

Bernd W. Krupka



# NEUE STADTÖKOLOGIE IM KLIMAWANDEL



Entwicklung der  
grünen Stadtumwelt  
für die Zukunft



Bernd W. Krupka

**Neue Stadtökologie  
im Klimawandel**

**Zum Autor**

Bernd W. Krupka, Dipl.-Ing., ist freischaffender Landschaftsarchitekt, Stadtplaner und Sachverständiger ö. b. v. der Architektenkammer Niedersachsen sowie Mitglied und Ehrenmitglied der FLL. Sein Wirken gilt neben der Dach- und Fassadenbegrünung vor allem auch der Weiterentwicklung urbaner Vegetationstechniken.



Bernd W. Krupka

# Neue Stadtökologie im Klimawandel

Entwicklung der  
grünen Stadtumwelt  
für die Zukunft

134 Fotos  
21 Zeichnungen  
46 Tabellen

# Inhalt

## Vorwort 8

## 1 Einführung 9

## 2 Was ist „Stadtökologie“ und „Neue Stadtökologie“? 13

- 2.1 Neue Stadtökologie: systematische ökologische Planung für urbane Vitalräume 15
- 2.2 Stadtökologische Anwendungsbeispiele mit Leistungsbilanzen im Vergleich 24

## 3 Stadtökologische Wirkungen der Vegetation 28

- 3.1 Stadtklimatische Wirkungen der Vegetation 28
- 3.2 Bio-ökologische Wirkungen der Vegetation 33
- 3.3 Freiraumwerte 35
- 3.4 Gesundheitliche Werte 37
- 3.5 Die Innenstädte müssen grüner werden 37

## 4 Tiere in der Stadt 39

## 5 Klimawirksame Vegetationselemente 47

- 5.1 Klimaanpassung durch grüne Infrastrukturen 47
  - 5.1.1 Mit „Grünen und Blauen Bausteinen“ das Stadtklima verbessern 48
  - 5.1.2 Die fünfzig Grünen und Blauen Bausteine 49

1. Spontangrün-Säume – Heimat des Mauerblümchens 50
2. Ruderalvegetation – Da schießt das Kraut wild 51
3. Wiesen-Staudenfluren – Prächtig blühende Kulturlandschaften 52
4. Schotter-Rasen – Gräser-Kräuter-Steine halten viel aus 53
5. Begrünbare Beläge – Pflanzenleben in Pflasterfugen 54
6. Gleisbettbegrünung – Schienenbahnen ökologisch gestalten 55
7. Rasen – Intensiv – Grüner Teppich für den Freiraum 56
8. Rasen – Extensiv – Grüner Teppich aus Gräsern und Kräutern für den Freiraum 57
9. Sommerblumen-Pflanzungen – Kleine Gartenschauen – Immer attraktiv 58
10. Sommerblumen-Ansaaten – Schöne Blumenschau als Nahrungsquelle für Insekten 59
11. Sommerbegrünung in Pflanzgefäßen – Gartenschau im Kleinen 60
12. Dauergrün in Pflanzgefäßen – Begrünung auch auf kleinstem Raum 61
13. Blütenstauden – Kleingehölze – Es blüht durch 62
14. Präriepflanzungen – Vegetationsbilder aus Nordamerika 63
15. Sumpf- und Uferpflanzungen – Blau und Grün 64
16. Rosenpflanzungen – Ein wenig Romantik für alle 65
17. Schotterpflanzungen – Kleines buntes Stadtgrün 66

18. Bodendecker-Stauden – Filigraner grüner Bodenteppich 67
19. Bodendecker-Gehölze – Dauerhafte Schutzpolster für den Boden 68
20. Blütensträucher – Vielfältige Blütenpracht 69
21. Formhecken – Grüne Wände für die Stadträume 70
22. Hecken freiwachsend – Heimische Wildgehölze standortgerecht verwenden 71
23. Wildsträucher – Natur in der Stadt 72
24. Nussgehölze – Für Menschen und Eichhörnchen 73
25. Obstwiesen – Vitamine am Wanderweg 74
26. Wildobstpflanzungen – Besonderes und gesundes Obst 75
27. Stadtbäume – Laubbäume, mittel- und kleinkronig – Lebensbäume der Zukunft 76
28. Stadtbäume – Laubbäume, großkronig – Elemente der grünen Stadtlunge 77
29. Stadtbäume – Nadelbäume – Immergrüne Dauerfunktion für das Stadtgrün 78
30. Begrünte Steinoberflächen – Lebendige Patina aus Algen, Flechten und Moosen 79
31. Begrünungen von Mauerköpfen, Mauerfugen – Überlebenskünstler auf Stein 80
32. Begrünung von Gabionen – Schotterwände sind begrünbar 81
33. Begrünung von versiegelten Oberflächen – Unsichtbare Steinflächen 82
34. Fassadenbegrünungen, bodengebunden – Pflanzen auf dem Weg nach oben 83
35. Wandgebundene Begrünungen – Vertikale Gärten für ein neues Stadtbild 84
36. Rankbegrünungen – Zäune und Mauern – Abgrenzungen mit Blättern und Blüten 85
37. Rankbegrünungen von Pergolen und Laubengängen – Grüne Tunnel im Stadtraum 86
38. Grünwandsysteme – Grün- und Bautechnik gehen zusammen 87
39. Mooswände – Urtümliche Pflanzen helfen Menschen 88
40. Extensive Dachbegrünungen – Flachdächer – Nur Natur auf die Dächer 89
41. Biodiversitäts-Gründach – Viel Natur auf das Dach 90
42. Extensives Sumpfpflanzendach – Biologische Wässerchen 91
43. Extensive Dachbegrünungen – Steildächer – Grün statt Ziegel auf dem Dach 92
44. Intensive Dachbegrünungen – Gärten auf den Dächern 93
45. Vegetationsmatten für Verkehrsnebenflächen – Grüner Teppich auf Pflasterbelägen 94
46. Insektenpflanzen für den urbanen Raum – Mehr Lebensqualität für Insekten 95
47. Gewürz- und Heilkräutergärten – Es schmeckt und riecht gut 96
48. Urbane Gärten – Urban Gardening 97
49. Fließendes Wasser – Lebendiges Wasser beobachten 98
50. Stehgewässer – Da wohnen die Elfen 99

- 5.2 Klimawirksamkeit von Parkanlagen, Kleingartenanlagen und Friedhöfen 100
    - 5.2.1 Parkanlagen 100
    - 5.2.2 Kleingartenanlagen 100
    - 5.2.3 Friedhöfe 101
  - 5.3 Stadtbäume, heimische und neue nicht heimische Baumarten 101
    - 5.3.1 Baumschädlinge 107
    - 5.3.2 Hecken als Schnitthecken und freiwachsende Hecken 109
  - 5.4 Pflanzenvergesellschaftungen in der Stadt 111
    - 5.4.1 Wiesen- und Rasenflächen in der Stadt 116
    - 5.4.2 Ruderalvegetation in der Stadt 122
    - 5.4.3 Die stadtökologischen Wirkungen von Gehölzen 124
  - 5.5 Invasive Pflanzenarten in urbanen Räumen 126
  - 5.6 Kräuter und Gräser als Wildpflanzen, die sich in gärtnerischen Pflanzungen stark ausbreiten 132
  - 5.7 Bienen-/Insektenpflanzen 135
  - 5.8 Essbare Wildpflanzen in der Stadt 145
  - 5.9 Gewürz- und Heilpflanzen, die auf Stadtböden gut wachsen 150
  - 5.10 Giftpflanzen in der Stadt 153
  - 5.11 Besonders trockenheitsverträgliche Pflanzenarten 155
    - 5.11.1 Wildpflanzen für trockene Standorte 155
    - 5.11.2 Trockenheitsverträgliche und strahlungsfeste Gehölze 159
    - 5.11.3 Stauden für städtische Trockenstandorte 164
    - 5.11.4 Moose und Flechten im Stadtraum 180
    - 5.11.5 Pilze im Wald und auf der Wiese 182
  - 5.12 Nutzgärten in der Stadt 184
  - 5.13 Fassadenbegrünungen 187
  - 5.14 Pflanzen für extensive Dachbegrünungen 189
  - 5.15 Pflanzen für intensive Dachbegrünungen 194
  - 5.16 Klimaextreme und deren Auswirkungen auf die Vegetation von Dachbegrünungen 196
    - 5.16.1 Auswirkungen bei extensiven Dachbegrünungen 198
    - 5.16.2 Auswirkungen bei intensiven Dachbegrünungen 201
  - 5.17 Mediterrane ausdauernde Pflanzen, die im Winter im Freien verbleiben können 203
- 
- 6 Klimawirksame Beläge und Böden 205**
    - 6.1 Beläge – Formen und Wirkungen 205
    - 6.2 Verdunstungsschutz unter Pflanzenbeständen 206
    - 6.3 Böden – Formen und Wirkungen 208
    - 6.4 Wasser – Formen und Wirkungen 209

