Strategie zur ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel in Bernau bei Berlin

Anpassung an den Klimawandel in Bernau mittels

ökosystembasierter und partizipativer räumlicher Planung

BERNAU.
Pro.Klima

Strategie zur ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel in Bernau bei Berlin

Stand August 2020

Stadt Bernau bei Berlin
Jürgen Jankowiak, Jürgen Brinkmann, Sylvia Hirschfeld
Marktplatz 2
16321 Bernau bei Berlin,

Bearbeitung:

Juliane Geyer, Maren Michaelsen, Antonia Diel, Monika Hoffmann, Pierre L. Ibisch
Centre for Econics and Ecosystem Management
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Alfred-Möller-Str. 1
16225 Eberswalde

Die Anpassungsstrategie entstand im Rahmen des Projektes „Kommune im Dialog – Anpassung an den Klimawandel in Bernau mittels ökosystembasierter und partizipativer räumlicher Planung“ (Bernau.Pro.Klima) gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Förderprogramms „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel".

Förderkennzeichen 67DAS125

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Centre for Econics and Ecosystem Management

BERNAU bei Berlin

Inhalt

1 HINTERGRUND UND KONZEPTE 4

1.1 Klimawandel 4

1.2 Dem Klimawandel begegnen – Klimaschutz und Klimawandelanpassung 4

1.3 Relevanz der Ökosysteme im Klimawandel 5

1.4 Vulnerabilität gegenüber Klimawandel 6

1.4.1 Ökosystemare Vulnerabilität und Funktionstüchtigkeit 7

1.4.2 Veränderung der Ökosystemleistungen und Risiken für menschliches Wohlergehen 9

1.4.3 Institutionelle Vulnerabilität 9

1.5 Anforderungen an kommunale Klimawandel-Anpassung 10

1.6 Bernau.Pro.Klima – Ökosystembasierte und partizipative Anpassung an den Klimawandel in Bernau 11

2 PROZESS UND METHODEN 13

2.1 Ökosystembasierte räumliche Planung 13

2.1.1 Analyse der Vulnerabilität gegenüber Klimawandel 14

2.1.2 Strategische Planung 16

2.2 GIS-basierte räumliche Analysen 16

2.3 Partizipation 18

2.3.1 Projektbegleitende Arbeitsgruppe (PAG) 18

2.3.2 Workshops 18

2.3.3 Beteiligungsformate im öffentlichen Raum 21

2.3.4 Projektvorstellungen zur lokalen und regionalen Vernetzung 21

3 VULNERABILITÄT VON BERNAU BEI BERLIN 23

3.1 Vulnerabilität der Ökosysteme in und um Bernau 23

3.1.1 Exposition: Klimatische Veränderungen in Bernau 23

3.1.2 Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme 27

3.1.3 Ursächliche Faktoren für die Einschränkung der ökologischen Funktionstüchtigkeit 42

3.2 Institutionelle Vulnerabilität 44

3.2.1 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien 44

3.2.2 Regionale Planung und Konzepte 44

3.2.3 Kommunale Planung und Konzepte 45

3.2.4 Stadtverwaltung 49

3.3 Klimawandelbedingte Risiken für das menschliche Wohlergehen in Bernau 50

3.3.1 Hitze 50

3.3.2 Überschwemmung nach Starkregen 54

3.3.3 Waldbrand 57

3.3.4 Austrocknung und Wasserverlust ... 60
3.3.5 Staubentwicklung und -belastung ... 61
3.3.6 Gefahren durch Sturm ... 63

4 STRATEGISCHE ZIELE UND MAßNAHMEN ... 64

4.1 Ziele der Anpassung ... 64

4.2 Senkung der ökosystemaren Vulnerabilität ... 64
4.2.1 Strategische Ziele ökosystembasierter Anpassung ... 64
4.2.2 Handlungsstränge ökosystembasierter Anpassung ... 67
4.2.3 Maßnahmen zur Stärkung der Ökosystemfunktionalität ... 68
4.2.4 Relevanteste Flächen für ökosystembasierte Anpassung ... 72

