

Potenziale der ‚Natur der vierten Art‘ auf Stadtbrachen für die städtische Biodiversität

‚Natur der vierten Art‘ als Teil der Stadtnatur erkennen, zulassen und fördern

PIA URBAN

Der Verlust der biologischen Vielfalt ist eine der größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts¹. Für das Problem des Verlustes der Biodiversität wurde im Rahmen einer Masterthesis eine Lösung vorgeschlagen und diskutiert. Dabei stand die ‚Natur der vierten Art‘ im Vordergrund. ‚Natur der vierten Art‘ ist eine von vier Arten von Natur, die sich für alle Städte abgrenzen lassen. Die vier Arten von Natur unterscheiden sich im Hinblick auf ihre ökologische Neuartigkeit und das Vorherrschen natürlicher Prozesse im Bezug zu anthropogener Nutzung. Die ‚Natur der vierten Art, die spezifisch urban-industrielle Naturentwicklung, stand im Vordergrund der Bearbeitung. Sie entwickelt sich spontan auf Stadtbrachen und wurde nicht bewusst gepflanzt oder gesät.²

Verschiedene Untersuchungen und Quellen zeigen, dass spontane Vegetation im Bewusstsein der Stadtwahrnehmung eine geringe Rolle spielt. Dabei sind die städtischen Einflüsse genau das, was die ‚Natur der vierten Art‘ ausmachen. Angenommen wurde, dass die ‚Natur der vierten Art‘ auf Stadtbrachen Potenziale hat, die für die Biodiversitätssteigerung relevant sind und diese Potenziale bisher jedoch nicht vollständig ausgeschöpft werden. Es wurde beschrieben, wie der Umgang mit Stadtbrachen verändert werden muss, um eine gesteigerte Diversität der ‚Natur der vierten Art‘ auf Stadtbrachen zu erreichen und ihre Potenziale nutzen zu können. Folgende These wurde dafür aufgestellt und geprüft:

Die ‚Natur der vierten Art‘ auf Stadtbrachen hat Potenziale, die städtische Biodiversität zu fördern.

Landschaftsarchitektur des 21. Jahrhunderts

Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts wurden ökologische Zusammenhänge fast ausschließlich außerhalb der Städte untersucht³. Stadtökologie als Wissenschaft ist eine junge Disziplin, da Städte lange Zeit nicht für mögliche oder lohnende Gegenstände ökologischer Forschung gehalten wurden und sie als lebensfeindlich galten⁴.

1 H. Theisinger: Stadtnatur als Zugang zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, S. 13.

2 I. Kowarik: Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft?

3 I. Kowarik: Das Besondere der städtischen Flora und Vegetation, S. 33.

4 H. Sukopp: Ökologische Charakteristik von Großstädten, S. 106.

Jahrhunderte lang wurde 'wilde' Natur bekämpft. Nach anderthalb Jahrzehnten Stadtbiotopkartierung sind Brachen inzwischen als wertvolle Biotope innerhalb der Stadt erkannt worden. Stadtbrachen werden als strukturreicher Lebensraum für eine überraschend große Anzahl von Tier- und Pflanzenarten und als „freie“ Räume gewürdigt, in denen Stadtbewohner auch anderen Aktivitäten als in öffentlichen Grünflächen nachgehen können. Die Kritik am Angebotsspektrum öffentlicher Grünflächen führte dazu, dass die Aufmerksamkeit auch auf Stadtbrachen gerichtet wurde.⁵

In der Landschaftsarchitektur des 21. Jahrhunderts werden aufgelassene Industriestandorte und die 'Natur der vierten Art' zum Thema von Parks gemacht, welche auf großen brachliegenden Arealen entworfen werden. Der Park des 21. Jahrhunderts wird als ein neuer Parktyp beschrieben. Im Vordergrund der Projekte stehen Erholung und die Nutzbarkeit der Flächen und ihrer Vegetation. Das führt dazu, dass die Vegetation gestaltet und an aktuelle Nutzungen angepasst wird. Die Pflegekonzepte zielen auch auf den Erhalt der Artenvielfalt und die Sicherung von Biodiversität ab. In der hier zusammengefassten Arbeit stand jedoch das Diversitätsinteresse im Vordergrund.

Teilweise werden Brachen auch als wertvolle Biotope innerhalb der Stadt erkannt und aktuell durch verschiedene Projekte bereits gefördert. Aufgegebene und übergangsweise brachliegende Areale oder Baulücken in der Stadt werden jedoch weiterhin nicht als wertvoll erachtet, liegen als vergeudete Ressource brach und werden teilweise sogar als Problemflächen gesehen oder von der Bevölkerung als negativ wahrgenommen.

Brachen werden als „funktionslose Flächen, von denen sich Investoren, Eigentümer oder Nutzer vorübergehend oder endgültig zurückgezogen haben“⁶ beschrieben. Doch spielen die Flächen als Lebensraum für zahlreiche Pflanzen und Tiere eine große Rolle und haben somit eine Funktion für die Natur. Die Flächen verbrachen, wenn Nutzung oder Pflege aufhören und die Sukzession beginnt.

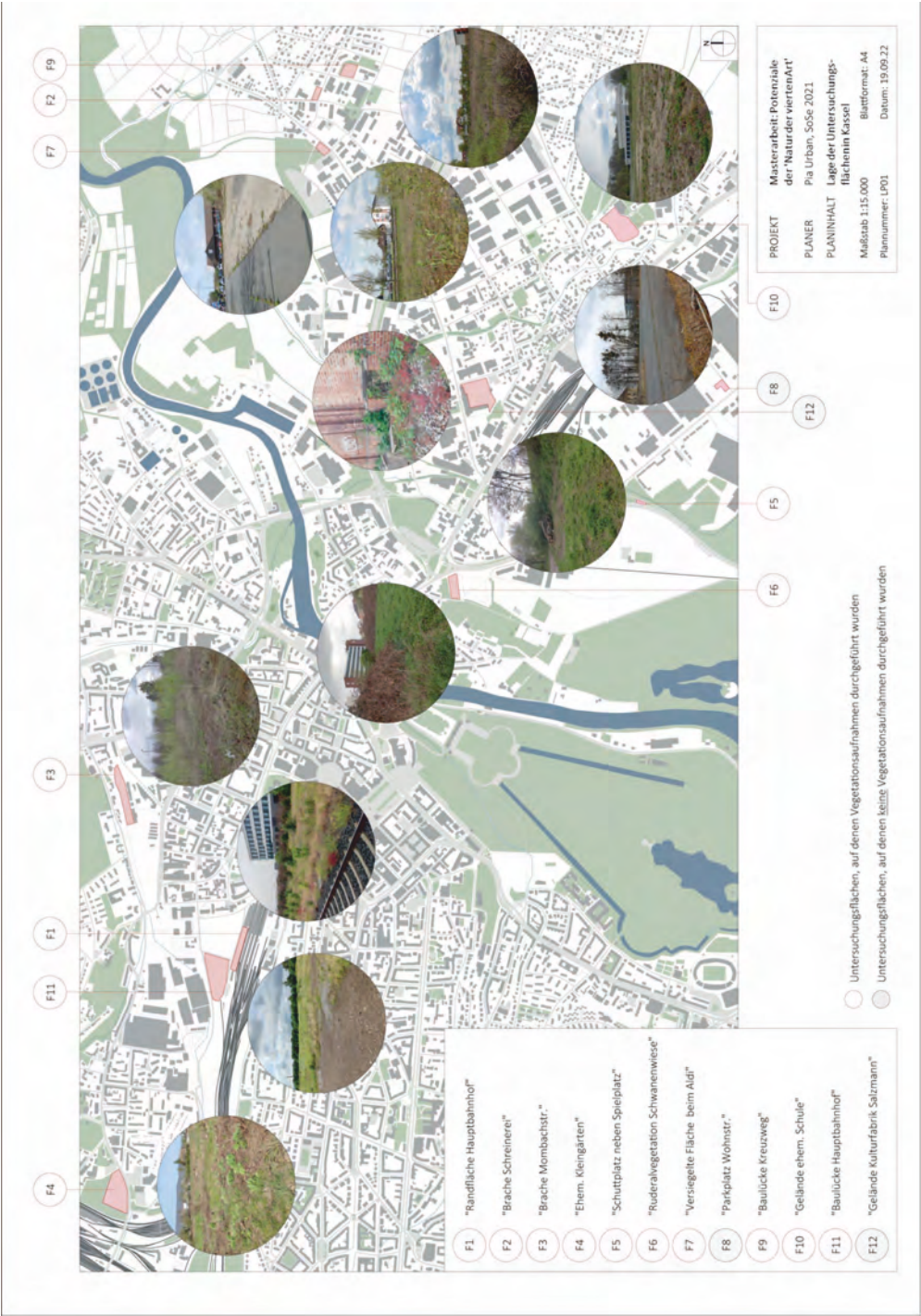
Untersuchungsflächen und Vegetationsaufnahmen

Anhand von Beispielflächen in der Stadt Kassel wurden die Potenziale der 'Natur der vierten Art' auf städtischen Brachen untersucht. Die Auswahl der Untersuchungsflächen wurde davon abgeleitet, was in der Stadt zu finden ist. Es gibt eine typische Art von Brache in der Stadt, die immer auf eine ähnliche Weise behandelt wird. Die Vegetationsentwicklung auf Stadtbrachen wird beim Abriss von Gebäuden oder Infrastruktur häufig auf „Null“ gesetzt und die Dauer des Brachliegens der Flächen in der Stadt ist häufig nicht so lang, da sie jederzeit als Flächenreserve wieder in Anspruch genommen werden können. Während bei Parks die Rückgewinnung durch den Menschen im Vordergrund steht, sollen auf den Stadtbrachen die Potenziale ausgeschöpft werden, damit die Flächen durch die Natur wiedererobert werden können.