<b>7</b>	<b>Bauliche Elemente im Stadtraum</b>	210	8.3	Kühlen im Stadtraum	217
7.1	Wände und Mauern	210	8.4	Windschutz	217
7.2	Begrünung von Wänden und Mauern	212	8.5	Strategien und Techniken gegen Bodentrockenheit	217
7.3	Verkehrsnebenflächen begrünt	213	<b>9</b>	<b>Der KlimaGarten als stadt-ökologisches Anschauungs- und Modellprojekt</b>	218
7.4	Pergolen und Laubgänge	213	9.1	Die Wirkungen von Pflanzen	219
<b>8</b>	<b>Planungsstrategien zur Optimierung des Mikroklimas</b>	215	9.2	Umweltwahrnehmung und -erfahrung	220
8.1	Besonderheiten im Mikroklima	215	9.3	Prototyp KlimaGarten	220
8.2	Die klimawirksame Kombination von „Grünen und Blauen Bausteinen“	216	<b>Service</b>	222	
8.2.1	Bodengebundenes Grün	216	Literaturverzeichnis	222	
8.2.2	Grün an und auf Bauwerken	216	Bildnachweis	234	
			Register	235	

# Vorwort

Stadtökologische Fragestellungen und Methoden zur aktiven Pflanzenansiedlung mit nachweisbar messbarer Wirkung haben mich während der letzten fünfzehn Jahre in Theorie und Praxis intensiv beschäftigt. Eine alltägliche, praktische Anschauung bieten mir meine eigenen Wildwiesen mit Waldrändern sowie die Staudengärten aus Wild- und Prachtstauden. Weiterhin unterhalte ich seit vielen Jahren extensive Flach- und Steildachbegrünungen als Versuchs- und Beobachtungsflächen. Pflanzenarten und deren Vergesellschaftung sind seit Jahrzehnten meine persönliche Leidenschaft.

Mit meinem Buch „Dachbegrünung, Pflanzen- und Vegetationsanwendung an Bauwerken“ wurden bereits 1992 umfassende bau- und vegetationstechnische Verfahren dargestellt, einschließlich ausführlicher Pflanzenlisten. Damit liegen wichtige Grundlagen zur urbanen Pflanzenverwendung auf Dächern und an Fassaden vor.

Nicht zuletzt die immer drängenderen Probleme im Zusammenhang mit Fragestellungen des globalen Klimawandels beschleunigten die konzeptionelle Gestaltung dieses Buches.

Als ein Praxishandbuch enthält es insgesamt 1 210 Pflanzenarten, die unter verschiedenen Aspekten erläutert werden.

Auch den Themen Neophyten, invasive Pflanzenarten sowie Neozoen und den vielfältigen stadtökologischen Realitäten soll hier fachlicher Raum gegeben werden.

Ich bin der Überzeugung, dass mit berechenbaren vegetativen Mitteln die Folgen des Klimawandels für Stadtbewohner abgemildert werden können.

Für die Ausstattung des Buches danke ich dem Eugen Ulmer Verlag und der weiteren intensiven Lektoratsarbeit durch Frau Christine Condé und Frau Birgit Schüller.

Meiner Ehefrau Renate Krupka danke ich für ihre unermüdliche Schreibebeit herzlich. Auch dafür, dass sie an den Pflanzenlisten, vielen Textkorrekturen und Änderungen nicht verzweifelt ist. Herr Marc Scharruhn hat in intensiver Arbeit die Fotos formatiert und korrigiert. Frau Dr. Inke Krupka danke ich für das gründliche Korrekturlesen.

Bernd W. Krupka, im Frühjahr 2022

# 1 Einführung

Der deutsch-amerikanische Philosoph JONAS (2003) formuliert in seinem Buch „Das Prinzip Verantwortung“ einen ökologischen Imperativ: „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden.“ Dagegen haben die Menschen in der modernen Industriegeschichte permanent verstoßen.

Die Wissenschaften nennen unser Zeitalter das Anthropozän, also das Zeitalter der Menschen, in dem sie der wichtigste Einflussfaktor auf wesentliche Prozesse in biologischer, geologischer und klimatischer Hinsicht sind.

Die Menschheitsgeschichte ist also auch die Geschichte der Eroberung und Umformung von Natur. In neuerer Zeit spielt der Einsatz von Technik dabei eine entscheidende Rolle. Der alte Wunsch „Mit der Natur zu arbeiten und nicht gegen die Natur“ ist heute leider immer noch zu großen Teilen unerfüllt. Vielmehr zeigt sich ein Arbeiten gegen die Natur, wie das Beispiel der weltweit industrialisierten Landwirtschaft mit ihren globalen Abhängigkeiten belegt.

Hoffnungen für die Zukunft macht die bisherige Arbeit des „Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) in Halle – Jena – Leipzig.

Die Biodiversitätsforschung bei iDiv erfolgt vor dem Hintergrund der aktuellen Biodiversitätskriterien (<https://www.idiv.de>).

HERMANN MATTERN schrieb bereits 1964 sein ausführliches Buch „Gras darf nicht mehr wachsen“ gegen Stadt- und Landschaftversiegelung jeder Art. Wesentliche Besserungen waren nach Jahrzehnten nicht eingetreten, sodass DIETER WIELAND und Mitautoren 1983 das Thema mit ihrem Werk „Grün kaputt“ über die „Landschaft und Gärten der Deutschen“ erneut aufgriffen.

**Fazit: Natur braucht den Menschen im Prinzip nicht. Stadtnatur jedoch sehr wohl, um sie als solche zu erhalten.**

Die deutlich wahrnehmbaren Folgen des Klimawandels in der Verschiebung der Jahreszeiten wirken sich erheblich auf die Städte aus. So setzt laut Deutschem Wetterdienst der Frühling circa 14 Tage früher ein. Der Herbst ist länger und der Winter somit kürzer. Dies zeigen auch die langfristigen, bundesweiten phänologischen Untersuchungen des Deutschen Wetterdienstes an 130 Zeigerpflanzen. Die Ergebnisse belegen die bisherigen Trendanalysen zur Klimadiagnostik. 2018 war das wärmste und trockenste Jahr, seit es Wetteraufzeichnungen gibt (siehe Informationen des DWD, Historische phänologische Datenbank, 2020).

„In Städten bilden sich Hitzeinseln. Diese sind selbst dann noch heiß, wenn sich das städtische Umland längst wieder abgekühlt hat. Das belastet besonders ältere Menschen und kleine Kinder.“ (Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung Dresden, 2018). Innenstädte mit wenig Grünanteil sind danach bis rund 10°C wärmer als das Umland, dies insbesondere nachts durch Wärmeabstrahlung aller baulichen Elemente. Nach Berechnungen der ETH Zürich (2019) werden nordeuropäische Städte ein dauerhaft mediterranes Klima bekommen. Berlin wird in etwa 30 Jahren diesbezüglich wahrscheinlich Lissabon ähnlich sein. „Mobile Grüne Zimmer®“ eines Grünsystemherstellers mit transportablen Grünwänden für Innenstädte sind eine gute Marketingstrategie, lösen jedoch grundsätzlich nicht die städtischen Klimaprobleme.

Nur mit einer nachhaltigen grün-blauen Infrastruktur in den Städten können zumindest einige Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere die Erwärmung der Innenstädte, bekämpft werden.

Die wissenschaftliche Datenlage hat sich mittlerweile erheblich verbessert.

KÜSTERS schreibt in der Zeitschrift „Gebäude-Grün“ (2019) zur „Wirksamkeit Grüner Infra-

struktur“, dass diese sich auf vorhandener Datenbasis „voraussagen und optimieren“ lässt. Mit der Stadtklima-Software „ENVI-met“ werden 30 stadtklimatische Schlüsselindikatoren berechnet.