4.3 Senkung der Vulnerabilität des Ökosystemmanagements – Grundlegende Handlungsempfehlungen ... 78
4.3.1 Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement ... 78
4.3.2 Maßnahmen zur Stärkung von Planung und Verwaltung ... 80

5 UMSETZUNG UND FORTSETZUNG DES ANPASSUNGSPROZESSES ... 85

5.1 Planung fortsetzen (Schritt II) und Strategie umsetzen (Schritt III) ... 85
5.1.1 Weitere Planung und Umsetzung der Maßnahmen zur Ökosystemfunktionstüchtigkeit ... 85
5.1.2 Weitere Planung und Umsetzung der Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement ... 88

5.2 Evaluieren und anpassen (Schritt IV) ... 88

5.3 Lernen und teilen (Schritt V) ... 89

6 LITERATURVERZEICHNIS ... 90

7 ANHANG ... 96

1 Hintergrund und Konzepte

1.1 Klimawandel

Der globale Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit mit Auswirkungen auf alle Bereiche des Lebens. Klimawandel kann sich lokal sehr unterschiedlich äußern. In manchen Regionen bringt er zu viel Wasser, in anderen zu wenig. Viele Menschen verlieren ihre Lebensgrundlage, andere gewinnen vielleicht neues Land, was sie landwirtschaftlich nutzen können. Trotz der vielen Klimamodelle, Prognosen und Szenarien, mit denen die Entwicklung und Auswirkungen des Klimawandels vorhergesehen werden wollen, ist der Umgang mit dem Klimawandel mit vielen Unsicherheiten und einem großen Teil von Nicht-Wissen verbunden. Die Berechnungen werden ungenauer, die Unsicherheiten werden größer, je kleinskaliger der Betrachtungsraum gewählt wird. In jedem Falle bringt der globale Klimawandel Veränderungen mit sich, denen wir uns in allen Formen der gesellschaftlichen Organisation stellen müssen. So werden auch an die Kommunen und deren kommunale Planung und Verwaltung in Zeiten des fortschreitenden globalen Klimawandels neue Ansprüche gestellt.

Als eine der niederschlagsärmsten Regionen Deutschlands gehört Brandenburg neben der Alpenregion und den Küsten zu einem der vom Klimawandel am stärksten betroffenen Gebiete in Deutschland. Viele Teilregionen haben aktuell bereits eine negative klimatische Wasserbilanz, d.h. Wasserdargebot (Niederschlag abzüglich Verdunstung). Zusammen mit einer für Deutschland überdurchschnittlich starken Zunahme der Jahrestemperaturen kann dies zu höchst ungünstigen klimatischen Bedingungen in Zukunft führen. Die Nähe zur Metropole Berlin könnte einige Effekte wie Wärmestau und Wasserverlust sogar noch verstärken. Bernau liegt also nicht nur klimatisch in einer spannenden Region und tut gut daran, sich aktiv mit dem Thema Klimawandel auseinanderzusetzen.

1.2 Dem Klimawandel begegnen – Klimaschutz und Klimawandelanpassung

Die beiden wesentlichen gesellschaftlichen Reaktionen auf den globalen Klimawandel sind **Klimaschutz und Klima(wandel)anpassung**. Beim Klimaschutz geht es darum, den Einfluss des Menschen auf das Klimasystem zu reduzieren. Im Vordergrund stehen hierbei Strategien für die Reduktion der Emission von Treibhausgasen sowie eine stärkere Bindung von Kohlenstoff in sogenannten Kohlenstoffsenken (meist produktive Ökosysteme, die viel Kohlenstoff speichern können, z.B. Wälder oder Moore). Die Lösungsansätze sind daher meist technischer Art – z.B. Nutzung regenerativer Energiequellen durch Windräder und Photovoltaik-Anlagen oder Ausbau des ÖPNV – oder mit intensiver Landnutzung verbunden, z.B. sogenannter Energiepflanzen in intensiv genutzter Monokultur. Durch die Inanspruchnahme von Flächen ist das Konfliktpotenzial in der Landnutzung und mit Naturschutzzielen folglich sehr hoch. Weniger stark beachtet wird, dass auch Vegetationsverlust Einfluss auf das Klimasystem hat, da hierbei erstens Kohlenstoff freigesetzt werden kann und zweitens – wenn auch etwas regionaler gebunden – die regionalen bzw. kleinen Wasserkreisläufe gestört werden (Kravčík et al. 2007, Schmidt 2010).