Als geeignete Untersuchungsflächen wurden solche angesehen, auf denen eine spontane, nicht bewusst gepflanzte oder gesäte Vegetation vorhanden ist und sich dort entsprechend den Bedingungen des Standortes und seiner Nutzungen frei entwickelt. Bei den ausgewählten Flächen handelt es sich um urbane Flächen, die zuvor bebaut waren und auf

5 I. Kowarik: Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft.

6 K. Slanovc: Von der Brache zum öffentlichen Freiraum.



Lageplan 01 – Lage der Untersuchungsflächen in Kassel

denen durch Nutzungsaufgabe oder Zerstörung Raum für die Wiedereroberung durch die Natur entstanden ist. Die Flächen befinden sich in einem Schwebezustand zwischen 'nicht mehr' und 'noch nicht'. Wenn es langfristig keine Nachnutzungsoptionen gibt oder Investoren fehlen und die Fläche in Vergessenheit gerät, kann sich die 'Natur der vierten Art' ungestört entwickeln. (Lageplan 01 – Lage der Untersuchungsflächen in Kassel)

Als Grundlage der Untersuchung dienten eigens erhobene Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet. Durch die Vegetationsaufnahmen auf den Untersuchungsflächen konnten die Entstehung und Entwicklung der 'Natur der vierten Art' geklärt und die Zusammensetzung der Vegetation beschrieben werden. Die Vegetationsaufnahmen halfen dabei, zeitliche und räumliche Muster der Diversität der Vegetation zu dokumentieren, interpretieren und visualisieren. Die Ursachen für die Artenzusammensetzungen wurden analysiert und die Erläuterung verschiedener Ausprägungen der 'Natur der vierten Art' waren das Ziel. Darunter fällt auch die Dynamik der Vegetation auf den verschiedenen Flächen. (vgl. Tab. 1)

Vegetationsentwicklung der 'Natur der vierten Art' und ihre Potenziale

Die 'Natur der vierten Art' entsteht ohne menschliches Zutun und durchläuft verschiedene Sukzessionsstadien. Diese zeichnen sich durch eine charakteristische Zusammensetzung unterschiedlicher Pflanzenarten aus, wobei die Artenzahl je nach Standortbedingungen unterschiedlich sein kann. Die vorhandene Vegetation beeinflusst die aufkommende Vegetation und je nach Intensität der Nutzung werden bestimmte Sukzessionsphasen stabilisiert und auf unterschiedlichen Substraten stellen sich bei gleicher Nutzungsintensität verschiedene Gesellschaften ein⁷. Die Entwicklung der Vegetation ist ein dynamischer Vorgang und beruht einerseits auf dem Wechsel von Intensität und Art der Nutzungen und Störungen und dem daraus resultierenden Wechsel von Sukzession und Degradation⁸.

Der Sukzessionsverlauf ist vom Boden, den Nachbarschaftseffekten, dem Zeitpunkt des Brachfallens und der Vornutzung abhängig⁹. So können auch Zier- und Kulturpflanzen an den Beständen auf Brachen beteiligt sein. Sie werden aus der Umgebung durch Vogel- oder Windverbreitung eingetragen oder mit Gartenabfällen eingeschleppt. Sie können auch aus früheren gärtnerischen Nutzungen hervorgehen und sich gehalten haben.¹⁰ Die gebietsfremden Arten *Solidago canadensis* und *Buddleja davidii* bspw. sind beliebte Zierpflanzen, die in Gärten und Anlagen gepflanzt werden und von da aus auf die Brachflächen gelangen. Auch andere Arten wurden auf Nachbarflächen angepflanzt oder eingesät und haben sich auf einer Brachfläche angesiedelt. Dadurch wurden bspw. Arten der Scherrasen auf den Untersuchungsflächen gefunden. Die Artenzusammensetzung der Gehölze, die auf den Untersuchungsflächen keimen konnten und sich angesiedelt haben, entsteht in Abhängigkeit von „Zufällen“. Die benachbarten vorhandenen Gehölze wirken darauf ein, auf welcher Fläche sich welche Gehölze befinden.

7 B. Sauerwein: Die Vegetation der Stadt, S. 42.

8 R. Wittig: Ökologie der Großstadtflora, S. 150.

9 R. Wittig: Ökologie der Großstadtflora, S. 186 ff.

10 I. Kowarik: Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft, S. 6.

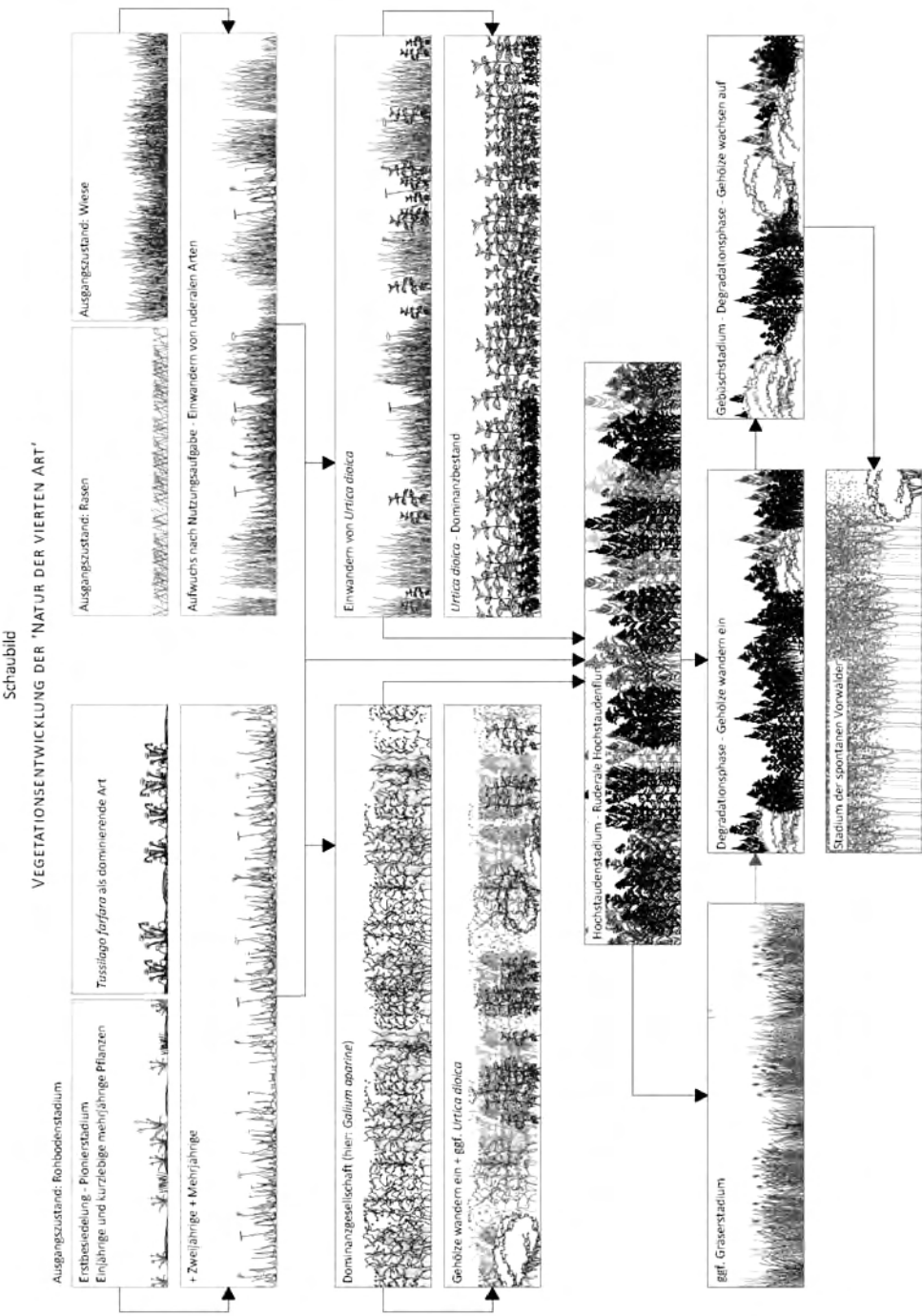


Schaubild „Vegetationsentwicklung der 'Natur der vierten Art'“

Bei auf den Untersuchungsflächen häufig auftretenden Arten, die an mehreren Gesellschaften beteiligt sind und im ganzen Stadtgebiet vorkommen, handelt es sich um anspruchslose Arten. Besonders Ruderalpflanzen haben die Eigenschaft, dass sie durch häufige Störungen wie Tritt, Schnitt- oder Bodenbewegungen nicht beeinträchtigt werden und mit Bodenverdichtung, Verschmutzung und mit starkem Pflegedruck zurechtkommen. Ruderalvegetation ist die typisch städtische Vegetationsform¹¹ und kann auf Brachen flächig auftreten.

Beginn der Vegetationsentwicklung der 'Natur der vierten Art' auf Rohboden Einjährige Ruderalgesellschaften

Die Ausgangsvegetation, die zum Zeitpunkt der Aufgabe der Nutzung vorhanden ist, und die verschiedenen Standortbedingungen auf den Untersuchungsflächen, führen dazu, dass die Entwicklung der Vegetation unterschiedlich verläuft. Im linken Bereich des Schaubildes beginnt die Vegetationsentwicklung auf einem weitgehend vegetationslosen Rohboden (vgl. Schaubild). Auf den Untersuchungsflächen ist die Ausgangslage für die Vegetation eine planierte, ebene Fläche. Der Untergrund besteht aus Schotter und Bauschutt, vermischt mit Oberboden aus dem Bestand. Die gesamte Fläche ist vegetationsfähig, die Vegetationsentwicklung wurde jedoch im Zuge der Abrissarbeiten auf „Null“ gesetzt. Dadurch ist die Deckung der Krautschicht noch gering. Der kahle Boden wird von den Erstbesiedlern möglichst schnell bedeckt. Nirgends geht die Besiedlung rascher als auf Trümmern und Schuttflächen¹².

Für die Erstbesiedlung sind das Substrat, die benachbarte Vegetation sowie das Vorhandensein einer Samenbank entscheidend¹³. Zu den Erstbesiedlern gehören Einjährige und kurzlebige mehrjährige Pflanzen. Auf den Untersuchungsflächen mit den beschriebenen Bedingungen ist der Anteil an einjährigen Arten sehr hoch (vgl. Tab. 1). In den Aufnahmen sind neben den annuellen Arten bereits auch ausdauernde Arten vorhanden. Diese Arten sind jedoch noch wenig weit entwickelt. (vgl. Schaubild, Abb. 1) Im Untersuchungsgebiet wurde auf einem Pionierstandort, der etwa ein Jahr alt ist, die *Papaver rhoeas* - *Fumaria officinalis* - Gesellschaft gefunden (vgl. Tab. 1, Sp. I-II, Lfd. Nr. 1-5). Diese entwickelt sich dort auf Rohboden. Am Aufbau der Gesellschaft sind überwiegend Einjährige beteiligt. Neben den Charakterarten kommt auch die Zweijährige *Cirsium arvense* vor. Neben diesen Arten sind fast alle der einjährigen Begleitarten in den entsprechenden Vegetationsaufnahmen vertreten.

Im Laufe des Jahres haben sich neben den einjährigen Arten auch mehrjährige, schnellwüchsige Arten ausgebreitet und stellenweise bereits einen dichten Bestand gebildet (Abb. 1, 2).

Brachflächen haben im jungen Stadium, nach Nutzungsaufgabe, bei offenem Boden, einen besonderen Wert für die ökologische Vielfalt, da die einjährigen Pflanzengesellschaften sehr artenreich sein können. Die hohe Artenzahl der einjährigen Vegetationsbestände wird im Laufe der Zeit auf Grund von Lichtlimitierung monodominanter Pioniere rasch und kontinuierlich abnehmen.

11 Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (SRK): F+E-Vorhaben „Natur auf Zeit“, S. 28.