Das nun vorliegende Buch beinhaltet konzeptionelle Überlegungen zur „Neuen Stadtökologie“ und Auswertungen der Fachliteratur, die ich vor circa zwölf Jahren begonnen habe. Seinerzeit wurde der Klimawandel noch vorhergesagt. Heute ist er überall in der Umwelt unmittelbar deutlich sicht- und wahrnehmbar. Das Konzept der „Neuen Stadtökologie“ (siehe Kap. 2.1) hilft jedoch nicht gegen den industriell und verkehrstechnisch bedingten CO<sub>2</sub>-Anstieg.

Die stadtklimatischen Kräfte, die Pflanzen an sich und in ihrer Gesamtheit als Vegetation entwickeln, müssen in Zukunft viel stärker genutzt werden.

Die ersten wissenschaftlichen stadtkologischen Untersuchungen begannen 1866 in Paris. Ab 1920 wurde die Adventivflora in Städten systematisch wissenschaftlich erfasst, wie z. B. durch VOGELER und CHRISTIANSEN (1928) in Hamburg. Dies beschreiben SUKOPP und KASPEREK in ihrem Beitrag über Pioniere der Adventivfloristik (2015). Der heute allgegenwärtige Begriff „Umwelt“ wurde von UEXKÜLL 1920 in seinem Buch „Theoretische Biologie“ geprägt.

Das grundlegende Verständnis über das Bodenleben (Edaphon) erforschte FRANCÉ im Jahre 1913. Einen philosophisch-biologischen Hintergrund zur Tierwelt im Verhältnis zum Menschen vermitteln die Werke von PORTMANN (1960, 1973).

In neuerer Zeit waren HORST STERN (1922–2019) und HEINZ SIELMANN (1917–2006) im Zusammenhang mit Tier-, Umwelt- und Naturschutz publizistisch sehr aktiv und in gern gesehenen Fernsehsendungen präsent. Die Fernsehserie „Sterns Stunde“ wurde ein „Markenzeichen“ für den kritischen Tierfilmer.

Für Innovationen in der Pflanzenverwendung war WOLFGANG BEHRENS (1942–2016) mit seinem Produktions- und Versuchsbetrieb in Groß

Ippener bei Delmenhorst auch international bekannt. Behrens hat sich insbesondere um die marktreife Entwicklung von Moos-Vegetationsmatten verdient gemacht. Dies hat auch FRAHM (2014) in seinem Buch „Mit Moosen begrünen“ eingehend beschrieben und mit Fotos dokumentiert.

Die Forschungen und Weiterentwicklungen in der Vegetationstechnik waren die Lebensaufgabe von Prof. Dr. HANS-JOACHIM LIESECKE (1931–2019). Begleitende Praxiserprobungen hat LIESECKE dazu mit Behrens durchgeführt. Im Forschungszentrum Bad Lauchstedt (Sachsen-Anhalt) simuliert derzeit eine Forschergruppe um Dr. Martin Schädler (Biozönoseforschung) den Hitzestress auf Pflanzen im Jahr 2070. Die Journalistin SUSANNE GÖTZE berichtete darüber in DER SPIEGEL Nr. 52 vom 19.12.2020 unter dem Titel „Verbrannte Erde“. Ein Zwischenergebnis belegt, dass Pflanzenvielfalt die Vegetation toleranzfähiger gegenüber Hitze macht. „Je mehr Vielfalt, desto gesünder der Boden und resistenter die Pflanzen“, sagt SCHÄDLER. Aus solchen Versuchen lernen die Forscher. „Wir vermuten, dass die Folgen des Klimawandels zumindest bei Grünland durch größere Vielfalt abgefedert werden könnten“.

Urbane Biotopverbundsysteme haben einen sehr hohen stadtkologischen Wert. Auch der Wert als „Trittstein-Biotop“, insbesondere von begrüneten Dachflächen, wird je nach Verbreitungsstrategie von Pflanzen und je nach Mobilitätsfähigkeit von Insektenarten sehr unterschiedlich sein.

Sicherlich wird „Ökopolis“ der Zukunft eine eigene dynamische Natur (Stadt-Natur) haben, in der sich eine neue, andere Vielfalt entwickelt.

Städte müssen daher als neuer evolutionärer Raum begriffen werden, besonders unter den Aspekten des Klimawandels. Wilde Stadtvegetation war schon immer „klimaplastisch“. Das zeigt die hohe Zahl von Neophyten in urbanen Räumen.

REICHHOLF (2007) beschreibt in seinem Buch „Die Stadtnatur“ als „Eine neue Heimat für

Pflanzen und Tiere“. An der „Stadtnatur“ lässt sich eine deutliche Dynamik ablesen, die insbesondere von der Einwanderung fremder Pflanzenarten geprägt wird.

Natürlich müssen auch die sehr unterschiedlichen Bedürfnisse der Stadtmenschen berücksichtigt werden. Stadtnatur ist auch ein bedeutsamer Anschauungs- und Lernraum für Jung und Alt. Nicht zuletzt ist auch das mittlerweile weitverbreitete „urban gardening“ willkommener Lernraum in der Stadt.

Dagegen erscheint „guerilla gardening“ als eine eher trotzig Rückeroberung von Raum für Pflanzen auf städtischen Freiflächen. Dies wird immer häufiger von den Kommunen allgemein toleriert.

Die Anpassung an den Klimawandel für die Menschen und auch insbesondere für Pflanzen-, Natur- und Gartenfreunde ist ein eher schmerzhafter Prozess. Der Pflanzenliebhaber leidet an dem ständigen Regenmangel und muss sich in der Pflanzenauswahl und mit geänderten Kulturtechniken, wie z. B. dem Mulchen, darauf einstellen.

Als Folge des Klimawandels werden regional sinkende Grundwasserspiegel durch weniger Niederschläge und zusätzliche Entnahme durch die Landwirtschaft festgestellt. Teiche und Seen trocknen aus oder werden in den Flächen stark reduziert.

Erst 2019 hat die EU-Kommission den „New Green Deal“ (Brüssel 11. 12. 2019) und damit eine ambitionierte Biodiversitätsstrategie vorgelegt. Dabei geht es nicht nur um technoide Problemlösungen, sondern auch um solche auf natürlicher Basis. Damit ist gemeint: „nature based solutions“. Das ist hoffentlich nicht nur ein Schlagwort.

In Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels ergeben sich zwingende Notwendigkeiten aus dem EU-Papier zur Kompensation von Negativwirkungen wie:

- Vermeidungsstrategien,
- Ressourcen schonen,
- technischer Klimaschutz,
- Grün erhalten,
- Grün in vielfältiger Weise neu aktivieren.

Die Okkupation von „Natur und Grün“ für diverse Zwecke ist in allen Medien an der Tagesordnung.

Als emotionale/sachliche Täuschung ist eine Inflation des „Ökologischen“ festzustellen. So ist ein „green building“ keinesfalls ein begrüntes Gebäude, sondern ein energieeffizientes Bauwerk, das weder eine Dach- noch eine Fassadenbegrünung haben muss.

Es ist auch Eigenkritik bei der grünen Profession angezeigt:

- Pflanzenverwendung in der Stadt bleibt immer noch überwiegend in ästhetisch definierten Planungen verhaftet.
- Den größten Anteil städtischer Plätze machen Parkplätze aus, die meistens nicht oder wenig begrünt sind.
- Städtische Freiräume wie Stadtplätze werden überwiegend von harten Belagsmaterialien wie Pflaster oder Plattenbeläge dominiert, weil sie einfacher zu unterhalten sind. Belagsarten, die Wasser aufnehmen und verdunsten können, wie mineralische wassergebundene Decken, sind eher die Ausnahme.
- Ökologisch-klimatische Leistungen sind erst ansatzweise Planungskriterien.

Bestehende und zukünftige Herausforderungen für die Stadtplanung sind:

- städtebauliche Verdichtung,
- Konzentration auf Metropolregionen (Zuzug),
- Nutzungsmischungen von Gewerbe und Wohnen,
- Entflechtung des Verkehrs,
- autofreie Zonen,
- Rückbau und Freiflächenmanagement (demographischer Wandel),
- Schaffung multifunktionaler, ökologisch orientierter Freiräume und deren Vernetzung.