Da trotz der Klimaschutz-Bemühungen klimatische Veränderungen bereits eingetreten sind und sich in Zukunft eher verstärken werden, ist es gesellschaftlich notwendig, mit diesen Veränderungen umzugehen und sich anzupassen. Unter **Anpassung** werden Initiativen und Maßnahmen in ökologischen oder menschlichen Systemen verstanden, die die Anfälligkeit (**Vulnerabilität**) natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder erwarteten Auswirkungen des Klimawandels verringern, Beeinträchtigungen vermeiden oder mildern und dabei vorteilhaftes Potenzial nutzen (IPCC 2007, CBD

2009). Anpassung ist ein fortwährender Prozess, weil vollständige Angepasstheit an einen fortschreitenden, gar beschleunigten Klimawandel kaum möglich sein wird.

Gesellschaftliche Anpassungsmaßnahmen können sehr vielfältig sein und reichen von ökosystembasierten über institutionelle bis hin zu rein technischen Ansätzen; letztere sind vor allem im Katastrophenschutz relevant (z.B. baulicher Hochwasserschutz). Viele Maßnahmen des Naturschutzes tragen bereits zum Klimaschutz bei, z.B. der Schutz von Wäldern und Mooren als Wasser- und Kohlenstoffspeicher. Diese Ansätze und Synergien, die sich daraus ergeben, sind ein wichtiger Bestandteil einer ökosystembasierten Anpassung.

1.3 Relevanz der Ökosysteme im Klimawandel

Natur ist Grundlage allen Lebens. Naturgefüge, in denen die verschiedenen Komponenten in besonders intensiver Wechselwirkung stehen und dabei unterschiedliche Leistungen vollbringen, werden als **Ökosysteme** bezeichnet (übernommen aus Krause et al. 2018b)[1]. Sie sind die komplexen Funktionseinheiten des Naturhaushaltes mit emergenten Eigenschaften und Prozessen, die ineinander verschachtelt und miteinander arbeiten.

Ökosysteme sind aber nicht nur Natur, die schön und einfach da ist. Sie sind für uns Menschen auch Grundlage unseres Lebens und Wirtschaftens: sie bieten Nahrung, sauberes Wasser, sind Lebensraum und Einkommensquelle, spenden Erholung und das Gefühl von Heimat. Diese Ökosystemleistungen sind essentiell für das **menschliche Wohlergehen**. Neben den offensichtlichen Leistungen, die wir von den Ökosystemen beziehen, regulieren diese aber auch den Wasserhaushalt und die Wasserqualität, beeinflussen die Luftqualität und das lokale Klima, schützen vor Bodenverlusten oder bauen Schadstoffe ab. Diese regulierenden Leistungen sind scheinbar unerschöpflich und gratis für jede*n nutzbar und werden daher häufig in ökomischen Betrachtungen vernachlässigt.

Gerade diese regulierenden Wirkungen der Ökosysteme sind es jedoch, die so wertvoll und entscheidend im gesellschaftlichen Umgang mit dem Klimawandel sind. Ökosysteme haben, je nach Beschaffenheit günstiger oder ungünstiger wirkendend, regulierenden Einfluss auf das globale, regionale und lokale Klimasystem und deren Veränderungen.