12 B. Sauerwein: Die Vegetation der Stadt, S. 30.

13 I. Kowarik: Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft?



Abb. 1: Baulücke in Bettenhausen im Mai



Abb. 2: Baulücke in Bettenhausen Anfang Juli

Wird die Pionierfläche der Eigenentwicklung überlassen, setzt die natürliche Sukzession ein und es entwickeln sich Bestände aus ausdauernden Arten¹⁴. Arten, die nur unter Pionierbedingungen leben können, verschwinden. Einjährige sind auf offene Bodenstellen angewiesen und teilweise auch auf eine Bodenbewirtschaftung¹⁵.

Im Normalfall werden jene Art von Bereichen, zu denen die Untersuchungsflächen zählen, in der Zwischenphase zwischen Abriss und Neubau liegengelassen, ohne dass Pflege stattfindet. Die Vegetation wird sich also ungestört weiterentwickeln und die kurzlebigen Arten im Laufe der Sukzession ausfallen¹⁶.

Ausbildung von *Tussilago farfara*

Bestände in denen *Tussilago farfara* dominiert (vgl. Tab. 1, Sp. XVII-XIX, Lfd.Nr. 46-55) kommen ebenfalls auf vegetationslosen Flächen vor. Die Ausbildungen sind auf Pionierstandorten vielgestaltig möglich¹⁷. Der Verband wird den halbruderalen Halbtrockenrasen zugeordnet. Im Untersuchungsraum wurde die Art auf Schotterflächen unterschiedlicher Materialien aufgenommen, auf denen die Art bis an lehmiges Substrat vordringen kann. Kienast Untersuchungen bestätigen, dass die Gesellschaft, in der der Huflattich einen Bodendeckungsanteil von über fünfzig Prozent aufweist und

14 A. Jagel: *Papaver rhoeas*.

15 M. Prominski et al.: *Urbane Natur gestalten. Entwurfsperspektiven zur Verbindung von Naturschutz und Freiraumnutzung*, S. 47.

16 S. Körner et al.: *Stadtökologie und Freiraumnutzung*, S. 38.

Masterarbeit SoSe 2021 (Durchführung der Aufnahmen vom 01. bis 05. Mai 2021)

<https://doi.org/10.14361/9783838947208-024> <https://www.inlibra.com/de/aoib> - Open Access -

XII				XIII				XIV				XV				XVI				XVII				XVIII				XIX				XX				XXI				XXII				XXIII				XXIV			
32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	35	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72											
f1.02	f1.01	f1.01	f02.08	f02.02	f02.06	f02.04	f02.03	f02.05	f1.04	f02.05	f06.01	f02.01	f01.06	f02.01	f09.10	f07.02	f07.03	f07.01	f02.02	f09.01	f07.04	f07.07	f07.05	f02.10	f09.03	f09.05	f09.09	f07.07	f02.10	f07.08	f02.08	f02.04	f02.09	f02.09	f02.02	f02.03	f02.03	f02.08	f06.02												
100	100	100	###	###	###	###	100	###	100	100	100	100	100	###	###	###	###	90	100	###	###	###	80	###	###	###	###	100	100	80	100	100	100	###	###	###	100	###	###	100	100										
95	100	95	80	###	90	85	###	80	85	90	90	95	95	95	90	50	70	70	70	70	35	90	40	80	90	50	95	90	80	80	###	###	###	60	###	###	###	###	###	20	80										
90	90	90	80	90	80	80	90	40	80	90	80	90	90	50	90	40	30	40	70	70	30	80	40	80	90	50	90	50	70	80	70	50	80	50	20	10	60	10	40	50	90										
5	10	5	-	10	10	5	+5	5	-	10	5	5	0	10	-	5	50	10	-	5	10	-	-	5	40	10	-	80	50	20	10	80	10	20	30	40	80	40	80	40	80										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														

andere Arten nur mit geringer Flächendeckung vorkommen, auf jungen Brachflächen im innerstädtischen Bereich zu beobachten ist¹⁷. Brachflächen im frühen Stadium sind wichtige Standorte für die Bestände dieser Art.

In den *Tussilago farfara* - Beständen entwickeln sich ein-, zwei- und mehrjährige Arten im Schutz des Polsters des Huflattichs¹⁸ (vgl. Tab. 1, Sp. XVII-XIX, Lfd.Nr. 46-55). Die Sukzession kann sich zur *Artemisia vulgaris* - *Tanacetum vulgare* - Gesellschaft oder direkt zu einem Vorwaldgebüsch mit bspw. *Salix caprea* und *Sabucus nigra* entwickeln¹⁹.

Zweijährige und Mehrjährige

Während in den frühen Sukzessionsstadien vorwiegend niedrige Vegetation aus kurzlebigen, meist einjährigen Pflanzen mit großer Samenproduktion auftritt, sind in den verschiedenen Folgestadien auch mehrjährige Pflanzen zu finden (vgl. Schaubild)). Im Schaubild ist dargestellt, dass die annuellen Arten zurückgehen und Zweijährige hinzugekommen sind.

Zudem wird die Vegetationsdeckung durch schnellwüchsige Arten dichter und auch ausdauernde Pflanzen sind vorhanden, die sich nach den Einjährigen einstellen. Typisch sind hier schnellwüchsigen Arten, die nach einem Zeitraum von über einem Jahr kommen²⁰.

Im Untersuchungsgebiet wurde die *Vicia cracca* - *Valerianella locusta* - Gesellschaft (vgl. Tab. 1, Sp. III, Lfd.Nr. 6) aufgenommen, die in ihrer Vegetationsentwicklung schon weiter ist und in der ausdauernde Pflanzen am Aufbau der Gesellschaft beteiligt sind. Dafür typisch und hier vorhanden sind *Plantago media*, *Taraxacum officinale*, *Urtica dioica* und *Rumex obtusifolius*. Diese Arten sorgen dafür, dass sich die Grasnarbe vorübergehend schließt. Einjährige können sich dann nicht mehr etablieren. Zu den schnellwüchsigen Arten, die nach einem Zeitraum von über einem Jahr kommen, gehören hier *Ranunculus repens* und *Trifolium repens*. Werden die Pionierflächen einer freien Entwicklung überlassen, setzt die natürliche Sukzession ein und es entwickeln sich auch Gehölze²¹. Die Artenzusammensetzung macht deutlich, dass sich die 'Natur der vierten Art' aus Arten verschiedener Vegetationstypen zusammensetzt. Neben Arten der Scherrasen kommen auch Wiesenarten und Arten vor, die häufig auf Äckern wachsen.

Vegetationsentwicklung mit dem Ausgangszustand Rasen/Wiese

Auf einigen der Untersuchungsflächen gibt es Stellen, auf denen die vorhandene Vegetation nicht entfernt wurde und nach der Nutzungsaufgabe ruderalen Arten in die Rasen- bzw. Wiesenbestände einwandern (Abb. 3, 4). Auf den frischen Wiesenstandorten der *Galium mollugo* - Gesellschaft (vgl. Tab. 1, Sp. VIII-X, Lfd.Nr. 20-27) ist Beifuß teilweise schon als Jungpflanze enthalten und zeigt die Entwicklung hin zu ruderalen Wiesen an bzw. ist die Art ein Zeichen für eine Entwicklung zu Hochstaudenfluren

17 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel in Abhängigkeit von bau- und stadtstrukturellen Quartierstypen, S. 218 ff.

18 G. Gimbel, R. Hennen: Kasseler Kalkschotterdecken, S. 123.

19 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel in Abhängigkeit von bau- und stadtstrukturellen Quartierstypen, S. 221.

20 F. Bellin-Harder et al. Vegetationskundliche Feldforschung auf dem Hauptfriedhof in Kassel.

21 M. Prominski et al.: Urbane Natur gestalten. Entwurfsperspektiven zur Verbindung von Naturschutz und Freiraumnutzung, S. 47.



Abb. 3: Brache Schreinerei im April



Abb. 4: Brache Schreinerei im Juli

hin²² (vgl. Tab. 1). Die Wiesenarten kommen mit den veränderten Standortbedingungen nicht zurecht, bspw. Wegen wegfallender Pflege oder fehlendem Nutzungsdruck, und sind Arten unterlegen, die dem Konkurrenzdruck besser angepasst sind²³. Später werden auch ausdauernde Arten hinzukommen und die Goldrute bspw. wird mit ihrem besonders konkurrenzfähigen Wurzelsystem den Bestand dominieren und dies auch über lange Zeit beibehalten²⁴.

In den Ausbildungen der trockeneren, magereren und lückigeren Standorte ist der Anteil der ruderalen Arten bereits höher. Das deutet auf einen Sukzessionsverlauf bei ungestörter Entwicklung hin. An diesen Ausbildungen sind überwiegend *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium* und *Lolium perenne* beteiligt. (vgl. Tab. 1)

Auf den Brachen finden sich auch typische Arten städtischer Rasen wieder. Auf den Untersuchungsflächen wurden auf einigen Standorten mit hoher Deckung *Trifolium pratense* und *Achillea millefolium* auf sonnigen, sommerwarmen, mehr oder weniger humosen, tiefgründigen Ton- oder Lehmböden aufgenommen. *Artemisia vulgaris* und *Tanacetum vulgare* kommen bereits mit einer hohen Deckung vor (vgl. Tab. 1). Die Entwicklung zu höherwüchsigen Halbtrockenrasen, in die ruderale Hochstauden eindringen, ist vorangeschrittener. Fragmente halbruderaler Trockenrasen sind ebenfalls auf den Untersuchungsflächen vertreten.

22 G. Gimbel, R. Hennen: Kasseler Kalkschotterdecken, S. 125.

23 S. Körner et al.: Stadtökologie und Freiraumnutzung, S. 38.

24 C. Loidl-Reisch: Der Hang zur Verwilderung, S. 77.

Von annuellen Arten dominierte Spezialgesellschaften

Die zuvor beschriebenen Sukzessionsphasen können sich hin zu einer Dominanzgesellschaft entwickeln. Auf den Untersuchungsflächen in Kassel wurden die einjährige *Galium aparine* - Dominanzgesellschaft (vgl. Tab. 1, Sp. VI, Lfd.Nr. 15-17) und die *Bromus sterilis* – Dominanzgesellschaft (vgl. Tab. 1) gefunden. Beide Arten kommen an ihren Wuchsorten dominierend und entsprechend mit einem hohen Deckungsanteil vor. Die Artenzahlen der Aufnahmen sind sehr gering. Die beiden Arten sind an Offenbodenstellen gebunden. *Galium aparine* kommt auf frischen, manchmal auch feuchteren, nährstoffreichen, lockeren, humosen und steinigten oder sandigen Lehm- oder Tonböden vor und begleitet nitrophile Gesellschaften, in denen im Winterhalbjahr ausreichend Lücken entstehen. Sie kann dann aber auch von Brennnessel oder Giersch verdrängt werden, weil diese im Frühjahr schneller aus schon vorhandenen Wurzeln austreiben können, während *Galium* jedes Jahr neu starten muss.