Das Umdenken über das Stadtgrün in Forschung, Entwicklung und Praxis hat dennoch begonnen. Es umfasst:

- urbane Klimamodelle,
- integrative Planungsansätze,

- neue Stadtbaum-Arten,
- neue Vegetationstechniken,
- Vernetzung von Freiräumen und Grünflächen,
- neues Wassermanagement,
- Ressourcenplanung.

### Ökosystemleistungen in der Stadt

(nach KOWARIK et al. 2016 als Auszug):

1. Stadtnatur fördert gute Lebensbedingungen (Stadtklima, Luftqualität, Bodensicherung)
2. Stadtnatur fördert die Gesundheit (Psychische und physische Wirkungen, Urban Gardening)
3. Stadtnatur fördert sozialen Zusammenhalt (Wohnumfeldverbesserung, Urban Gardening, Interkulturelle Gärten, Erholung an Wasserflächen)
4. Naturerleben, Naturerfahrung, Umweltbildung (Grüne Lernorte, Naturerfahrungsräume in der Stadt als urbane Wildnis)
5. Stadtnatur versorgt (Nahrungsmittel vor der Haustür, Urban Gardening am Boden und auf Flachdächern).“

Der Kampf um die letzten Quadratmeter Freiraum und Grünflächen ist in den städtebaulichen Verdichtungszonen schon lange eine gesellschaftliche Realität. Wirtschaftliche Interessen an den sehr teuren, lukrativen städ-

tischen Grundstücken setzen sich leider allzu häufig gegen den sozialen und gesundheitlichen Bedarf der Stadtbewohner durch. Als Ersatz werden dann kleine Ausgleichsflächen angeboten, häufig auch in Fachkreisen ironisch als „Petersiliengrün“ bezeichnet.

Die „Selbstorganisation der Natur“ findet ständig statt und wird somit auch ständig durch Menschen und Technik gehemmt. Diese Selbstorganisation zuzulassen ist auch eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben für uns und darin liegt die Verantwortung für unsere Umwelt und unsere Gesellschaft.

Zu den verwendeten Pflanzennamen noch folgender Hinweis: Die wissenschaftlichen und deutschen Pflanzennamen für die Wildflora in diesem Buch beziehen sich auf SCHMEIL-FITSCHEN „Die Flora von Deutschland und angrenzender Länder“ (2019). Die Namen von Kulturpflanzen orientieren sich an der 19. Auflage des „Zander – Handwörterbuch der Pflanzennamen“.

Die aufgeführten Tabellen mit Wild- und Kulturpflanzen nach verschiedenen Auswahlkriterien sind ein praxisorientierter Beitrag zur Erhaltung und Erweiterung des Artenspektrums im urbanen Raum. Neben der stadtklimatischen Wirksamkeit muss die Biodiversität als Standortanpassung unbedingt beachtet werden.

## 2 Was ist „Stadtökologie“ und „Neue Stadtökologie“?

Das Denkmodell „Neue Stadtökologie“ bietet ein Planungssystem zur ökologischen Revitalisierung verdichteter Stadträume und zur Anpassung an den Klimawandel an.

Gegenüber der in diesem Buch behandelten „neuen Stadtökologie“ gibt es keine „alte Stadtökologie“, sondern nur die klassischen wissenschaftlichen Ansätze von Stadtökologie, die hier beispielhaft nach SÜKOPP und WITTIG (1998) wie folgt definiert werden:

1. „Stadtökologie i. e. S. ist diejenige Teildisziplin der Ökologie, die sich mit den städtischen Biozöosen, Biotopen und Ökosystemen und Standortbedingungen sowie mit Struktur, Funktion und Geschichte urbaner Ökosysteme beschäftigt.“

2. „Stadtökologie i. w. S. ist ein integriertes Arbeitsfeld mehrerer Wissenschaften aus unterschiedlichen Bereichen und von Planung mit dem Ziel einer Verbesserung der Lebensbedingungen und einer dauerhaften umweltverträglichen Stadtentwicklung.“

### Berechenbarkeit von klimawirksamen Grün

Populär wird der „ökologische Fußabdruck der Stadt“ diskutiert.

Es sind jedoch neue Qualitätsstufen in der Stadt- und Grünplanung, insbesondere auch in der Vegetationsverwendung erforderlich, die alle Planungsebenen umfassen und sowohl ökologisch als auch ästhetisch ausgerichtet sind und damit die tatsächlichen und zu erwartenden Folgen des Klimawandels berücksichtigen. In den hier vorgestellten Ansätzen zur „Neuen Stadtökologie“ werden praxiserprobte Methoden und Wege in Zeiten des Klimawandels diskutiert. Weiterhin sind auch verschiedene ökologische Bedrohungen wie Neophyten und Neozoen sowie der Verlust von Baumaltbeständen zu beachten.

Architekten stehen für alle technischen Stoffe und Verfahren Werte zur Berechnung in der

Gebäudeplanung zur Verfügung. Nur in der Grünplanung sind diese unter stadtklimatologischen Aspekten lediglich rudimentär vorhanden, wie z. B. die Grünvolumenzahl (GVZ) und die Bodenkennwerte (BKU) der Umweltbehörde Hamburg 1987. Sie sind bundesweit jedoch nicht fester Teil der Grünplanung und des Qualitätsanspruches derzeitiger Stadt- und Zukunftsplanung.

### Gesetzliche Grundlagen des Klimaschutzes

Eine Änderung des Baugesetzbuches ist am 30. Juli 2011 mit dem „Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden“ in Kraft getreten.

Dazu folgende Änderungen und Ergänzungen im Baugesetzbuch (BauGB) als Auszüge:

§ 1a Ergänzende Vorschriften zum Umweltschutz

„(5) Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden.“

### § 171a Stadtumbaumaßnahmen

„(2) Stadtumbaumaßnahmen sind Maßnahmen, durch die in von erheblichen städtebaulichen Funktionsverlusten betroffenen Gebieten Anpassungen zur Herstellung nachhaltiger städtebaulicher Strukturen vorgenommen werden. Erhebliche städtebauliche Funktionsverluste liegen insbesondere vor, wenn ein dauerhaftes Überangebot an baulichen Anlagen für bestimmte Nutzungen, namentlich für Wohnzwecke, besteht oder zu erwarten ist, oder wenn die allgemeinen Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung nicht erfüllt werden.“

„(3) Stadtumbaumaßnahmen dienen dem Wohl der Allgemeinheit. Sie sollen insbesondere dazu beitragen, dass

1. die Siedlungsstruktur den Erfordernissen der Entwicklung von Bevölkerung und Wirtschaft sowie den allgemeinen Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung angepasst wird,
2. die Wohn- und Arbeitsverhältnisse sowie die Umwelt verbessert werden,
3. innerstädtische Bereiche gestärkt werden,
4. nicht mehr bedarfsgerechte bauliche Anlagen einer neuen Nutzung zugeführt werden,
5. einer anderen Nutzung nicht zuführende bauliche Anlagen zurückgebaut werden,
6. brachliegende oder freigelegte Flächen einer nachhaltigen, insbesondere dem Klimaschutz und der Klimaanpassung dienenden städtebaulichen Entwicklung oder einer mit dieser verträglichen Zwischennutzung zugeführt werden,
7. innerstädtische Altbaubestände nachhaltig erhalten werden.“

#### Klimaschutzklausel § 1 Abs. 5 BauGB

Damit soll bei der Aufstellung von Bauleitplanung der Klimawandel verstärkt berücksichtigt werden. Flächennutzungspläne können nunmehr nach § 5 Abs. 2 BauGB die Ausstattung des Gemeindegebietes mit Anlagen und Einrichtungen sowie sonstigen dem Klimawandel entgegenwirkenden Maßnahmen im Flächennutzungsplan ausweisen. Dazu werden energetische Maßnahmen, insbesondere erneuerbare Energien, angeführt.

Es sind auch die Ausstattungen des Gemeindegebietes mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen darzustellen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Dieses gilt auch für Stadtanierungsgebiete.