Zum einen tragen Ökosysteme Kohlenstoff in sich und binden diesen Ausgangsstoff für das Treibhausgas Kohlendioxid im Boden und in den Pflanzen. Einige Ökosysteme können mehr Kohlenstoff binden als andere. Das hängt zum Beispiel von der Produktivität, dem Pflanzenwachstum oder von Störungen ab. Naturnahe Wälder und Moore können vergleichsweise viel Kohlenstoff aufnehmen und speichern, intensiv bewirtschaftete Agrarflächen eher weniger.

Zum anderen wirken Ökosysteme unterschiedlich stark und räumlich verschieden ausgleichend auf das regionale und lokale Klima sowie auf den Wasserhaushalt. Durch die Speicherung und Verdunstung von Wasser haben vegetations- und/oder wasserreiche Ökosysteme eine kühlende Wirkung an heißen Tagen. Viele Ökosysteme generieren ihren eigenen kleinen Wasserkreislauf, in dem zumindest ein Teil des verdunsteten Wassers als Niederschlag (Regen oder Tau) direkt rückgeführt wird (z.B. Waldgebiete am Amazonas, aber kleinskalig betrachtet ebenso vegetationsreiche Feuchtwiesen im Barnim).

[1] Funktional gesehen sind Ökosysteme vor allem auch sich durch die Wechselwirkungen ihrer belebten Komponenten selbst organisierende Bioreaktoren, in denen Energie aufgefangen, weitergegeben, umgewandelt, gespeichert und vor allem benutzt wird, um mit ihr Arbeit zu verrichten (Ibisch 2018).

Tabelle 1: Übersicht ausgewählter Ökosystemleistungen (basierend auf Ibisch 2018).

Versorgende Ökosystemleistungen	Regulierende Ökosystemleistungen	Kulturelle Ökosystemleistungen
- Versorgung mit Materialien (Bauholz, Rohstoffe) - Versorgung mit Wasser - Versorgung mit Nahrung - Bereitstellung von Energiequellen - Bereitstellung von Samen, Sporen und Pflanzenmaterial zum Erhalt und Aufbau von Populationen	- Regulierung des Wasserkreislaufes und -abflusses - Regulierung der Wasserqualität - Regulierung des Mikro- und Mesoklimas - Filterung und Reinigung der Luft - Schutz vor Bränden - Windschutz - Erosionsschutz - Regulierung der Bodenqualität - Erhaltung von Nachwuchspopulationen und Lebensräumen - Bestäubung, Gameten- und Samenausbreitung	- Erholung und Erbauung - Naturerfahrung und Bildung - Wohnort/Lebensraum - Arbeitsplatz - Selbsterfahrung - Bewegung/Sport - Ruhestätte - Freude und Unterhaltung - Intrinsischer Wert - Ästhetische Anregung und Inspiration - Kulturelle Identität und Zugehörigkeit - Spirituelle, religiöse und symbolische Bedeutung

So können klimatische Extreme gepuffert, Veränderungen längerfristig reguliert und schließlich auch Risiken für das menschliche Wohlergehen reduziert werden. Unterschiedliche Risiken werden unterschiedlich stark von verschiedenen Ökosystemen und deren Zustand beeinflusst. Dabei kann diese risikoreduzierende Wirkung sehr lokal sein, oder auch großflächiger in die Landschaft wirken. Dieses Potenzial der Ökosysteme spielt in der ökosystembasierten Anpassung eine entscheidende Rolle und bietet vorteilhafte Chancen im Umgang mit dem Klimawandel.

Diese regulierende Wirkung können Ökosysteme nur dann in ausreichender Qualität und Quantität leisten, wenn sie funktionstüchtig sind. Das heißt, sie müssen über bestimmte Eigenschaften und Prozesse verfügen, die in einem Beziehungsgeflecht Arbeit verrichten, sich selbst organisieren und dabei effizienter werden um das Ökosystem als großes Ganzes reifen zu lassen. Werden diese Eigenschaften und Prozesse beeinträchtigt, verringert sich auch die regulierende Fähigkeit der Ökosysteme. Ohne diese Fähigkeit werden die Ökosysteme selbst sowie deren Umgebung jedoch im Umkehrschluss anfälliger gegenüber Veränderungen, z.B. dem Klimawandel.