Bromus sterilis kommt im gesamten Stadtgebiet vor (vgl. Tab. 1). Die Art ist ein Wärmezeiger und gut an trockene Standorte angepasst. *Bromus sterilis* kann sich in den Lücken schnell etablieren, die bspw. durch starke Sommertrockenheit entstehen. Lücken entstehen auch bei Laubfall. Die kurzlebigen (annuellen) Arten werden zunehmend von ausdauernden Pflanzen abgelöst. Die Bestände können sich jedoch bspw. zu Brennnessel-Giersch-Beständen entwickeln oder sich hin zu ausdauernden ruderalen Hochstaudenfluren verändern.

Mit der Zeit wandern auch Gehölze ein und werden aufwachsen. Bei den Vegetationsaufnahmen in Kassel wurde *Galium aparine* zusammen mit *Rubus fruticosus* agg. beobachtet (vgl. Tab. 1, Sp. VI, Lfd.Nr. 15-17). *Rubus* breitet sich über Ausläufer aus und nimmt mit der Zeit anderen Pflanzen Licht und Raum. Ohne Nutzung der angrenzenden Flächen, Pflege oder eine andere Störung werden sich die *Rubus*-Sträucher weiter ausbreiten.

Ausdauernde ruderale Hochstaudenflur: Brennnessel und Brennnessel-Giersch-Fluren

Auf stickstoffreichen, frischen bis feuchten Standorten, gern im Halbschatten von Gehölzen, wandert *Urtica dioica* als ruderale Art ein (vgl. Schaubild, Abb. 5, 6). Von Großer Brennnessel beherrschte Staudenfluren sind heute sehr häufig und weit verbreitete Hochstaudenfluren, die Orte nachlassender Kontrolle kennzeichnen. Die physiologische Amplitude der Großen Brennnessel ist sehr breit gefächert. Die Vegetationsaufnahmen in Kassel machen deutlich, dass *Urtica dioica* bereits an mehreren Stellen vorhanden ist (vgl. Tab. 1, Sp. IV-V, Lfd.Nr. 7-10) und sich die Art in der Zukunft rasch ausbreiten wird. *Urtica dioica* ist sehr konkurrenzstark und verdrängt so andere Arten aus dem Bestand. Die Art kann Dominanzbestände bilden, in denen sie mit einer ho-



Abb. 5: *Urtica dioica* vorhanden (Mai)



Abb. 6: *Urtica dioica* aufgewachsen (Juli)

hen Deckung auftritt. Die Brennesselfluren sind dann arm an Pflanzenarten. Neben der Charakterart treten zusammen mit *Urtica dioica* häufig *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine*, *Ranunculus repens*, *Chelidonium majus* und/oder *Lamium album* auf. Die Arten finden sich im lichterem Flügel der nitrophilen Saumgesellschaften. Da es sich bei den Untersuchungsflächen um brachliegende Flächen handelt, ist mit einem Eingriff in die Vegetationsentwicklung nicht zu rechnen.

Besonders *Urtica dioica* und *Aegopodium podagraria* werden sich in Zukunft durchsetzen. Andere Arten kommen dann, wenn überhaupt, nur vereinzelt und verkümmert vor.

Es ist mit beteiligten Gehölzen zu rechnen, unter denen *Sambucus nigra* und *Salix caprea* sein können, die den Übergang zu ruderalen Vorwaldgebüsch anzuzeigen. In diese gehen Brennesselfluren häufig über. Durch das Auftreten der Brennessel wird die Verbuschung gefördert, indem sie andere Kräuter durch ihre Konkurrenzkraft verdrängt.

Die von Großer Brennessel beherrschten Staudenfluren sind nicht typisch für Brachen und in der Stadt sehr häufig und vermutlich die am weitesten verbreiteten Hochstaudenfluren. Die Artenzusammensetzungen werden deswegen auf Brachen nicht als förderungsbedürftig angesehen. Dennoch sind Brachen besondere Standorte für diese, da die Arten dort ungestört wachsen können, die ansonsten im öffentlichen oder privaten Grün als ungewünschte Arten entfernt werden. Die Vegetation wird auf den brachliegenden Flächen über längere Zeit sich selbst überlassen und hat die Möglichkeit aufzuwachsen und sich auszubreiten. Brachflächen können dann diverser Lebensraum für einen großen Teil der städtischen Flora und Fauna sein.

Ausdauernde ruderale Hochstaudenflur

Auf Offenbodenstellen keimen mit den Einjährigen bereits ausdauernde Arten, die sich aber erst nach mehreren Jahren durchsetzen können²⁵. In der Initialphase der *Artemisia vulgaris* - *Tanacetum vulgare* - Gesellschaft (vgl. Tab. 1, Sp. XI-XXIV, Lfd.Nr. 28-72) tauchen die Charakterarten bereits auf den meisten der Untersuchungsflächen auf, sind aber nur unregelmäßig und sehr schwach wüchsig bzw. als Jungpflanzen vertreten. Das Vorkommen der Arten in Wiesenbeständen oder auf Schotterflächen, die ansonsten relativ frei von Vegetation sind, ist ein Zeichen für eine Entwicklung zu einer ruderalen Hochstaudenflur hin²⁶.

Auf ruderalen Böden können kurzlebige Arten schnell von ausdauernden langlebigen Kräutern und Gräsern abgelöst werden. Nach etwa drei bis sechs Jahren sind hauptsächlich hochwüchsige Stauden vorhanden²⁷. Die Einjährigen haben hier kaum eine Chance sich anzusiedeln, da die Bestände schon so dicht sind, dass es kaum Offenbodenstellen gibt.

An einigen Stellen haben sich die Charakterarten bereits etabliert und können dann über eine längere Zeit dauerhafte Stadien aufrechterhalten (Abb. 7, 8). Wegen der konkurrenzstarken Arten ist die Gesellschaft langlebig und ihre Charakterarten *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* und *Solidago canadensis* können alle drei dominant vorkommen. *Tanacetum vulgare* kann als Kennart gewertet werden.

25 D. Brandes: Pflanzen in der Stadt. Besiedlung städtischer Lebensräume durch spontane Vegetation, S. 58.

26 18 G. Gimbel, R. Hennen: Kasseler Kalkschotterdecken, S. 125.

27 Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (SRK): F+E-Vorhaben „Natur auf Zeit“.

In der Klasse *Artemisietea* werden alle im Siedlungsbereich vorkommenden Hochstaudenfluren und die nitrophilen Hochstaudengesellschaften von Waldrändern und Flussufern vereint. Es gibt einen naturnäheren, stärker feuchtigkeits- und stickstoffliebenden Flügel und einen stärker ruderalen, dessen Gesellschaften teilweise auch weniger stickstoffreiche, frische bis mäßig trockene Standorte besiedeln.²⁸

Die *Artemisia vulgaris* - *Tanacetum vulgare* - Gesellschaft kommt nur auf stark ruderalisierten Standorten vor, wodurch die Brache ein wichtiger Lebensbereich für sie ist. Das Vorkommen der Gesellschaft ist auf brachliegende Flächen beschränkt und kann demnach als typische Pflanzengesellschaft der Stadtbrachen betrachtet werden. In der Stadt gibt es einige Standorte, auf denen sich die Gesellschaften zum Tanaceto - Artemisietum entwickeln könnten. Auf ruderalen Standorten mit gleichbleibender schwacher Nutzung stellt sich die Sukzession zur *Artemisia vulgaris* - *Tanacetum vulgare* - Gesellschaft schnell ein. Die Standorte werden jedoch immer wieder umgegraben oder gejätet. Auf Brachflächen kann sich die Gesellschaft ungestört entwickeln und großflächig vorkommen. Der Gesellschaft kommt aufgrund der großflächigen Ausbreitung eine besondere Bedeutung hinsichtlich stadt- und freiraumplanerischer Aspekte zu²⁹. Die Konkurrenzkraft der Gesellschaft wird auf das Rhizomsystem der Charakterart *Tanacetum vulgare* und dem von *Solidago canadensis* zurückgeführt. Tüxen schreibt, dass die Gesellschaft Jahrzehnte ausdauern kann³⁰. Genauso wie in der Literatur beschrieben, stellte Kienast ebenfalls fest, dass das Tanaceto - Artemisietum in der Regel sehr ausdauernd ist und sich Gehölze nur in lückigen Beständen befinden³¹. Denn geschlossene Bestände verhindern vorerst eine Weiterentwicklung, die erst nach längerer Zeit (ca. fünf bis zehn Jahre) geschehen kann³². Der Faktor Licht begrenzt die Verbreitung der Gesellschaft. Im Untersuchungsgebiet von Kienast wird ihr Vorkommen durch den Schatten von Fassaden eingeschränkt. Bei den Untersuchungsflächen der beschriebenen Arbeit handelt es sich überwiegend um große, offene Brachflächen mit wenig Beschattung. Die Ausbreitung der Gesellschaft wird erst verringert, wenn die aufkommenden Gehölze groß genug sind, um Schatten zu spenden.

Solidago canadensis und die anderen Arten kommen wechselseitig zur Dominanz und tragen wesentlich zur weiteren Bodenbildung bei³³. Dadurch können immer größere Areale von Vegetation besiedelt werden und sich das Artenspektrum bis hin zum Vorwald erweitern. Besonders im Spätsommer fallen die prägenden Arten der Gesellschaft auf und bilden ein buntes Bild. Durch die Vegetationsdichte können sich nur selten Frühjahrspflanzen entwickeln und neben den Dominanzbeständen der Goldrute haben andere Arten kaum eine Chance. Das heißt, dass die Bestände homogener und artenärmer werden, umso stärker *Solidago canadensis* eindringt. Das ist im Untersuchungsgebiet als kritisch zu sehen, da die Gesellschaft auf den Untersuchungsflächen wegen der homogenen Standortbedingungen großflächig auftritt. Bei kleinräumig differenzierten, substrat- und standortökologischen Unterschieden würden sich klei-

28 R. Wittig: Ökologie der Großstadtflora, S. 98, 109, 122 ff.

29 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel, S. 381.

30 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel, S. 178.

31 D. Kienast: Die Ruderalvegetation der Stadt Kassel, S. 95.

32 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel, S. 227.

33 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel, S. 232.

nere Bestände einstellen³⁴ und die Vegetation der Fläche diverser werden, wenn durch wechselnde Standortbedingungen auch andere Gesellschaften vorkommen würden. Auf dem Areal der Firma Henschel konnte sich die Vegetation in der Dauer des Brachliegens (ca. fünf Jahre) ungestört entwickeln. Durch unterschiedlich besonnte bzw. beschattete Flächen entsteht eine standortökologische Vielfalt, die sich in einer großen Zahl von Pflanzenarten und auch in der Diversität der Pflanzengesellschaften widerspiegelt³⁵. Das ist auf den Untersuchungsflächen nicht zu beobachten, da die Gehölze entfernt wurden.

