fachleute aus universitären Einrichtungen, die sich auf soziale Innovation, Fachkräfte aus Beratungsunternehmen für soziale Innovationen usw.)	numerisch
2. Soziales Innovation im Bereich dem Wandel Team und bei der Stadt Strategie Entwicklung	SI2.1 Soziales Innovationsexperten	Anzahl der Experten für soziale Innovation (öffentliche Verantwortliche oder externe Experten), die	numerisch
	Teilnahme am städtischen Übergang Team/Klimarbeitsgruppe Taskforce	Übergangsteam/Arbeitsgruppe der Stadt, zusammen mit Fachwissen im Bereich soziale Innovation für den Klimaschutz Nachhaltigkeit	
	SI2.2 Soziales Innovationen in den städtischen Strategie/Klimastrategie	Anzahl der sozialen Innovationen, die Initiativen, die in die Strategie/Klimaschutzpläne für den Klimaschutz	numerisch



	Aktionsplan	Neutralität (z. B. Stadtplanung, Kreislaufwirtschaft Wirtschaft usw.) oder gemeinsam mit den Bürgern entwickelt, um einen systemischen Wandel hin zur Nachhaltigkeit zu erreichen	
--	-------------	---	--

	SI2.3.1 Medienstrategie zu SI für Klimanachhaltigkeit	Hat die Stadt eine Kommunikations- und (Social-)Media-Strategie entwickelt, um die Berichterstattung über die Initiativen der Stadt im Bereich der sozialen Innovation für Klimanachhaltigkeit zu fördern? Wie werden die Informationen für die Medien gesammelt und verbreitet? Was sind die wichtigsten gewonnenen Erkenntnisse?	textuell
	SI2.3.1 Presse- und Medienberichterstattung über die Initiativen der Stadt zur Klimaneutralität	Anzahl der Presseartikel, Auftritte in Rundfunk und Fernsehen sowie in sozialen Medien, die die Initiativen der Stadt zur Klimaneutralität behandeln	numerisch
3. Finanzierung von Initiativen zur sozialen Innovation für Klimaneutralität	SI3.1 Mittel für soziale Innovation	Gesamtbetrag der Mittel, die für die Initiativen der Stadt im Bereich soziale Innovation bereitgestellt werden (für Schulungen, die Gründung von Unternehmen im Bereich soziale Innovation, die Schaffung und Verwaltung von Plattformen usw.) nach Kategorien: Philanthropie, Crowdfunding, Sozialanleihen, sektorübergreifende Partnerschaften, Eigentumswechsel, Plattformen zur Gewinnung von Investoren, Sachspenden, ehrenamtliche Arbeitsstunden, Sonstiges.	numerisch
4. Kompetenzaufbau der Bürger im Bereich soziale Innovation für Klimaneutralität	SI4.1.1 Kompetenzentwicklung der Bürger im Bereich soziale Innovation für Klimaneutralität	Anzahl der Begünstigten, die an von der Stadt oder Partnern angebotenen Schulungen zum Thema „Soziale Innovation für Klimaneutralität“ teilgenommen haben, nach Kategorien: Bürger, Mitarbeiter von Unternehmen, Mitarbeiter von NGOs, Schulen, Sonstige (bitte angeben)	numerisch
	SI4.1.2 ins Leben gerufene Initiativen im Bereich soziale Innovation	Anteil der Teilnehmer an SI-Schulungsinitiativen, die soziale Innovationen für Klimaneutralität ins Leben gerufen haben	
5. Kartierung/Beobachtungsstelle für soziale Innovation in der Stadt	SI5.1.1 Im Beobachtungszentrum für soziale Innovation der Stadt erfasste Aktivitäten und Partner	Anzahl der sozialen Innovationen und potenziellen Partner, die aktiv in einer Beobachtungsstelle für soziale Innovation oder einer städtischen Kartierungs-/Tracking-Plattform für soziale Innovation erfasst wurden	numerisch
	SI5.1.2 Anzahl der sozialen Innovationen für Klimaneutralität in der Stadt	Wie viele soziale Innovationen, NGOs und Sozialunternehmen konzentrieren sich in der Stadt auf soziale Innovationen für Klimanachhaltigkeit?	textuell
6. Politik im Bereich soziale Innovation	SI6.1.1 Maßnahmen zur Förderung sozialer Innovationen für Klimaneutralität	Welche politischen Maßnahmen hat die Stadtverwaltung entwickelt, um soziale Innovationen für Klimaneutralität zu fördern? Was sind die Vorteile, Herausforderungen und gewonnenen Erkenntnisse?	textuell