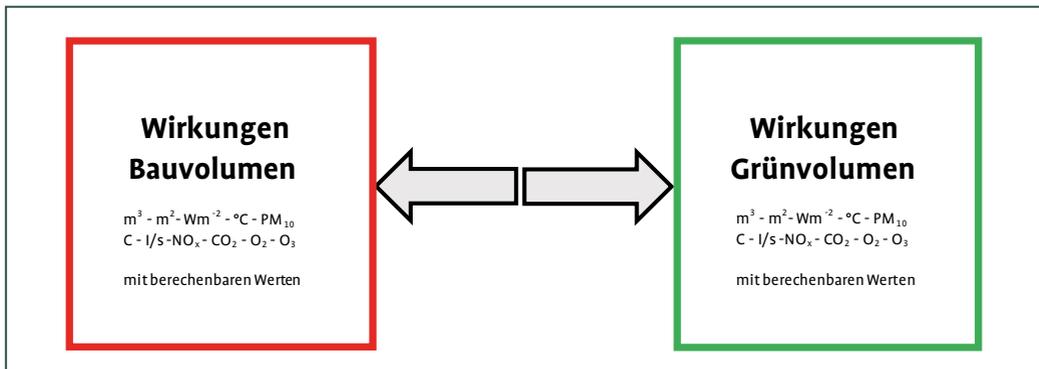
Eine Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel kann ein städtebauliches System von Kaltluftschneisen sein, die der Durchlüftung des Stadtraumes dienen. Dies muss insbesondere bei der Ausweisung von Neubaugebieten berücksichtigt werden, indem die Kaltluftschneisen nicht bebaut, sondern als Grenzzonen in die Innenstadt verlängert werden.

Leider sind hier keine weiteren einzelnen stadtökologischen Maßnahmen gegen die Auswirkungen des Klimawandels genannt.

#### „Neue Stadtökologie“ – Stadtökologische Zukunftsplanung – Die Idee

Die Stadtnatur soll als nachweisbar leistungsfähiges urbanes Ökosystem für die Zukunft gestaltet werden. Dies ist besonders für verdichtete Innenstadträume von Bedeutung, indem die klimatische Wirkung des Bauvolumens durch die des Grünvolumens kompensiert wird. Dabei sind unter anderem auch Werte für Feinstaub ( $PM_{10}$ ) und Strahlungsantrieb ( $Wm^{-2}$ ) zu berücksichtigen (siehe Abb. 1).

Das neue Stadt-Ökosystem besteht aus einem Netzwerk urbaner Vitalräume, die sich wiederum aus „Grünen Bausteinen“ zusammensetzen.



**Abb. 1** Gegenüberstellung klimatischer Wirkungen von Bauvolumen und Grünvolumen.

**Tab. 2-1** Wuchshöhen und Grünvolumen – niedrige Vegetation

Vegetationsformen	Wuchshöhe	Grünvolumen je m <sup>2</sup> im Mittel
1. Schnittrasen	3 cm	0,03 m <sup>3</sup>
2. Wiese	40 cm	0,40 m <sup>3</sup>
3. Niedrige Stauden- und Strauchpflanzungen	30 cm	0,30 m <sup>3</sup>
4. Höhere Stauden- und Strauchpflanzungen	50 cm	0,50 m <sup>3</sup>
5. Mittelhohe Strauchpflanzungen	100–150 cm	1,25 m <sup>3</sup>
6. Höhere Strauchpflanzungen	150–200 cm	1,75 m <sup>3</sup>
7. Hohe Strauchpflanzungen	200–300 cm	2,50 m <sup>3</sup>
8. Sehr hohe Strauchpflanzungen	300–500 cm	4,00 m <sup>3</sup>

Die „Neue Stadtökologie“ stellt ein praxisbezogenes Arbeitsinstrument für die Vitalisierung städtebaulich verdichteter Räume dar. In Tabelle 2-1 sind die Wuchshöhe und das Grünvolumen verschiedener Vegetationsformen aufgelistet. Der Tabelle 2-2 sind die Endwuchshöhe sowie das berechnete Kronenvolumen verschiedener Baum- und Straucharten zu entnehmen: Bäume 1. Ordnung (15 Arten), 2. Ordnung (12 Arten), 3. Ordnung (4 Arten), Kleinbäume und Großsträucher (12 Arten).

Die Werte von Grünvolumen und Kronenvolumen können in stadtökologischen Berechnungen und Bewertungen im Vergleich zum Bauvolumen verwendet werden.

Die verschiedenen weiteren Pflanzentabellen im Buch sind Bausteine für konkrete stadtökologische Planungen. Sie stellen den Artenreichtum und die Vielfalt möglicher Wildpflanzenansiedlungen dar. Dies ist auch als Gegengewicht zu den hunderten von Gartenzierpflanzen der Baumschulen und Staudengärtnereien zu verstehen.

## 2.1 Neue Stadtökologie: systematische ökologische Planung für urbane Vitalräume

Die Idee der Neuen Stadtökologie ist es, Stadtnatur als nachweisbar leistungsfähiges urbanes Ökosystem für die Zukunft zu gestalten. Dieses

Ökosystem besteht aus einem Netzwerk urbaner Vitalräume. Mit den Grundkomponenten Boden – Wasser – Vegetation sollen dauerhafte, klimawirksame und gesundheitsfördernde Wirkungen erreicht werden. Dazu dienen spezielle, standortangepasste Techniken mit „Grünen und Blauen Bausteinen“.

Mit diesen können die dringend erforderlichen urbanen Anpassungen an den Klimawandel aktiv gestaltet werden.

Das Planungssystem „Neue Stadtökologie“ kann eine richtungsweisende, langfristige Grundlage für kommunale Grünordnungspläne sein, wobei der Grünordnungsplan die ökologische Grundlage für den Bebauungsplan ist. Als gutachterliche Grundlage für die Grünordnungsplanung können so auch die Reaktionsmöglichkeiten auf die Folgen des Klimawandels abgebildet werden.

Die Strategie hierbei ist, mit dem System der Neuen Stadtökologie in die Stadtplanung einfach berechenbare Planungsansätze für das Stadtgrün einzubringen. Der grüne Freiraum soll in seinem Wirkungsgrad gegenüber dem Bauvolumen einschließlich der Verkehrsflächen vergleichend berechenbar werden. Damit können sowohl Wirkungsgrenzen belegt als auch ausgleichende alternative Kompensationsmöglichkeiten nachgewiesen werden.

Dies fördert die gesellschaftspolitische Akzeptanz von Stadtgrün einschließlich der Bereit-

**Tab. 2-2** Endwuchshöhe und Kronenvolumen ausgewählter Wildgehölze (Endwuchshöhe nach BRUNS-Sortimentskatalog 2020/2021)

Botanischer Name	Deutscher Name	Endwuchshöhe	Kronenvolumen ca.
<b>Bäume 1. Ordnung</b>			
<i>Acer platanoides</i>	Spitz-Ahorn	20–30 m	6 200 m <sup>3</sup>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Berg-Ahorn	25–30 m	8 200 m <sup>3</sup>
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Roskastanie	25–30 m	8 200 m <sup>3</sup>
<i>Betula pendula</i>	Hänge-Birke	18–25 m	1 600 m <sup>3</sup>
<i>Fagus sylvatica</i>	Rot-Buche	25–30 m	20 000 m <sup>3</sup>
<i>Fraxinus excelsior</i>	Esche	25–40 m	19 000 m <sup>3</sup>
<i>Larix decidua</i>	Lärche	25–35 m	4 500 m <sup>3</sup>
<i>Picea abies</i>	Rot-Fichte	30–40 m	1 600 m <sup>3</sup>
<i>Pinus sylvestris</i>	Wald-Kiefer	10–30 m	1 200 m <sup>3</sup>
<i>Populus alba</i>	Silber-Pappel	20–35 m	7 500 m <sup>3</sup>
<i>Populus nigra</i>	Schwarz-Pappel	20–25 m	5 600 m <sup>3</sup>
<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche	25–35 m	9 200 m <sup>3</sup>
<i>Tilia cordata</i>	Winter-Linde	18–25 m	5 400 m <sup>3</sup>
<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommer-Linde	30–35 m	11 100 m <sup>3</sup>
<i>Ulmus laevis</i>	Flatter-Ulme	15–25 m	6 200 m <sup>3</sup>
<b>Bäume 2. Ordnung</b>			
<i>Acer campestre</i>	Feld-Ahorn	15–20 m	12 370 m <sup>3</sup>
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarz-Erle	20–25 m	2 500 m <sup>3</sup>
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche	20–25 m	13 600 m <sup>3</sup>
<i>Juglans regia</i>	Walnuss	20–25 m	5 500 m <sup>3</sup>
<i>Populus tremula</i>	Zitter-Pappel	15–25 m	1 400 m <sup>3</sup>
<i>Prunus avium</i>	Vogel-Kirsche	20–25 m	3 900 m <sup>3</sup>
<i>Salix alba</i>	Silber-Weide	20–25 m	5 600 m <sup>3</sup>
<i>Salix fragilis</i>	Bruch-Weide	15–20 m	3 100 m <sup>3</sup>
<i>Sorbus domestica</i>	Speierling	10–15 m	3 200 m <sup>3</sup>
<i>Sorbus intermedia</i>	Schwedische Mehlbeere	12–15 m	500 m <sup>3</sup>
<i>Sorbus torminalis</i>	Elsbeere	20–25 m	3 900 m <sup>3</sup>
<i>Taxus baccata</i>	Eibe	10–15 m	2 200 m <sup>3</sup>
<b>Bäume 3. Ordnung</b>			
<i>Malus sylvestris</i>	Holz-Apfel	6–10 m	210 m <sup>3</sup>
<i>Salix caprea</i>	Sal-Weide	5–8 m	190 m <sup>3</sup>
<i>Sorbus aria</i>	Mehlbeere	6–12 m	430 m <sup>3</sup>
<i>Sorbus aucuparia</i>	Eberesche	6–12 m	170 m <sup>3</sup>