Gebüschstadium

Während in den ersten Jahren eine staudenreiche Ruderalvegetation überwiegt, setzen sich später vereinzelt strauchartige Gehölze und Pionierbaumarten durch³⁶ (Degradationsphase) (vgl. Schaubild). Bei geeigneten Standortbedingungen und entsprechendem Samenangebot erfolgt die Besiedlung mit Gebüsch relativ schnell.

Bereits zu Beginn der Vegetationsentwicklung saamen sich Gehölze auf offenem Boden aus (vgl. Tab. 1). Einige davon haben gute Chancen, über das Keimlingsstadium hinauszukommen und auch ein Jahr später die hochwüchsige Staudenflur zu übersteigen. Dabei handelt es sich überwiegend um Rohbodenpioniere, die lichtliebend sind, jedoch zunächst von der rascher wachsenden Krautschicht beschattet und unterdrückt werden.³⁷

Wenn eine Fläche über mehrere Jahre hinweg ungestört bleibt, entwickelt sich die Vegetation stetig Richtung Vorwald³⁸. Dieser Ablauf wird durch Eingriffe auf den jeweiligen Flächen häufig gestört, wodurch auf den Untersuchungsflächen und Brachen allgemein wenig größere Gehölzbestände vorzufinden sind³⁹. Zudem entwickeln sich die ausdauernden Hochstaudenfluren nur langsam weiter zu Gehölzbeständen⁴⁰. Zu Beginn einer spontanen Gehölzentwicklung im Stadtgebiet nehmen vor allem Gehölze anderer geografischer Herkunft die Standorte ein⁴¹, wie Robinien, Schmetterlingssträucher und Götterbäume. Die Standorte in der Stadt sind häufig trocken und wegen ihrer Herkunft ertragen die südländischen Arten die hohen Temperaturen und die Trockenheit⁴².

In der Degradationsphase fallen die Charakterarten der ruderalen Hochstaudenflur aus und entwickeln sich zu Gehölzbeständen, in denen *Salix caprea* und *Betula pendula* vorherrschen.

34 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel, S. 231.

35 D. Kienast: Die spontane Vegetation der Stadt Kassel, S. 228 ff.

36 K. Slanovc: Von der Brache zum öffentlichen Freiraum.

37 C. Loidl-Reisch: Der Hang zur Verwilderung, S. 99 f.

38 R. Wittig: Ökologie der Großstadtflora, S. 172 f.

39 W. Endlicher: Einführung in die Stadtökologie, S. 227.

40 D. Brandes: Pflanzen in der Stadt, S. 21.

41 D. Brandes: Pflanzen in der Stadt, S. 13 ff.

42 C. Loidl-Reisch: Der Hang zur Verwilderung, S. 101 f.

Spontane Vorwaldstadien

Nachdem strauchartige Gehölze und Pionierbaumarten aufgewachsen sind, verbuschen sie und entwickeln sich schrittweise zu einer Vorwaldgesellschaft⁴³ (vgl. Schaubild). Am Ende der ganzen Vegetationsentwicklung in der Stadt würde ein Wald stehen. Wenn es zu Dauergesellschaften kommt, die kein Wald sind, hängt das mit extremen natürlichen Substratbedingungen oder kontinuierlichen Störungen bzw. anthropogenem, stabilisierendem Einfluss zusammen⁴⁴. Die Vorwaldgesellschaften entwickeln sich auf jahrzehntelang brachliegenden Trümmergrundstücken und werden von *Salix caprea*, *Sambucus nigra*, *Robinia pseudacacia* oder *Ailanthus altissima* gebildet⁴⁵. Die Artenzusammensetzung ist abhängig vom Klima und der geographischen Lage⁴⁴. Im Untersuchungsgebiet wurde zusätzlich zu den aufgezählten Arten *Buddleja davidii* auf einer der Flächen großflächig aufgenommen.

Die Entwicklung bis hin zu Gebüsch und Wald kann auf allen Flächen stattfinden, deren Nutzung aufgegeben wird und wo eine Etablierung von Vegetation und ihrer Entwicklung möglich ist. Bis ein Pionierwald das Gelände ganz bedeckt, müssen Jahrzehnte vergehen⁴⁶. Die spontanen Vorwaldstadien auf Brachen unterscheiden sich von den natürlichen Wäldern durch eine andersartige Schichtung und vor allem durch das Fehlen krautiger⁴⁴.

Rudera Gehölzgesellschaften werden nicht als siedlungstypisch verstanden und gehören nicht zum festen Bestandteil von Städten. Daher sind Brachflächen dann besonders ökologisch wertvoll, wenn sie über längere Zeit brachliegen und sich Gehölze entwickeln und eventuell sogar Vorwaldstadien einstellen können. Die freie Naturentwicklung und Störungsarmut auf Brachen sorgen für Lebensräume, die im übrigen Stadtgebiet selten sind. Nach einer langen Dauer des Brachliegens können sich auch störungsempfindliche Arten auf den ungestörten Flächen etablieren, die in Städten weniger häufig vorkommen.

Der Sukzessionsverlauf ist nur selten idealtypisch. Die Pflanzengesellschaften zeigen ihre Entwicklungsmöglichkeiten in die Richtung bestimmter Schluss- oder Ersatzgesellschaften, und zugleich die Eigenschaften ihrer Standorte.⁴⁷ Die Dauer der einzelnen Sukzessionsstadien hängt von den abiotischen und biotischen Faktoren sowie weiteren Einflüssen ab⁴⁸ und die Artenzusammensetzungen kann ebenfalls mit den Standortbedingungen, bspw. dem Substrat variieren⁴⁹. Die Pflanzengesellschaften sind nicht wahllos und zufällig über das Stadtgebiet verteilt, sondern an bestimmte Standorte gebunden⁵⁰. Jede Sukzessionsphase kann unter gewissen Bedingungen die Dauergesellschaft bilden.

43 K. Slanovc: Von der Brache zum öffentlichen Freiraum.

44 D. Brandes: Pflanzen in der Stadt, S. 22.

45 G. Hard: Natur in der Stadt?

46 C. Loidl-Reisch: Der Hang zur Verwilderung, S. 100.

47 B. Sauerwein: Die Vegetation der Stadt, S. 29f.

48 Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (SRK): F+E-Vorhaben „Natur auf Zeit“, S. 28.

49 B. Sauerwein: Die Vegetation der Stadt, S. 30.

50 R. Wittig: Ökologie der Großstadtflora, S. 145.

Potenziale der 'Natur der vierten Art'

Ziel der Masterarbeit war das Herausarbeiten von Potenzialen der 'Natur der vierten Art' bezogen auf die Biodiversitätssteigerung in der Stadt und Möglichkeiten zu finden, schützenswerte Aspekte zu erhalten und ggf. durch Eingriffe zu fördern. Um geeignete Maßnahmen für die jeweilige Fläche entwickeln zu können, war es notwendig, das Flächenpotenzial und das der Vegetation zu erkennen, um es nutzen zu können. Die Aufnahme und Analyse der 'Natur der vierten Art' hat den Vergleich mit anderer städtischer Vegetation möglich gemacht. Mögliche Potenziale, die die Vegetation auf den untersuchten Flächen, also die 'Natur der vierten Art' haben kann, wurden erläutert und hauptsächlich Potenziale im Hinblick auf die Biodiversität dargestellt. Auch der Nutzen, den die 'Natur der vierten Art' für die Menschen haben kann, wurde beschrieben, da dieser ein wichtiges Argument bei der Akzeptanzsteigerung solcher Flächen ist. Das Argument der Biodiversität reicht häufig nicht aus, da Politik, Verwaltung, Wirtschaft und die Bevölkerung zu wenig darüber informiert sind, welche Bedeutung Biodiversität auch für den Menschen hat.

Standort Stadtbrache

Stadtbrachen weisen Standorteigenschaften auf, die sie von anderen urbanen Flächen und besonders Gebieten in der freien Landschaft, unterscheiden. Geprägt sind die Standorte in der Regel durch Trockenheit, Hitze und Nährstoffmangel. Die Pflanzen- und Tierarten, die sich auf den Flächen befinden, sind dementsprechend angepasst⁵¹. Die Standorte sind warm und sonnig und werden häufig nicht beschattet, bis es zu einem Gehölzaufwuchs kommt. Das warme Klima auf den Flächen hängt mit dem Boden und den angrenzenden Gebäudestrukturen zusammen. Durch die klimatischen Veränderungen werden Pflanzen begünstigt, die wärmeliebend und /oder frostempfindlich sind. Zudem sind Stadtfloren durch hohe Anteile von Neophyten gekennzeichnet, die zumeist aus wärmeren Gebieten stammen.⁵²

Es gibt keine typische Brachevegetation, jedoch gibt es Arten, deren Vorkommen auf brachliegenden Flächen typisch ist. Das Vorkommen dieser Arten hängt mit den Bedingungen zusammen, die auf den Brachen herrschen⁵³. Aber auch Vornutzung, derzeitige Nutzungen, falls solche auf der Brachfläche stattfinden, und daraus resultierende Störungen führen zu anderen Artenzusammensetzungen.

Die 'Natur der vierten Art' ist besonders gut an die städtischen Bedingungen angepasst und die städtischen Einflüsse sind das, was sie ausmacht. Sie ist Ausdruck des spezifischen städtischen Naturpotentials und entwickelt sich entsprechend der auf den Standort einwirkenden Faktoren⁵⁴. Die Entwicklung von Lebensräumen auf den einzelnen Flächen ist abhängig von der Vornutzung und neuen Nutzungen, falls solche auf der Brachfläche stattfinden. Die 'Natur der vierten Art' passt sich den Nutzungen an und verändert entsprechend dem Nutzungsdruck und der Nutzungsart ihre Artenzusammensetzung. Da nicht eine brachgefallene Vegetation, sondern ein aufgegebenes Grundstück als

51 R. Burger, L. Wegmann: Urbane Brachen nutzen.

52 I. Kowarik: Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft, S. 5.

53 I. Kowarik: Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft, S. 16.

54 I. Kowarik: Das Besondere der städtischen Flora und Vegetation, S. 43.

Ganzes betrachtet wird, sind ggf. verschiedene Brachevegetationsphänomene zu beobachten. Verschiedene Stadien der Vegetationsentwicklung laufen auf engstem Raum parallel nebeneinander ab⁵⁵ und das räumliche Nebeneinander zeitlich unterschiedlich weit entwickelter Stadien sorgt für eine „Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen“ auf den Flächen, was zu einer gesteigerten Biodiversität führt und Brachflächen eine entscheidende Rolle beim Erhalt der urbanen Biodiversität zukommt⁵⁶. Vielfalt kann demnach auf heterogene Strukturen zurückgeführt werden⁵⁷. Umso vielfältiger die Strukturen und die Pflanzenarten sind, desto größer ist die Vielfalt an Tierarten. Die positiven Wirkungen der ökologischen Funktionen werden verstärkt, wenn die brachliegenden Flächen in das städtische Grünsystem integriert werden⁵⁸. Der Wechsel von Art und Intensität der Nutzung bewirkt eine hohe Dynamik der Flora⁵⁹. Bei fehlendem Nutzungsdruck werden die städtischen Strukturen erobert.