	SI6.1.2 Gemeinsam erarbeitete Maßnahmen zur Förderung sozialer Innovation für Klimaneutralität	Welche Initiativen zur sozialen Innovation sind aus gemeinsam mit den Bürgern entwickelten politischen Initiativen hervorgegangen? Was sind die Vorteile, Herausforderungen und gewonnenen Erkenntnisse im Vergleich zur Entwicklung von Maßnahmen, die nicht gemeinsam mit den Bürgern erarbeitet wurden?	textuell
	SI6.2 Anteil der Beschaffung bei nachhaltigen Anbietern	Prozentualer Anteil der Beschaffung öffentlicher Dienstleistungen der Stadt bei nachhaltigen Anbietern oder im Rahmen sozialer Innovationen an der Gesamtzahl der beschafften öffentlichen Dienstleistungen	Numerisch (Prozent)
7. Plattformen und Umgebungen für die gemeinsame Plattformen und Umgebungen für die gemeinsame Gestaltung	SI7.1.1 Infrastruktur für soziale Innovation	Anzahl der Co-Creation-Plattformen (z. B. SI-Labor, Living Lab, SI-Plattform, SI-Inkubator, SI-Accelerator, Networking-Veranstaltungen, SI-spezifische Orte, Dialogplattformen, Sonstiges)	numerisch
	SI7.1.2 Infrastruktur für soziale Innovation	Welche Co-Creation-Plattformen hat die öffentliche Verwaltung eingerichtet (z. B. SI-Labor, Living Lab, SI-Plattform, SI-Inkubator, SI-Accelerator, Networking-Veranstaltungen, SI-spezifische Orte, Sonstiges)? Was sind die wichtigsten Vorteile, Herausforderungen und Erkenntnisse für jede Plattform?	textuell
	SI7.1.3 Anzahl neu gegründeter Unternehmen, Initiativen oder sozialer Innovationen für Klimaneutralität	Wie viele neue Sozialunternehmen oder soziale Innovationen (Netzwerke/Partnerschaften) wurden in der Stadt gegründet, um dank der von der öffentlichen Verwaltung eingerichteten Co-Creation-Plattformen die Klimaneutralität anzugehen?	numerisch
	SI7.2 Offene Daten für Klimaschutzinitiativen	Stellt die Stadt offene Daten und Plattformen zur Verfügung, um Daten der öffentlichen Verwaltung (z. B. aus der Bürgerwissenschaft) zu teilen? Wie werden die offenen Daten von den Bürgern genutzt, um Initiativen zur Klimaneutralität oder soziale Innovationen zu entwickeln?	textuell
8. Förderung und Beschleunigung sozialer Innovationen für Klimaneutralität	SI8.1.1 Unterstützung durch die öffentliche Verwaltung für Bottom-up-Projekte im Bereich sozialer Innovationen zur Klimaneutralität	Wie unterstützt die öffentliche Verwaltung Bottom-up-Projekte und Aktivitäten im Bereich sozialer Innovationen zur Klimaneutralität?	textuell
	SI8.1.2 Von der öffentlichen Verwaltung geförderte soziale Innovationen für Klimaneutralität	Anzahl der sozialen Innovationen, die die öffentliche Verwaltung durch Beratung, Mentoring und Finanzierung bei der Gründung und dem Ausbau unterstützt hat	numerisch
	SI8.1.3 Soziale Innovationen, die durch die öffentliche Verwaltung im Rahmen von Unternehmensgründungsförderungen finanziert wurden	Anzahl der mit Startkapital geförderten Initiativen zur Gründung einer sozialen Innovation für Klimaneutralität	numerisch