Tab. 2-2 Fortsetzung

Botanischer Name	Deutscher Name	Endwuchshöhe	Kronenvolumen ca.
<b>Kleinbäume – Großsträucher</b>			
<i>Cornus mas</i>	Kornelkirsche	5–7 m	150 m <sup>3</sup>
<i>Corylus avellana</i>	Gewöhnliche Hasel	5–7 m	150 m <sup>3</sup>
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingrifflicher Weißdorn	6–10 m	390 m <sup>3</sup>
<i>Frangula alnus</i>	Faulbaum	3–4 m	25 m <sup>3</sup>
<i>Ilex aquifolium</i>	Stechpalme	4–6 m	60 m <sup>3</sup>
<i>Ligustrum vulgare</i>	Gewöhnlicher Liguster	5–7 m	150 m <sup>3</sup>
<i>Prunus padus</i>	Traubenkirsche	10–15 m	580 m <sup>3</sup>
<i>Rhamnus cathartica</i>	Purgier-Kreuzdorn	6–8 m	135 m <sup>3</sup>
<i>Salix fragilis</i>	Bruch-Weide	10–15 m	1 900 m <sup>3</sup>
<i>Salix purpurea</i>	Purpur-Weide	5–8 m	350 m <sup>3</sup>
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder	5–7 m	110 m <sup>3</sup>
<i>Viburnum opulus</i>	Gewöhnlicher Schneeball	4–5 m	55 m <sup>3</sup>

stellung finanzieller Mittel. Dazu ergänzende Hinweise auf bereits bestehende Planungssysteme, die bei Bedarf hinzugezogen werden können.

### 1. System „GREENPASS“

KÜSTERS (2019) stellt dazu mit diesem System ein detailliertes Verfahren für die Simulation, Optimierung und Zertifizierung von Stadtgrün vor. GREENPASS ist lizenziert und kostenpflichtig.

### 2. System „Cradle to Cradle“

„Cradle to Cradle“ wurde als Kreislaufwirtschaftssystem Ende der 1990-er Jahre von dem deutschen Chemiker Michael Braungart und dem US-amerikanischen Architekten William McDonough entworfen. Dazu wurde die EPEA GmbH gegründet als „internationaler Innovationspartner für umweltverträgliche Produkte, Prozesse, Gebäude und Stadtquartiere“ (EPEA 2021).

Von elementarer Bedeutung im Cradle-to-Cradle-System ist der eng verknüpfte biologische und technische Zyklus.

Nach BRAUNGART und McDONOUGH (2002) enthält das Kreislaufsystem der biologischen Seite folgende Elemente:

- Pflanzen,
- Nährstoffe,
- Kompost.

Diese Elemente liefern Rohstoffmaterialien für Mensch und Tier als Verbraucher sowie für die technische Seite Stoffe aus der Demontage und Abfallverwertung. In Produktionsstätten und Fabriken entstehen so Produkte für Mensch und Tier.

C2C-Zertifizierung (Quelle: Wikipedia 2021b) „Eine ‚C2C-Zertifizierung‘ (Cradle-to-Cradle-Certified-Produktstandard) wird seit 2010 vom Non-Profit-Institut Cradle to Cradle Products Innovation Institute mit Sitz in San Francisco (USA) verliehen; bewertet werden fünf Kriterien:

- Materialgesundheit,
- Kreislauffähigkeit,
- (Einsatz) Erneuerbare Energien,
- Verantwortungsvoller Umgang mit Wasser sowie Soziale Gerechtigkeit“.

Feststellungen dazu:

Das Cradle-to-Cradle-Prinzip ist also ein gesamtökologisches, umfassendes Prinzip für biologisch und technisch optimierte Kreisläufe, bei denen im Prinzip keine Abfälle entstehen sollen. Die Natur arbeitet seit Millionen von Jahren bereits derart. Jede Pflanze wird wieder zu Humus und Nährstoffen. Davon lebt wiederum eine neue Pflanzengeneration.

Hinweis: Die Wärmespeicherung und Abstrahlung (Albedo) von natürlichen und gebundenen Flächen und Stoffen ist bei stadtkologisch ausgerichteten Planungen von Bedeutung. Dadurch wird das örtliche Kleinklima deutlich beeinflusst.

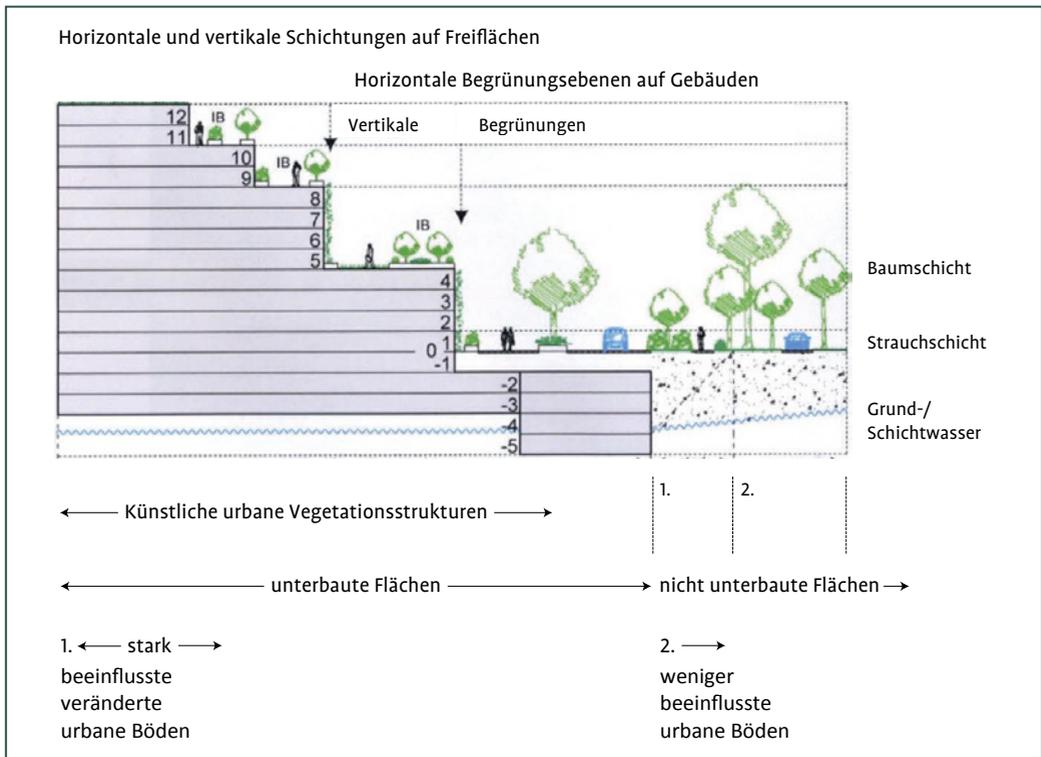
Wie die „Neue Stadtökologie“ in der Stadtplanung umgesetzt werden kann, zeigen die folgenden Ausführungen.