1.4 Vulnerabilität gegenüber Klimawandel

Um Ansatzpunkte für die Entwicklung von Anpassungsstrategien eines sozio-ökologischen Systems wie einer Kommune entwickeln zu können ist es wichtig, dessen Vulnerabilität zu verstehen. Vulnerabilität beschreibt die Verwundbarkeit eines Systems gegenüber äußeren Einflüssen, wie dem Klimawandel. Zwei Faktoren beeinflussen maßgeblich wie verwundbar ein System ist (Abbildung 1). Ein Faktor dabei ist die jeweilige Exposition des Systems, d.h. dessen Ausgesetztsein gegenüber dem Klimawandel. Je stärker also ein System dem Klimawandel ausgesetzt ist, z.B., weil die lokalen Auswirkungen hier besonders stark oder sehr variabel sind, desto höher ist auch dessen Vulnerabilität. Als zweiter Faktor bestimmt die Funktionstüchtigkeit eines Systems, wie empfindlich und wie anpassungsfähig es gegenüber Wandel ist. Die Bewahrung und Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit eines Systems kann folglich dessen Vulnerabilität verringern.

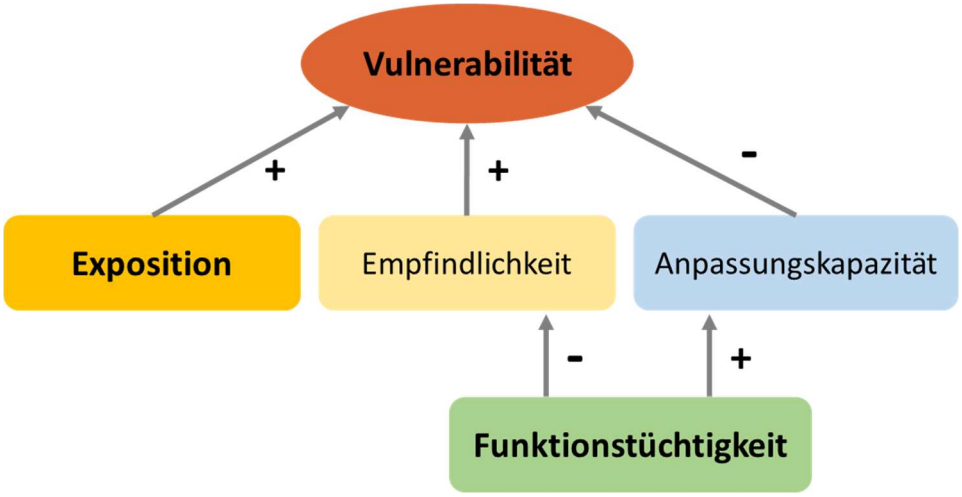


Abbildung 1: Faktoren, die die Vulnerabilität von Systemen gegenüber dem Klimawandel beeinflussen.

1.4.1 Ökosystemare Vulnerabilität und Funktionstüchtigkeit

Ökosysteme haben aber nicht nur eine Schlüsselrolle in der Klimaregulierung, sind sie gleichzeitig auch vom fortschreitenden Klimawandel selbst betroffen. Die klimatischen Bedingungen sind ein Bestandteil der Ökosysteme, um welches und mit dem sich die jeweiligen Elemente und Prozesse der Ökosysteme organisieren. Eine abrupte oder langfristige Veränderung dieser klimatischen Bedingungen bringt unweigerlich Veränderungen im Naturgefüge mit sich. Wie stark diese Veränderungen allerdings sind und wie sehr sie das jeweilige Ökosystem selbst beeinträchtigen, hängt auch davon ab, wie funktionstüchtig (d.h. „gesund“ und „selbstbestimmt“) diese Ökosysteme sind. Die Vulnerabilität der Ökosysteme gegenüber dem Klimawandel hängt folglich stark von deren **Funktionstüchtigkeit** ab. Funktionstüchtige und vom Menschen weniger beeinflusste Ökosysteme sind weniger empfindlich gegenüber Klimawandelwirkungen und verfügen über eine höhere Anpassungskapazität.