	SI8.1.4 Nachhaltigkeit sozialer Innovationen	Wie sichern soziale Innovationen für die Klimaneutralität der Stadt langfristig ihren Betrieb und ihre Wirkung? Wie kann die Stadt Innovatoren dabei unterstützen, ihren Betrieb aufrechtzuerhalten, um ihre Wirkung im Hinblick auf die Klimaneutralität zu skalieren?	textuell
	SI8.1.5 Beteiligung an sozialen Innovationen für Klimaneutralität	Wie viele Menschen haben sich im Rahmen der städtischen Initiativen an Initiativen zur Klimaneutralität beteiligt oder diese mitgestaltet?	numerisch
	SI8.1.6 Bewertung der Wirkung sozialer Innovationen für die Klimaneutralität	Wie misst die Stadt die Auswirkungen der sozialen Innovationen, die sie unterstützt oder mitgestaltet hat? Was sind die wichtigsten Erkenntnisse aus der Wirkungsmessung?	textuell
	SI8.1.7 Einbeziehung von Minderheiten	Inwieweit fördert die Stadt die Beteiligung von Frauen, Menschen mit Behinderungen und Minderheiten an Initiativen zur sozialen Innovation für Klimaneutralität, die von der öffentlichen Verwaltung vorangetrieben werden?	textuell
	SI8.1.8 Ausrichtung auf Minderheiten	Inwiefern werden soziale Innovationen, die sich an schutzbedürftige Gruppen richten (z. B. Menschen mit Behinderungen, Arbeitslose, sprachliche Minderheiten usw.), von der öffentlichen Verwaltung gezielt (durch spezielle Schulungen und Finanzmittel) gefördert?	textuell
	SI3.1.1 Mittel zur Förderung und Beschleunigung sozialer Innovationen für Klimaneutralität	Höhe der Mittel, die die Stadt jährlich in die Förderung und Beschleunigung sozialer Innovationen für Klimaneutralität investiert	Numerisch (Euro)
	SI8.2.1 Begünstigte von Mentoring- oder Skalierungsprogrammen für soziale Innovationen zur Klimaneutralität	Anzahl der Begünstigten, die an einem Skalierungs- oder Mentoring-Programm für soziale Innovationen zur Klimaneutralität teilgenommen haben	numerisch
	SI8.2.2 Für die Skalierung geförderte SI-Initiativen zur Klimaneutralität	Anzahl der vielversprechenden Initiativen für soziale Innovation im Bereich Klimaneutralität, die zur Skalierung gefördert wurden (eine bereits etablierte soziale Innovation)	numerisch
	SI8.2.3 Die erfolgreichen Initiativen für soziale Innovation im Bereich Klimaneutralität	Welche sind die erfolgreichsten Initiativen für soziale Innovation zur Klimaneutralität in der Stadt? Was lässt sich hinsichtlich Herausforderungen, Vorteilen und Strategien für die Skalierung lernen? Bitte geben Sie Daten und Erfahrungen in Bezug auf bestimmte Wirkungskategorien an (stationäre Energie, Energieerzeugung, Mobilität und Verkehr, grüne Industrie, Kreislaufwirtschaft, naturbasierte Lösungen)	textuell

	SI8.2.4 Replikation sozialer Innovationen	Anteil der Initiativen für soziale Innovation im Bereich Klimanachhaltigkeit, die in anderen Kontexten repliziert wurden, gemessen an der Gesamtzahl der SI-Initiativen, die am Mentoring-Programm teilnehmen	Numerisch (%)
9. Mitgestaltung Entwicklung und sektorübergreifende Partnerschaften	SI9.1.1 Sektorübergreifende Partnerschaften für Klimaneutralität	Anzahl der öffentlich-privaten oder sektorübergreifenden Partnerschaften, die mit dem Ziel der Reduzierung von Treibhausgasemissionen bzw. des Energieverbrauchs über von der öffentlichen Verwaltung eingerichtete Plattformen entwickelt wurden	numerisch
	SI9.1.2 Beitrag sektorübergreifender Partnerschaften zur Klimaneutralität	Welche sektorübergreifenden Partnerschaften und öffentlich-privaten Partnerschaften wurden in der Stadt aufgebaut, um die Klimaneutralität durch soziale Innovation voranzutreiben? Was sind die wichtigsten positiven und negativen Aspekte der Partnerschaften und welche Erkenntnisse wurden gewonnen? Bitte beschreiben Sie für jede Partnerschaft, wie sie zur Klimaneutralität beigetragen hat	textuell
	SI9.2 Von der öffentlichen Verwaltung gemeinsam entwickelte Initiativen für soziale Innovation zur Förderung der Klimaneutralität	Welche Initiativen im Bereich der sozialen Innovation hat die öffentliche Verwaltung gemeinsam mit Bürgern (einschließlich Unternehmen, NGOs usw.) oder anderen Akteuren (einschließlich anderer Städte, anderer öffentlicher Behörden) ins Leben gerufen, um die Klimaneutralität zu erreichen? Bitte beschreiben Sie, wie jede Initiative die Klimaneutralität (stationäre Energie, Energieerzeugung, Mobilität und Verkehr, grüne Industrie, Kreislaufwirtschaft, naturbasierte Lösungen) und die soziale Inklusion unterstützt: Was lässt sich daraus lernen und wie können sie verbessert werden?	textuell
10. Systemische Innovationsansätze, die soziale Innovation einbeziehen	SI10.1 Systemischer Wandel	Wie bindet die Stadt soziale Innovation als Hebel ein, um einen systemischen Wandel hin zur Klimaneutralität in der Stadt zu unterstützen (beispielsweise in der Stadtplanung, der Kreislaufwirtschaft, in Energiegemeinschaften usw.)?	textuell
	SI10.2 Auswirkungen sozialer Innovation auf die Klimaneutralität	Inwiefern tragen die von der öffentlichen Verwaltung geförderten Initiativen zur sozialen Innovation zur Klimaneutralität bei? Bitte geben Sie Daten und/oder Erfahrungen entsprechend der jeweiligen Wirkungskategorie an (stationäre Energie, Energieerzeugung, Mobilität und Verkehr, grüne Industrie, Kreislaufwirtschaft, naturbasierte Lösungen).	textuell
	SI10.3 Durch SI-Initiativen erzielt Wohlbefinden	Wie hat sich das Wohlbefinden der Bürger und städtischen Akteure infolge der von der öffentlichen Verwaltung entwickelten Strategien und Initiativen im Bereich der sozialen Innovation verändert? Was muss noch angegangen werden?	textuell