**A. Urbane Vitalräume – Ein Modell aus „Grünen und Blauen Bausteinen“.**

Die Schaffung urbaner Vitalräume für Innenstädte ist das Ziel des Planungsprozesses im System der „Neuen Stadtökologie“. Grundeinheiten dieser Räume sind die Grünen und Blauen Bausteine mit definierten ökologischen Wirkungen.

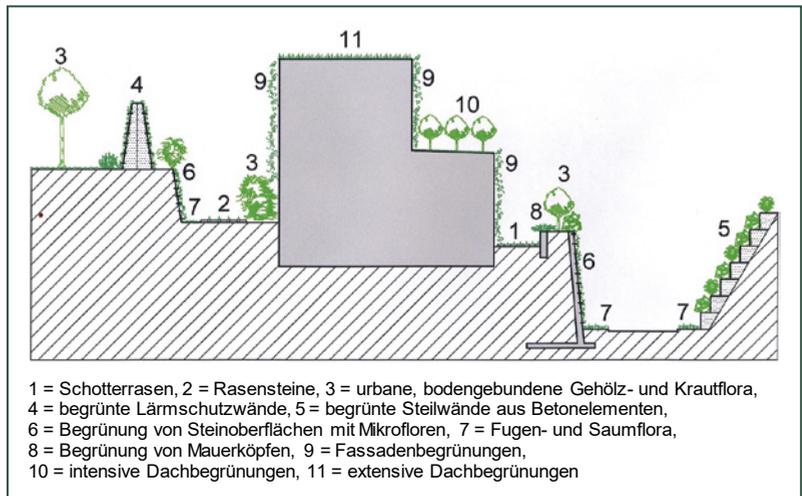
Urbane Vitalräume gestalten ein Netz aus Grünsystemen und Raumtypologien unterschiedlicher Intensität. Sie können im Stadtraum auf allen vorhandenen Strukturen wie Gebäuden, unterbauten Flächen und bodengebundenen Flächen realisiert werden und sind das Ergebnis sowohl eines ökologischen und vegetationstechnischen als auch eines gestaltenden Planungsprozesses.

Dabei haben innovative und kreative Ansätze einen besonderen Stellenwert. Um die Akzep-



**Abb. 2** Freiraumebene in der Stadt mit Pflanzenstandorten auf und an Bauwerken und bodengebundenen Standorten.

**Abb. 3** Urbanes Oberflächenrelief mit allen Möglichkeiten der Vegetationsansiedlung.



tanz von Bürgern hinsichtlich der Zukunftsentwicklung von Stadtgrün zu erhöhen, ist deren Einbeziehung mit fachlicher Begleitung unbedingt erforderlich.

Die Neue Stadtökologie stellt ein sehr umfassendes Konzept dar, in dem auch möglichst alle ökologisch relevanten Detailthemen behandelt werden.

### B. Das Konzept der „Grünen und Blauen Bausteine“ als stadtoökologische Grundeinheiten.

Die „Grünen und Blauen Bausteine“ stellen spezielle verschiedene Begrünungsverfahren als urbane Vegetationstechniken dar und geben Gestaltungshinweise für Gewässer. Die Grünen Bausteine bestehen jeweils aus einem thematischen Grundbaustein mit weiteren Varianten von vegetativen und vegetationstechnischen Ausbildungsformen (siehe Abb. 4). Aus den Variationsmöglichkeiten der bisher fünfzig Grünen und Blauen Bausteine ergeben sich mindestens 235 mögliche Ausbildungsformen. Diese können individuell auf die Materialauswahl und die jeweils besonderen Anwendungsbereiche der technischen und biologischen Räume abgestimmt werden. Da sich die Bau- und Vegetationstechnik aber ständig weiter entwickelt, könnte es in Zukunft

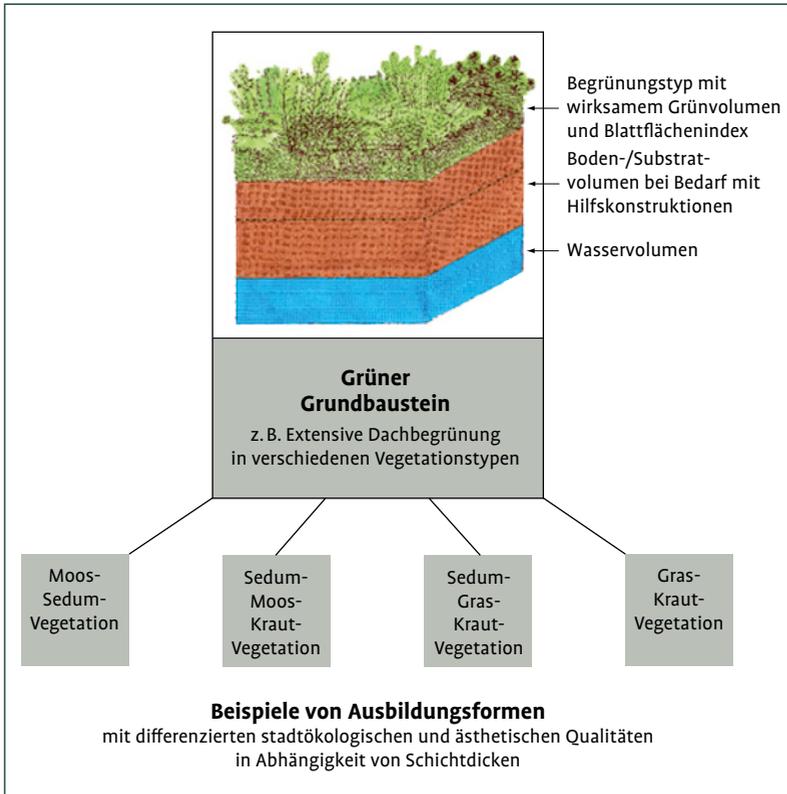
auch noch weitere Grüne und Blaue Bausteine geben.

Nachfolgend ein Beispiel zu Varianten für den Grünen Baustein Nr. 5 „Begrünbare Beläge“:

- Rasenfugenpflaster im Großformat aus Beton,
- Rasenfugenpflaster in Kleinformat aus Beton,
- Rasenfugenpflaster aus Natursteinmaterial,
- Plattenbeläge aus Beton, gemischt mit Streifen in Rasenfugenpflaster,
- Plattenbeläge in unterschiedlichen Größen, gemischt mit kleinen Pflasterflächen,
- Beläge aus offenporigen, versickerungsfähigen Betonsteinen.

Dieser Abstimmung auf die jeweilige Situation dienen auch die themenbezogenen Pflanzentabellen (siehe Tab. 5.3-2 bis 5.9-2 und 5.11-1 bis 5.17-1).

Die ökologischen Einzelqualitäten der jeweiligen Grünen Bausteine machen in der Summe deren spezifischen standortbezogenen Wertgehalt aus. Diese Qualitäten setzen sich aus Daten für beispielsweise die Staubbinding oder Wasserverdunstung zusammen. Die ästhetischen Qualitäten der Grünen Bausteine umfassen ein weites Spannungsfeld von natürlich bis naturnah und gärtnerisch extensiv bis hoch



**Abb. 4** Varianten eines Grünen Grundbausteins mit unterschiedlichen Vegetationsformen von niedriger Moosbegrünung bis zu hoher Gras-Kraut-Vegetation.

intensiv. Damit können alle Möglichkeiten zur Ansiedlung von Stadtgrün realisiert werden. Die Leistungsfähigkeit der Grünen Bausteine ergibt sich aus den jeweils definierten Wertgehalten in Beziehung zum ökologisch wirksamen Volumen und dessen flächiger Ausdehnung in der Anwendung. Dabei stellt der Minimumfaktor Wasser die entscheidende Einflussgröße dar.

Die Vorgehensweise für den Einsatz der Grünen und Blauen Bausteine wird im Folgenden in Form von Leistungskatalogen beschrieben.

### C. Leistungskataloge für die Planungen

#### Leistungskatalog V – Voruntersuchungen

Ziele: Erkennen der Problemlagen und Formulierung von Zielsetzungen und Aufgaben für weitere Untersuchungen.