Die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme ist abhängig von der **(selbst-)regulierenden Kapazität** der Ökosysteme. Diese entsteht vor allem im Zusammenspiel der unterstützenden Ökosystemfunktionen – ökosystemare Prozesse, die das System charakterisieren, unter- und aufrechthalten (siehe Tabelle 2). Diese Prozesse können nur ablaufen, wenn bestimmte charakteristische Elemente und Eigenschaften im jeweiligen Ökosystem (**Schlüsselattribute oder -eigenschaften**) sowie folgende Voraussetzungen gegeben sind:

1. Von außen muss stetig Energie zugeführt werden (Sonnenlicht);
2. Es ist eine gewisse Verfügbarkeit von Wasser gegeben – eine Grundlage für das Leben;
3. Das System wird nicht in extremer Weise gestört;
4. Das System kann **Biomasse**, **Informationsgehalt** (u.a. die in Genen gespeicherte Information) und interne **Vernetzung** steigern, damit immer mehr Teile effektiv zusammenarbeiten können.

Tabelle 2: Unterstützende Ökosystemfunktionen als Grundlage (selbst-)regulierender Kapazität von Ökosystemen.

Funktionale Gruppe	Ökosystemfunktion
Wasserkreislauf	- Wasseraufnahme - Wasserrückhalt - Wasserspeicherung - Verdunstung - Versickerung - Minderung des (Oberflächen-)Abflusses
Produktivität und Vermehrung	- Photosynthese - Primärproduktion (Pflanzenwachstum und Biomasseaufbau) - Bestäubung - Verbreitung von Samen und Sporen
Physikalische Wirkung	- Beschattung/Filterung von Sonneneinstrahlung - Abmindern von Windwirkung - Ventilation - Filterung von Luft - Filterung von Wasser
Nährstoffkreislauf	- Zersetzung & Humusbildung - Bodenbildung (inkl. Mineralisierung)

Werden kritische Eigenschaften der Ökosysteme (ökologische Schlüsselattribute) verändert und Funktionen gestört, wird folglich deren Funktionstüchtigkeit beeinträchtigt. Diese ökosystemaren Veränderungen bzw. Beeinträchtigen werden als **ökosystemare Stresse** bezeichnet, z.B. verringerte Biomasse. Menschliche Aktivitäten, Nutzung und Eingriffe, wie Versiegelung oder landwirtschaftliche Nutzung, sind maßgebliche Ursachen und **Treiber** für solche ökosystemaren Stresse. Oft geschehen menschliche Eingriffe nicht nur einmalig, sondern viele Ökosysteme werden andauernd genutzt und vom Menschen fortwährend und zuweilen beharrlich und aufwändig reguliert. Dies beeinträchtigt die Ökosysteme nicht nur maßgeblich in ihrer Funktionstüchtigkeit, sondern macht sie zugleich anfälliger gegenüber Klimawandel und verstärkt Klimawandelauswirkungen im Ökosystem (**klimawandelbedingte Stresse**) wie Hitze oder Trockenheit.

Neben den direkten Eingriffen ins Ökosystem spielen auch die **zu Grunde liegenden Faktoren**, also gesellschaftliche Prozesse und Strukturen, die diese Eingriffe ermöglichen und verlangen, eine Rolle für die Funktionstüchtigkeit und Vulnerabilität der Ökosysteme. Dies schließt zum Beispiel die politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen ein genauso wie die regionale Planung und Verwaltung oder die konkrete Landnutzung. Aber auch soziodemografische, kulturelle und sozioökonomische Faktoren bestimmen das menschliche Handeln und damit wie sehr Ökosysteme in ihrer Funktionstüchtigkeit eingeschränkt werden.