Gebietsfremde Arten als Teil der 'Natur der vierten Art'

Auch wenn die Stadtnatur in den Strategien der Städte zur Biodiversitätssteigerung enthalten ist, umfasst diese Park- und Grünflächen der Stadt, jedoch werden beispielsweise Brachflächen oder andere wilde Standorte nicht erwähnt. Die vier Arten der Natur nach Kowarik sind grundsätzlich alle erhaltenswürdig, ihre Wertschätzung und ihr Schutzstatus jedoch sehr unterschiedlich⁶⁰. Der Naturschutz legt traditionellerweise seinen Fokus auf die Natur der ersten und zweiten Art, da die Dominanz einheimischer Arten von der ersten zur vierten Art der Natur abnimmt, während gleichzeitig die Präsenz gebietsfremder Arten zunimmt⁶¹.

In der Stadt hat sich jedoch eine eigene Natur etabliert, die zu einem hohen Anteil aus fremden Arten besteht⁶². Kowarik plädiert dafür, auf Gegenmaßnahmen zu verzichten, solange durch gebietsfremde Arten kein Schaden entsteht. Von Reichholf werden fremde Arten grundsätzlich als Ergänzung des vorhandenen Artenspektrums befürwortet und akzeptiert, solange nicht empirisch nachgewiesen ist, „dass sie einen genau definierten, letztlich ökonomischen Schaden anrichten“⁶³. Nach dem liberalen Weltbild, welches Reichholf vertritt, ist gut, was sich an die städtischen Standortbedingungen anpassen kann und sich durchsetzt. Auch Hard lehnt eine Unterteilung der Natur in eine wertvolle und in eine nicht wertvolle ab. Laut Pearce wird es ohne die Fremden keine neue Vielfalt geben. Die Fremden seien die neuen Einheimischen. Pearce betrachtet den Erfolg der Fremden als Zeichen für die Widerstandsfähigkeit der Natur, gegen den von den Menschen verursachten Schaden, und als Chance die heimische Natur noch artenreicher zu machen.⁶⁴

55 S. Tschäppeler et al.: Brachland, S. 36.

56 G. Hard: Natur in der Stadt, S. 265.

57 G. Hard: Natur in der Stadt, S. 264, 266.

58 G. Leitl: Stadtbrachen, S. 12 f.

59 I. Kowarik: Das Besondere der städtischen Flora und Vegetation, S. 34.

60 I. Kowarik 1992: Das Besondere der städtischen Flora und Vegetation.

61 Deutsche Umwelthilfe (DUH): Städte und wilde Natur in neuer Beziehung, S. 10.

62 S. Körner: Das Heimische, das Fremde, das Triviale und das Exotische, S. 350.

63 S. Körner: Das Heimische, das Fremde, das Triviale und das Exotische.

64 F. Pearce: Die neuen Wilden.

Die *Artemisia vulgaris*-*Tanacetum vulgare*-Gesellschaft tritt durch das Vorkommen neophytischer Arten hervor. Zu diesen zählt die bereits erläuterte *Solidago canadensis*. Durch ihre späte Blühphase ist die Art für Wildbienen, Schmetterlinge, Schwebfliegen und weitere Insekten interessant.⁶⁵ Die Art ist so konkurrenzfähig, dass sie die einheimischen *Artemisietae*-Arten an bestimmten Standorten stellenweise weitgehend verdrängt.

Auch die gebietsfremde Art *Senecio inaequidens* kommt überwiegend an den Standorten der *Artemisia vulgaris*-*Tanacetum vulgare*-Gesellschaft vor. Als Pionierpflanze dringt sie in Gesellschaften urban-industrieller Standorte ein.

Das Schmalblättrige Greiskraut ist deutschlandweit und auf gestörten, ruderalen und brachliegenden trockenwarmen Standorten verbreitet, z.B. entlang von Verkehrswegen an Autobahnen und Gleistrassen.⁶⁶ *Senecio inaequidens* verbreitet sich expansiv aufgrund der starken Samenproduktion, hauptsächlich durch den Verkehr und mit dem Wind. Da sich die Art in folgenden Sukzessionsstadien zurückzieht, geht von ihr keine Gefahr für andere Pflanzen aus.^{63,67}

Zu den gebietsfremden Gehölzen, die auf den Untersuchungsflächen aufgenommen wurden, zählen die erwähnten *Buddleja davidii* und *Robinia pseudoacacia*. Der Schmetterlingsflieder tritt deutschlandweit flächendeckend auf und breitet sich entlang von Gleis- und Bahnflächen aus.⁶⁶ *Buddleja davidii* wächst hauptsächlich auf Kies- und Schotterflächen sowie in lichten Wäldern.⁶⁷ Die Art gilt als potentiell invasiv, da sie durch starke Diasporenproduktion ein hohes Reproduktionspotential besitzt. Eine Gefährdung der Vegetation konnte bisher nicht bestätigt werden. Jedoch haben da, wo sich der Schmetterlingsflieder ausbreitet, andere Arten kaum eine Chance. Potenziale hat der Strauch, da er Nahrungsquelle für viele Schmetterlinge und auch Raupen ist, und kann als ökologisch wertvoll betrachtet werden.⁶⁷

In den letzten Jahrzehnten wurden gezielt oder zufällig gebietsfremde Arten in neue Regionen oder Kontinente eingeführt. Invasive gebietsfremde Arten und Krankheiten sorgen für einen weiteren Rückgang der Biodiversität weltweit.⁶⁸ Auf den Stadtbächen tragen gebietsfremde Arten jedoch zu einer Steigerung der Biodiversität bei und werden in der vorliegenden Arbeit als Teil der 'Natur der vierten Art' akzeptiert und mit gefördert. Es ist jedoch immer auf invasive Arten zu achten, wenn von ihnen die Gefahr ausgeht, dass sie sich stark vermehren und Dominanzbestände bilden, sodass die Vielfalt zurückgehen könnte. Das gilt jedoch genauso für heimische Arten.

Potenziale der 'Natur der vierten Art' für das Klima

Die Ursachen für Veränderungen und den Rückgang sind überwiegend menschliche Aktivitäten. Auch der Klimawandel hat einen wachsenden Einfluss auf Biodiversität, da es durch die Temperaturerhöhung in vielen Regionen zu Verschiebungen der Verbreitungsgebiete und Verteilungen von Ökosystemen kommt.⁶⁸ Städte sind Wärmeinseln⁶⁹, die abhängig vom Versiegelungsgrad, der Bebauungsdichte und der Luft-

65 S. Körner: Das Heimische, das Fremde, das Triviale und das Exotische.

66 M. Thüne: Invasive Neophyten städtischer Standorte.

67 S. Nehring et al.: Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertung für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen.

68 H. Theisinger: dtnatur als Zugang zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, 20 ff.

69 W. Endlicher: Einführung in die Stadtökologie.

verunreinigung sind⁷⁰. Sie sind von Trockenheit geprägt und durch den Klimawandel kommen trockene Sommer und Spätsommer hinzu. Die wichtigsten Veränderungen, die mit dem Klimawandel verbunden sind und die auf das Vorkommen der Vegetation einwirken und dafür sorgen, dass sich die Vegetation drastisch verändert, sind neben den höheren Temperaturen auch weniger Niederschlag⁷¹. Die hohe thermische Belastung wirkt sich auch negativ auf die Menschen aus. Sie erhöht die Gesundheitsgefährdung, mindert die Lebensqualität und die Leistungsfähigkeit der Stadtbevölkerung.⁷¹

Sobald sich auf brachliegenden Flächen Vegetation entwickelt, kann sie ökologische Funktionen erfüllen und regulierende Funktionen für den Naturhaushalt übernehmen⁷². Durch den veränderten Umgang mit Stadtbrachen wird die Vegetationsentwicklung und ihre Diversität gefördert. 'Natur der vierten Art' ist auf ungenutzten Flächen von großer Bedeutung, da sie einen wichtigen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel leistet. Die 'Natur der vierten Art' bewirkt eine Filterung der Luft und ein entsprechender Pflanzenbewuchs dient auch als Lärmschutz⁷². Umso größer die Fläche, desto weitreichender ist die klimaregulierende Wirkung⁷³. Die 'Natur der vierten Art'-Flächen können als Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete fungieren, so für eine verbesserte Luftqualität sorgen und Kaltluft aus dem Umland in die Stadtzentren hineinleiten.⁷¹

Die Ausbildung der *Artemisia vulgaris* - *Tanacetum vulgare* - Gesellschaft von *Hypericum perforatum* wurde im Untersuchungsgebiet am häufigsten aufgenommen (Tab. 1, Sp. XXI-XXIII, Lfd.Nr. 60-71). Sie kommt auf wärmeren und trockeneren Standorten vor. Als Pionier ist die Art auch in Gebüschsäumen verbreitet und kommt im lichten Schatten von Gehölzen vor. Kienast beschreibt, dass die Subassoziation trockenerer Standorte mit *Hypericum perforatum* im Untersuchungsgebiet nicht verbreitet ist. Das bestätigt die charakteristischen

Veränderungen des Stadtklimas, die durch den Klimawandel bereits hinzukommen: den trockenen Sommer und Spätsommer, durch die sich die Temperaturen erhöhen⁷⁴. Da Städte wärmer sind als ihr Umland⁶⁹ werden sie durch die zusätzliche Trockenheit des Stadtklimas zu geeigneten Standorten der Ausbildung. Die Vegetation passt sich Veränderungen an, wodurch auf Brachen das wachsen kann, das durch bspw. klimatische Bedingungen oder durch Nutzungen am besten geeignet ist.

Potenziale der 'Natur der vierten Art' für den Menschen

Neben der Förderung und dem Nutzen für die biologische Vielfalt, ist die Nutzung der Flächen mit dem Vorkommen von 'Natur der vierten Art' als Freiraum denkbar. Der Nutzen, den die 'Natur der vierten Art' für die Menschen haben kann, wurde diskutiert, da dieser ein wichtiges Argument bei der Akzeptanzsteigerung solcher Flächen ist. Die 'Natur der vierten Art' entspricht häufig nicht der ästhetischen Vorstellung und die Flächen, auf denen sie vorkommt, werden als 'Unorte' ohne klare Bedeutung, aber auch

70 K. Slanovc: Von der Brache zum öffentlichen Freiraum.

71 S. Wissel, T. Herbst: Städte und Gemeinden im Wandel, S. 14.

72 G. Leitl: Stadtbrachen, S. 12 f.

73 I. Kowarik: Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft, S. 8.

74 R. Wittig: Ökologie der Großstadtflora, S. 9.

als 'Wildnis', als Gegenstück und Bedrohung zur Stadt und ihrer Ordnung gesehen. Werden die Flächen aktiv genutzt, können sie als Naturerlebnisräume dazu beitragen, das Bewusstsein der Stadtbewohner für Biodiversität und Naturschutz zu erhöhen. Gleichzeitig steigert der Kontakt mit Natur das Verständnis für die Erhaltung der 'Natur der vierten Art'. Die Akzeptanz urbaner Wildnis ist abhängig vom Charakter der Fläche und ob es gelingt, die Art von Natur zu vermitteln⁶⁹. Es muss deutlich werden, dass die Flächen 'wild' sein dürfen, das Erscheinungsbild gewollt ist und von der Kommune getragen wird. Auch der Vermüllung kann entgegengesteuert werden, indem eine Zuständigkeit signalisiert wird.