Einzelleistungen:

1. Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

2. Allgemeine Flächenstrukturbeschreibung
3. Markierung besonderer Problemgebiete
4. Empfehlungen für weitere Untersuchungen mit Zielsetzungen in städtebaulichem und stadtoökologischem Kontext.

#### Leistungskatalog S – Strukturuntersuchungen

Ziele: Erfassung, Quantifizierung und Qualifizierung aller ökologisch wirksamen Flächen im Stadtraum.

Einzelleistungen:

1. Erfassung und Bewertung aller Begrünungstypen im Stadtraum
2. Erfassung und Bewertung aller sonstigen ökologisch wirksamen Teilflächen
3. Erstellung von Flächen- und Wirksamkeitsbilanzen nach ökologischen Kriterien
4. Aufzeigen von Defiziten und Entwicklungsmöglichkeiten.

### Leistungskatalog E – Entwicklungskonzepte

Ziele: Aufzeigen von Szenarien einer zukunftsorientierten, ökologisch optimierten Stadtbegrünung.

Einzelleistungen:

1. Die Differenzierung der Begrünungsräume unter stadtplanerischen Zielen
2. Erarbeitung qualitativer Vorgaben für die Stadt- bzw. Stadtteile- oder Quartiersbegrünung mit Grünen und Blauen Bausteinen, unter Berücksichtigung
  - ökologischer Kriterien
  - vegetationskundlicher Kriterien
  - stadtklimatischer Leistungsfähigkeit
  - gestalterischer Aspekte.
3. Erstellung von Konzepten für die Entwicklung, Pflege und Unterhaltung der Begrünungstypen (Grüne Bausteine).
4. Entwicklung von Strategien zur Akzeptanz und Förderung des Engagements für Investoren und Stadtbewohner.

### Leistungskatalog I – Innovationskonzepte

Ziele: Optimierung und/oder Neuentwicklung von Stadtbegrünungsmethoden unter stadtökologischen Zielsetzungen und weiteren besonderen Anforderungen.

Einzelleistungen:

1. Erfassung und Bewertung der vorhandenen Methoden, Verfahren, Systeme und Stoffe
2. Aufzeigen von Möglichkeiten und Entwicklungsrichtungen von Erweiterungs- und Neukonzeptionen
3. Entwurfsfassung des Entwicklungskonzeptes zur kommunalen Abstimmung und Bürgerinformation
4. Empfehlungen zur praktischen Umsetzung

### Leistungskatalog B – Stadtbaumkonzepte

Ziele: Erarbeitung von Konzepten zur langfristigen Bestandssicherung, Entwicklung und Neupflanzung von Stadtbäumen.

Einzelleistungen:

1. Bestandsbewertung nach differenziertem Kriterienkatalog anhand vorliegender

Grundlagen (z. B. Baumkataster) und ergänzenden Erhebungen soweit erforderlich.

2. Erstellung von Konzepten zur zukünftigen Baumartenauswahl nach gestaffelten Kriterien, u. a.
  - Standorteignung, Standorttoleranz,
  - Versorgungs- und Pflegeaufwand,
  - ökologische und stadtklimatische Leistungsfähigkeit,
  - bio-ökologische Wertigkeit für die Tierwelt,
  - Funktionalität und Schnittverträglichkeit,
  - Lebensdauer, Gesundheit,
  - gestalterischen Aspekten.

Die Stadt besteht generell aus folgenden Grundstrukturen:

- technische Strukturen: Räume und Oberflächen von Gebäuden, sonstigen Ingenieur-Bauwerken, Industrie, Verkehr, Verkehrsflächen;
- biologische Strukturen: nicht bebaute und nicht unterbaute Räume und Oberflächen (siehe Abb. 2 und 3).

Diese Grundstrukturen sind insgesamt von Klimaräumen umgeben.

Die biologischen Strukturen sind in der Regel in urbanen Räumen gegenüber dem ursprünglichen Zustand stark verändert oder ganz künstlicher Natur. Die anthropogenen Veränderungen wirken nachhaltig auf die Bodenstruktur und den Wasserhaushalt. Die technischen und biologischen Strukturen haben sehr unterschiedliche biologische Eigenschaften in Abhängigkeit von vorhandenen Strukturtypen. Haben technische Räume bzw. Oberflächen mit biologischen Mindestqualitäten die Vegetationsansiedlung ermöglicht, sind sie auch Teil des biologischen Raumes. Beispiele: Stein- und Betonoberflächen, Oberflächen von Flächenbelägen. Daraus ergeben sich erhebliche Abstufungen in der biologischen Qualität, d. h. der Besiedlungsfähigkeit, durch verschiedene Pflanzengattungen.

Das biologische Reproduktionspotential von technischen und biologischen Stadtoberflächen muss hinsichtlich Wasserspeichungsvermögen und Wasserabgabefähigkeit im Regelfall optimiert werden. Dazu sind eine vegetationstechnische Mindestqualität und eine Optimalqualität zu definieren, die differenziert auf die Räume und Oberflächen abgestimmt sind.

Qualitätskriterien der urbanen Vitalräume:

- 1. Flächen- und Raumgliederung**
  - 1.1 Flächenbilanz unversiegelter und versiegelter Oberflächen
  - 1.2 Anteile begrünbarer Beläge und wassergebundener Decken in befestigten Flächen
  - 1.3 Flächenanteile bewegter und stiller Wasserflächen
  - 1.4 Flächenanteile beschatteter und besonnener Flächen
  - 1.5 Grünvolumen von Bäumen
  - 1.6 Grünvolumen von Sträuchern
  - 1.7 Anteile und Grünvolumen von Laub- und Nadelgehölzen
  - 1.8 Flächenanteile und Grünvolumen von Stauden
  - 1.9 Flächenanteile und Grünvolumen von Rasen- und Wiesenflächen
  - 1.10 Vergleichende Bilanzierung von Blattoberflächen durch Blattflächenindex (BFI), englisch LAI (leaf area index), soweit erforderlich.
- 2. Ökologische und klimatische Wirkungen**
  - 2.1 Potential der Wasserspeicherung auf allen bebauten und unbebauten Flächen
  - 2.2 Potential an Flächenverdunstung (Evaporation), Erhöhung der Luftfeuchtigkeit
  - 2.3 Wärmespeicherung und Wärmeabstrahlung von Baustoffen, Gestein, Böden
  - 2.4 Potential an Feinstaubbindung, Filterwirkungen
  - 2.5 Luftschadstoffbindung, Aufnahme von gasförmigen und flüssigen Luftschadstoffen

- 2.6 Antimikrobielle Wirkung von Moosoberflächen
- 2.7 Potential an CO<sub>2</sub>-Bindung
- 2.8 Menge der Sauerstoffproduktion
- 2.9 Minderung der Einstrahlungsenergie
- 2.10 Energiebilanz, Kühlung durch Verdunstung
- 2.11 Verhinderung der Aufheizung durch Beschattung
- 2.12 Minderung von Temperaturextremen
- 2.13 Gezielte Wasserspeicherung von Niederschlägen
- 2.14 Reinigung der Niederschläge durch Bodeninfiltration
- 2.15 Eigenklimawirkung von Grünflächen durch Oaseneffekt bei ausreichender Größe
- 2.16 Mikroklimatische Optimierung zur Verbesserung des Bioklimas
- 2.17 Qualität der Lebensräume für Pflanzen und Tiere
- 2.18 Schalldämmung.

### Grüne Bausteine – Inhalte und Qualitätsmerkmale

Die „Grünen Bausteine“ beinhalten traditionelle und neuere urbane Vegetationstechniken mit differenzierten ökologischen Qualitäten als Wertgehalte. Als differenzierte Ausbildungsformen sind sie sowohl für technische als auch für biologische Räume und Oberflächen ausgelegt.

Hinsichtlich der Wahrnehmungsqualität wird für die einzelnen „Grünen Bausteine“ unterschieden nach deren Natürlichkeitsgrad und den Intensitätsstufen in:

N = natürliche oder naturnahe Vegetation,  
GI = gärtnerische Intensiv-Vegetation,  
GE = gärtnerische Extensiv-Vegetation.

Daraus ergibt sich die Gestaltungsintensität in der individuellen Planung.

In standortgeeigneter Kombination und Gestaltung bilden die „Grünen Bausteine“ die Grundelemente der urbanen Vitalräume. Diese lassen sich urbanen Raumtypologien zuordnen, die sowohl stadtoökologisch als auch