Anhang C: Zusätzliche Indikatoren für finanzielle und investitionsbezogene Nebeneffekte

Im Folgenden werden zusätzliche Indikatoren für finanzielle und investitionsbezogene Nebeneffekte vorgestellt, die bei der Überwachung von CCC-Investitionsplänen herangezogen werden könnten.

Externe Finanzierung

Bezeichnung des Indikators	Verhältnis von öffentlichem zu privatem Kapital
Maßeinheit	Verhältnis von öffentlichen zu privaten Ausgaben
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Der Anteil der öffentlichen Ausgaben im Vergleich zur externen Finanzierung der im CNC-Aktionsplan und im Investitionsplan aufgeführten Klimaschutzmaßnahmen
Quelle	k. A.
Berechnungsformel	Jährliche externe Finanzierung (Kredite) für Klimaschutzmaßnahmen / Jährliche öffentliche Ausgaben für Klimaschutzmaßnahmen

Verhältnis von öffentlichem zu privatem Kapital

Wenn eine Stadt in einem Jahr 139 Mio. Euro in Klimaschutzprojekte investiert und externe Finanzinstitute 28 Mio. Euro beisteuern, beträgt das Verhältnis von öffentlichem zu privatem Kapital 4,96x (139 / 28). Es gibt zwar kein festgelegtes Ziel für dieses Verhältnis, doch es ist ein nützlicher Indikator, dessen Entwicklung während des Umsetzungsprozesses verfolgt werden sollte.

Kapitaleffizienz

Bezeichnung des Indikators	Emissionsrendite des investierten Kapitals (nach Sektoren)
Maßeinheit	Mio. EUR
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Pro-Sektor investiertes Kapital pro sektoral eingespartem Kt CO ₂
Quelle	k. A.
Berechnungsformel	Gesamtinvestiertes Kapital im Sektor (m) / Reduzierung der CO ₂ -Emissionen im Sektor (kt)

(Sektorale) Emissionsrendite des investierten Kapitals

Wenn eine Stadt im Jahr 2023 23 Mio. EUR in Projekte für grüne Energie investiert und die für 2024 berechnete Emissionsminderung 42 kt beträgt, gibt die Stadt 0,55 Mio. EUR pro kt realisierter CO₂-Einsparungen im Sektor der grünen Energie aus. $23 / 42 = 0,55$. Je niedriger dieser Wert ist, desto effizienter wird das Kapital zur Bekämpfung der Treibhausgasemissionen in der Stadt eingesetzt. Dies lässt sich jährlich, aber auch über den gesamten Übergangszeitraum hinweg verfolgen und kann als eines der Kriterien für die Auswahl oder Priorisierung von Klimaschutzprojekten herangezogen werden. Anhand der sektoralen Berechnung lässt sich zudem erkennen, in welchen Sektoren mit geringeren Kapitalinvestitionen eine signifikante Emissionsminderung erzielt werden kann.

Haushaltsdisziplin

Bezeichnung des Indikators	Schuldenquote
Maßeinheit	Vielfaches des Haushalts
Erforderlich oder empfohlen	Empfohlen
Definition	Gesamte ausstehende Schulden der Gemeinde als Prozentsatz des gesamten Gemeindehaushalts
Quelle	k. A.
Berechnungsformel	Gesamtschulden / Jährlicher Gemeindehaushalt

Schuldenquote

Wenn eine Stadt über ausstehende Schulden in Höhe von 456 Mio. EUR verfügt und im Jahr 2023 einen jährlichen Gemeindehaushalt von 1.142 Mio. EUR erhält, beträgt die Schuldenquote der Stadt 0,40x. Es ist sinnvoll, diesen Wert im Zeitverlauf zu beobachten, um sicherzustellen, dass der Haushalt mit den Vorjahren im Einklang steht und die Verschuldung der Gemeinde tragbar ist. Dies kann auch auf sektoraler Ebene angewendet werden, um etwaige Risiken innerhalb der Gemeinde zu bewerten.