'Natur der vierten Art' zulassen und fördern

Es ist deutlich geworden, dass 'Natur der vierten Art' viele Potenziale hat, um die städtische Biodiversität zu erhöhen und die Gesamtstadtnatur zu ergänzen. Das Erkennen, Zulassen und Fördern aller vier Naturen nebeneinander sorgt für die höchste biologische Vielfalt.

Ausgangssituation

Auf den untersuchten Stadtbrachen werden diese Potenziale jedoch nicht genutzt. Aus der aufgenommenen Vegetation geht hervor, wie vielfältig die Bedingungen sind. Auf zehn Untersuchungsflächen in Kassel wurden 72 Vegetationsaufnahmen durchgeführt bei denen 123 Arten gefunden wurden. Der Artenreichtum, der von den brachliegenden Flächen erwartet wurde, konnte nicht bestätigt werden. Die geringe Artenzahl wird auf den Umgang mit Stadtbrachen zurückgeführt, durch den sich wenig diverse Flächen ergeben. Es wurde beobachtet, dass die Baulücken nach den Abrissarbeiten restlos geräumt und planiert werden (Abb. 7, 8). Dabei wird die Vegetation entfernt bzw. auf „Null“ gesetzt und der Untergrund planiert und verdichtet, wodurch eine Besiedelung durch Pflanzen erschwert wird. Beim Herstellen einer ebenen Fläche werden die Substrate teilweise vermischt und der Untergrund homogenisiert. Daraus ergeben sich wenig diverse Flächen, auf denen sich wegen der homogenen Bedingungen keine diversen Artenzusammensetzungen ansiedeln. Da die spontane Vegetation auf der gesamten Fläche nahezu die gleichen Ausgangsbedingungen hat, verläuft die Vegetationsentwicklung größtenteils gleich ab. Die häufig angewendeten Maßnahmen führen zunehmend zu eintönigeren und gleichartigen Standorten. Das Wilde und die Natürlichkeit der 'Natur der vierten Art' können unter gegebenen Bedingungen nicht hervortreten.

Die Zeitspanne, die für die Dauer des Brachliegens angenommen wird, beträgt wenige Jahre, da von einem Zeitraum zwischen Abriss und Neubau ausgegangen wird. Das Problem der Flächensicherung besteht, da die zur Verfügung stehende Fläche begrenzt ist und Städte durch einen hohen Bebauungsgrad gekennzeichnet sind. Auch die rechtliche Sicherung von Brachen bzw. der 'Natur der vierten Art' ist schwierig, weswegen nie davon ausgegangen werden kann, dass eine brachliegende Fläche für immer brachliegt und sich die Natur auf Dauer ungestört entwickeln kann.

Verbesserung der Bedingungen für die Entwicklung der 'Natur der vierten Art' auf Stadtbrachen

Um die erwünschte Biodiversitätssteigerung zu erreichen, sind vielfältige Standortbedingungen notwendig, auf denen Vielfalt entstehen kann. Damit Brachflächen diverser werden, muss der Umgang mit ihnen verändert werden. Das heißt, dass die Flächen



Abb. 7: Planierte Baulücke



Abb. 8: Planierte, brach liegende Fläche

nicht ordentlich planiert und verdichtet werden dürfen. Da es meistens nicht möglich ist, brachliegende Flächen dauerhaft zu sichern, ist es wichtig, in die Anfangsbedingungen zu investieren und Maßnahmen zu entwickeln, die direkt einen Effekt erzielen.

Es geht darum, die 'Natur der vierten Art' zuzulassen und zu fördern und das kann erreicht werden, indem am Anfang diverse Bedingungen hergestellt oder erhalten werden und die Natur dann sich selbst überlassen wird.

Für zwei der Untersuchungsflächen wurde untersucht, was an Maßnahmen, bezogen auf eine Biodiversitätssteigerung, möglich gewesen wäre, bevor die Flächen planiert wurden. Aus den Beispielen wurden schließlich Leitbilder generiert, die dabei helfen, mit wenig Aufwand einen hohen Nutzen der Stadtbrachen für die Biodiversität zu erreichen.

Es wird daraufgesetzt, dass ein Anteil von selbst entsteht und dieser dann optimiert wird. Die Fläche wird nach dem Abriss nicht restlos geräumt und vorhandene Materialien sollen teilweise auf der Fläche bleiben. Pflasterflächen können erhalten bleiben, um sie weiterhin als Wegeführung über die Brache zur Verfügung zu stellen (Lageplan 02). Die Vegetationsentwicklung verläuft in diesen Bereichen dann entsprechend dem Nutzungseinfluss. Wird der Weg nicht genutzt, dann wird er schnell von Vegetation erobert und wächst zu (Abb. 9, 10). Wege können auf der Fläche auch durch Tritt in Form von Trampelpfaden entstehen.

Andere Bereiche der Pflasterdecke können teilweise aufgelockert oder flächig aufgenommen werden. Aufgenommene Steine werden dann ohne konkretes Konzept auf Haufen zusammengelegt. Auch der abgebrochene Asphalt kann teilweise auf der Fläche bleiben und als Aufschüttung liegen gelassen werden (Lageplan 02, Abb. 274). Die entstehenden Strukturen und angelegten oder zurückgelassenen Elemente lassen dann verschiedene Lebensräume entstehen und dienen verschiedenen Tieren bspw. als Unterschlupf, Nistplatz, Schlafplatz oder Überwinterungsquartier. Besonders für wärme- und trockenheitsliebende Pflanzen und Tiere sind sie ein günstiger Standort. Werden die bei den Maßnahmen aufkommenden Äste oder Baumstubben liegen gelassen oder gefällte Gehölze nicht direkt entfernt, kann das Totholz einen wichtigen Lebensraum für Insekten schaffen, den sie in Wirtschaftswäldern selten finden, da es dort weniger totes Holz gibt.

Ein weiterer Schritt ist, die bestehende Vegetation zu erhalten. Dazu zählen Gehölzstrukturen und krautige Vegetation. Gehölzinseln aus Bäumen und Sträuchern mit einem mehrschichtigen Vegetationsaufbau bieten zahlreiche Lebensräume und sollten nicht entfernt werden. Lebensräume werden erhalten und die Vegetation hat die Möglichkeit, sich weiterzuentwickeln. In dichten Gebüschern leben zahlreiche Lebewesen. Umso älter und strukturreicher die Gehölzstruktur ist, desto wertvoller ist sie für Tiere. Bodenbrüter und Gebüschbrüter bauen in ihnen gerne ihre Nester. Eine hohe Vielfalt an Sträuchern trägt dazu bei, möglichst viele Bedürfnisse abzudecken.

Auf einer der untersuchten Baulücken gab es einen Hügel mit wiesenartiger Vegetation darauf. Solche Elemente können erhalten werden und haben die Chance, sich nach Nutzungsaufgabe weiterzuentwickeln. In diesem Fall würde sich die Wiese ruderalisieren. Das hat die Analyse der Vegetationsaufnahmen deutlich gemacht.

Indem die Vegetation, die bereits auf der Fläche vorhanden ist, nicht auf „Null“ gesetzt wird, muss sie nicht von vorne beginnen. Da die Vegetationsentwicklung durch die Erhaltung dieser in Teilen nach Nutzungsaufgabe nicht auf der gesamten Fläche gleichzeitig beginnt, können unterschiedliche Sukzessionsstadien auf einer Fläche für mehr Ungleichheit sorgen und damit für eine gesteigerte Biodiversität (siehe Abb. 11). Die Beschattung durch die Gehölze sorgt zudem kleinräumig für veränderte Standortbedingungen und trägt somit zur Diversität der Bedingungen bei. Standortunterschiede



Abb. 9: Ehemalige Kleingärten im Mai



Abb. 10: Ehemalige Kleingärten im Juni

BEISPIELFLÄCHE FÜR DIE UMSETZUNG DER LEITBILDER

SCHRITT 1

Bestehende Vegetation teilweise erhalten

-  Gehölzvegetation
-  Krautige Vegetation

SCHRITT 2

Fläche nach Abbruch nicht restlos räumen

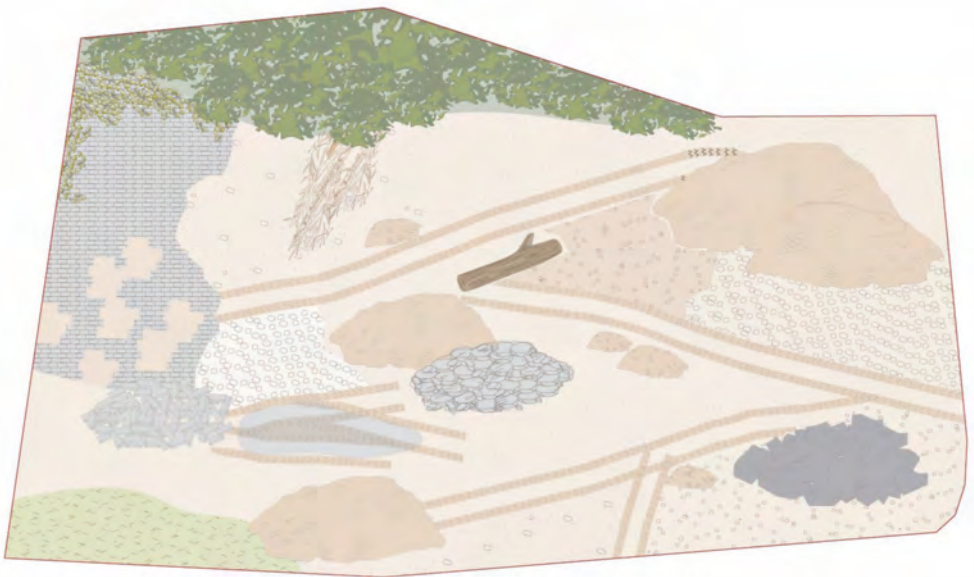
Elemente für eine Biodiversitätssteigerung schaffen

-  Pflasterfläche erhalten
-  Pflasterfläche auflockern
-  Pflastersteine aufschütten
-  Bspw. Asphaltabbruch aufschütten
-  Steinhaufen aufschütten
-  Gehölze liegen lassen

SCHRITT 3

Diversität an Standorteigenschaften erhalten und fördern

-  Vielfalt an Substraten
-  Untergrund nicht begradigen; stark verdichteten Boden auflockern
-  Mulden und Gräben entstehen
-  Natürliche Entstehung von Wasserstellen



Lageplan 02 – Darstellung möglicher Maßnahmen

entstehen auf der Baulücke in Bettenhausen zudem durch angrenzende Bäume, welche sich außerhalb der Grundstücksgrenze befinden und somit bei den Abrissarbeiten erhalten geblieben sind.

Die krautige Vegetation, die erhalten wird und neu aufwachsende, bieten zahlreichen Insekten Lebensraum, Nahrung, Unterschlupf und Überwinterungsmöglichkeiten.

Da Insekten einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der biologischen Vielfalt leisten, ist die Erhaltung der Insekten von großer Bedeutung. Sie sind also ein wichtiger Bestandteil im Gleichgewicht der Natur und können auf Brachflächen durch ein vielfältiges Nahrungsangebot geschützt werden.

Die Vegetation, die erhalten wird, kann sich durch den entstehenden Druck oder die sich ändernden Standortbedingungen verändern, unerwartet entwickeln oder doch ausfallen. Für die Fläche des Gebäudestandortes wird vorgesehen, sie nach dem Abbruch zu räumen, aber nicht wie bisher zu begradigen. Der Abbruch erfolgt in der Regel einen Meter unter der Oberkante der Neuplanung. So entstehende Gruben sollen mit vorhandenem Material geschlossen aber nicht verfestigt und begradigt werden. Dadurch bleiben Substratunterschiede und Unterschiede in den Bodeneigenschaften bestehen. Die Diversität der Standorteigenschaften wird gefördert, indem verschiedene Untergründe und Substrate erhalten und nicht durchmischt werden.



Abb. 11: Pfütze auf der Baulücke in Bettenhausen

Auch die Topografie, die auf der Fläche vorhanden ist oder bei der Herstellung der Fläche entsteht, soll erhalten bleiben und der Untergrund nicht wie gewohnt begradigt werden. Zusätzlich muss an stark verdichteten Stellen der Boden aufgelockert werden, um eine Besiedelung durch Vegetation zu ermöglichen. Offene Flächen werden nach Ende der Baumaßnahme von ersten Pionierpflanzen schnell besiedelt und ein artenreiches Pionierstadium stellt sich ein. Initialpflanzungen sind nicht notwendig.

Durch die Topografie und die Bodeneigenschaften können dann bspw. natürliche Pfützen entstehen. Auf diese Weise entstehen auch andere temporäre Gewässer, wie Mulden und Gräben, die von Regenwasser gespeist werden. Die Pfütze, die auf der Baulücke in Bettenhausen entstanden ist (siehe Abb. 12), ist ein gutes Beispiel dafür, dass sich wertvolle Vegetationsstrukturen bzw. Biotope auch ohne eine Planung einstellen und entwickeln.

Fazit

Im Vordergrund der Arbeit steht die Biodiversitätsförderung, indem die 'Natur der vierten Art' als Teil der Stadtnatur erkannt, zugelassen und gefördert wird. Die These, dass 'Natur der vierten Art' auf Stadtbrachen Potenziale hat, die städtische Biodiversität zu fördern, kann bestätigt werden. Jedoch werden diese Potenziale bisher nicht genutzt und der Wert der untersuchten Flächen ist in ihrem derzeitigen Zustand für die Biodi-

versität als nicht hoch einzuschätzen. Um die Potenziale auszuschöpfen, ist ein Umdenken nötig und das Engagement der beteiligten Akteure, den Umgang mit Stadtbrachen zu verändern und die 'Natur der vierten Art' bewusst zu fördern und zuzulassen. Relevant ist dabei vor allem die Nutzung des Potenzials der aufwandsarmen Standortdiversifizierung beim Eintritt in die Brachephase nach Abriss oder Umnutzung.

Literaturverzeichnis

- Bellin-Harder, Florian; Körner, Stefan und Venne, Martin (2010): Vegetationskundliche Feldforschung auf dem Hauptfriedhof in Kassel. Eine exemplarische Untersuchung für urbane Standorte. Universität Kassel FB 06 Fachgebiet Landschaftsbau/Vegetationstechnik. Kassel.
- Brandes, Dietmar (1988): Pflanzen in der Stadt. Besiedlung städtischer Lebensräume durch spontane Vegetation. Sonderausstellung Frühjahr 1988. Braunschweig.
- Deutsche Umwelthilfe (2014): Städte und wilde Natur in neuer Beziehung – ein Plädoyer für eine wildere Stadtnatur.
- Endlicher, Wilfried (2012): Einführung in die Stadtökologie. Grundzüge des urbanen Mensch-Umwelt-Systems. Stuttgart.
- Gimbel, Günther und Hennen, Ralf (1987): Kasseler Kalkschotterdecken. Eine Untersuchung. Studienarbeit. In: Krah, Gudrun (1988): Träume von Säumen. Notizbuch der Kasseler Schule 7. A6 Freiraum und Vegetation. Kassel.
- Hard, Gerhard (2001): Natur in der Stadt? Ber. z. dt. Landeskunde. Band 75. Flensburg. S. 257-270
- Jagel, Armin (2018): Papaver rhoeas – Klatsch-Mohn (Papaveraceae), Blume des Jahres 2017. Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 9 269–276 2018. Bochum.
- Kienast, Dieter (1977): Die Ruderalvegetation der Stadt Kassel - Beiträge zur Vegetationskunde Nordhessens. Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft. Kassel. S. 83-101
- Kienast, Dieter (1978): Die spontane Vegetation der Stadt Kassel in Abhängigkeit von bau- und stadtstrukturellen Quartierstypen. Kasseler Schriften zur Geografie und Planung. Kassel.
- Körner, Stefan; Heger, Tina; Hadbawnik, Katrin; Jäger, Kerstin und Vicenzotti, Vera (2002): Stadtökologie und Freiraumnutzung. Freiräume an der Universität Gesamthochschule Kassel. Stadt+Grün 9/2002.
- Körner, Stefan (2003): Das Heimische, das Fremde, das Triviale und das Exotische: Stadtnaturbilder als Bewertungsgrundlage im Naturschutz und in der Planung. In: Berichte zur deutschen Landeskunde 4, 349–362.
- Kowarik, Ingo (1992): Das Besondere der städtischen Flora und Vegetation. In: Deutscher Rat für Landespflege. Natur in der Stadt. Der Beitrag der Landespflege zur Stadtentwicklung. Schriftenreihe Heft 61. S.90-95.
- Kowarik, Ingo (1993): Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft? Geobot. Kolloq. 9. 3-24. Frankfurt am Main.
- Kowarik, Ingo (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Stuttgart.
- Leitl, Gabriela (1995): Stadtbrachen. Die Bedeutung von Stadtbrachen aus der Perspektive unterschiedlicher Akteure. Materialien zur Stadt- und Regionalplanung. Heft 12. Universität Bayreuth.

- Loidl-Reisch, Cordula (1986): Der Hang zur Verwilderung. Die Anziehungskraft der Verwilderung und ihre Bedeutung als Träger illusionistischer Freirauminszenierungen. Wien.
- Nehring, Stefan (2012): Neobiota und Klimawandel. Seite 50-53 In: Müller, M. und Haaren, M. (2012): Alien: Invasive Pflanzen und Tiere in der Land(wirt)schaft. Rehburg-Loccum.
- Nehring, Stefan; Kowarik, Ingo; Rabitsch Wolfgang und Essel, Franz (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertung für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. Bundesamt für Naturschutz (Hg.). Bonn - Bad Godesberg.
- Pearce, Fred (2016): Die neuen Wilden. Wie es mit fremden Tieren und Pflanzen gelingt, die Natur zu retten. München.
- Prominski, Martin; Maaß, Malte und Funke, Linda (2014): Urbane Natur gestalten. Entwurfsperspektiven zur Verbindung von Naturschutz und Freiraumnutzung. Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) (Hg.) BasPromel.
- Sauerwein, Bernd (1989): Die Vegetation der Stadt. Eine freiraumplanerisch wertender Literaturführer. Notizbuch 11 der Kasseler Schule. Arbeitsgemeinschaft Freiraum und Vegetation (Hg.) Auflage 1. Kassel.
- Slanovc, Katharina (2014): Von der Brache zum öffentlichen Freiraum: Handlungsvorschläge für eine bestands- und prozessorientierte Entwicklung städtischer Brachflächen am Beispiel Erdberger Mais. Masterarbeit. Wien.
- Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (SRK) (Hg.) (2019a): Abschlussbericht. F+E-Vorhaben „Natur auf Zeit: Rechtliche und fachliche Rahmenbedingungen“ (FKZ 3516 81 0800) Bundesamt für Naturschutz (BfN). Bonn.
- Sukopp, Herbert (1996): Ökologische Charakteristik von Großstädten. Berlin-Brandenburg. In: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (1997): Berichte und Abhandlungen. S. 105-128
- Theisinger, Hannah (2017): Stadtnatur als Zugang zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Entwicklung eines Führers durch die Stadtnatur Eichstatts. Eichenstätt.
- Thüne, Markus (2021): Invasive Neophyten städtischer Standorte. Masterarbeit. Kassel.
- Tschäppeler, Sabine; Gresch, Sabine und Beutler, Martin (2007): Brachland. Urbane Freiflächen neu entdecken. Auflage 1. Bern, Stuttgart, Wien.
- Wissel, Silke und Herbst, Tobias (ohne Jahr): Städte und Gemeinden im Wandel. Bündnis „Kommunen für biologische Vielfalt“ e.V. Bundesamt für Naturschutz. Deutsche Umwelthilfe e.V. ohne Ort.
- Wittig, Rüdiger (1991): Ökologie der Großstadtflora. Flora und Vegetation der Städte des nordwestlichen Mitteleuropas. Uni-Taschenbücher 1587. Stuttgart.

Abbildungsverzeichnis

Lageplan 01 – Lage der Untersuchungsflächen in Kassel

Lageplan 02 – Darstellung möglicher Maßnahmen

Schaubild „Vegetationsentwicklung der 'Natur der vierten Art'“

Tab. 1: Gesellschaftstabelle

Abb. 1: Baulücke in Bettenhausen im Mai

Abb. 2: Baulücke in Bettenhausen Anfang Juli

Abb. 3: Brache Schreinerei im April

Abb. 4: Brache Schreinerei im Juli

Abb. 5: *Urtica dioica* vorhanden (Mai)

Abb. 6: *Urtica dioica* aufgewachsen (Juli)

Abb. 7: Planierte Baulücke

Abb. 8: Planierte, brach liegende Fläche

Abb. 9: Ehemalige Kleingärten im Mai

Abb. 10: Ehemalige Kleingärten im Juni

Abb. 11: Pflütze auf der Baulücke in Bettenhausen

Abbildungen ohne Quellenangabe von Pia Urban