Ein weiterer Einflussfaktor für die Funktionstüchtigkeit ist die jeweilige Einbettung des einzelnen Ökosystems im Ökosystemverbund. Teilsysteme und das übergeordnete Ökosystem beeinflussen die Funktionstüchtigkeit genauso wie die Nachbarsysteme. Sind die Diskrepanzen zwischen den Systemen und ihren Eigenschaften sehr oder gar zu groß, verringert sich die Funktionstüchtigkeit entsprechend.

Je höher also die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme in Bernau ist, desto geringer ist deren Vulnerabilität gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels und desto besser können sie Wandelprozesse und Extremereignisse im Ökosystemverbund in Bernau regulieren.

1.4.2 Veränderung der Ökosystemleistungen und Risiken für menschliches Wohlergehen

Ökosysteme, die in ihrer Funktionstüchtigkeit gestört sind – sowohl einzeln als auch im Verbund – können Ökosystemleistungen, die das menschliche Wohlergehen gewährleisten, nicht mehr in ausreichendem Maße bereitstellen. Somit können **Risiken** für das menschliche Wohl entstehen: die Gesundheit gerät in Gefahr, Sicherheit kann nicht mehr gewährleistet werden, die materielle Versorgung wird eingeschränkt.

Aufgrund einer reduzierten Funktionstüchtigkeit können insbesondere und zuerst vor allem die **regulierenden Leistungen** nicht mehr in vollem Umfang bereitgestellt werden und es kommt zu direkt spürbaren Folgen für den Menschen. Extremereignisse wie Starkregen werden nicht mehr ausreichend gepuffert, was zur Folge hat, dass Häufigkeit, Stärke und Unvorhersagbarkeit zunehmen. Dies bringt Risiken und bisweilen sogar ernsthafte Gefahren mit sich.

Sind grundlegende Ökosystemfunktionen nicht mehr gegeben und werden bestimmte ökosystemare Prozesse nicht mehr ausreichend reguliert, kommt es sehr schnell zu einer Einschränkung der **versorgenden Leistungen**. Nahrung, Wasser, Materialen und Energie können lokal nicht mehr in ausreichendem Maße bereitgestellt werden. Es kommt beispielsweise zu Wasserknappheit, Ernteausfällen, und Engpässen in der Holzversorgung. Das lokale Ein- und Auskommen verringert sich, im Extremfall geraten Existenzen in Gefahr (z.B. landwirtschaftliche Betriebe).

Nicht zuletzt verändern sich mit den Ökosystemen auch ihre **kulturellen Leistungen** und Werte. Der Erholungswert des Offenlandes sinkt durch verstärkte Entwicklung von Hitze, Trockenheit und Staub. Der Erholungswert des Waldes wird durch Gefahren und Schäden durch Sturm und Waldbrand verringert. Regionaltypische bzw. bisherige Wald- und Landschaftsbilder und damit verbundene Werte ändern sich und können teilweise ganz verloren gehen. Die kulturelle Identität bzw. das Zugehörigkeitsgefühl kann gestört werden oder wandelt sich, was zu Konflikten zwischen den Generationen führen kann.

1.4.3 Institutionelle Vulnerabilität

Die Vulnerabilität eines sozio-ökologischen Systems wie einer Kommune gegenüber Klimawandel ergibt sich nicht allein aus der Verwundbarkeit der Ökosysteme selbst, sondern auch aus der Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit von deren Management (Ibisch & Kreft 2008, Ibisch & Kreft 2009). Diese Vulnerabilität des Ökosystemmanagements, d.h. die institutionelle Vulnerabilität, ergibt sich aus dem Zusammenspiel der ursächlichen Faktoren für ökosystemare Stresse und ihre Treiber, vor allem aber aus ungünstigen politischen Rahmenbedingungen und Richtlinien sowie Unzulänglichkeiten in Planung und Verwaltung (siehe Abbildung 2).

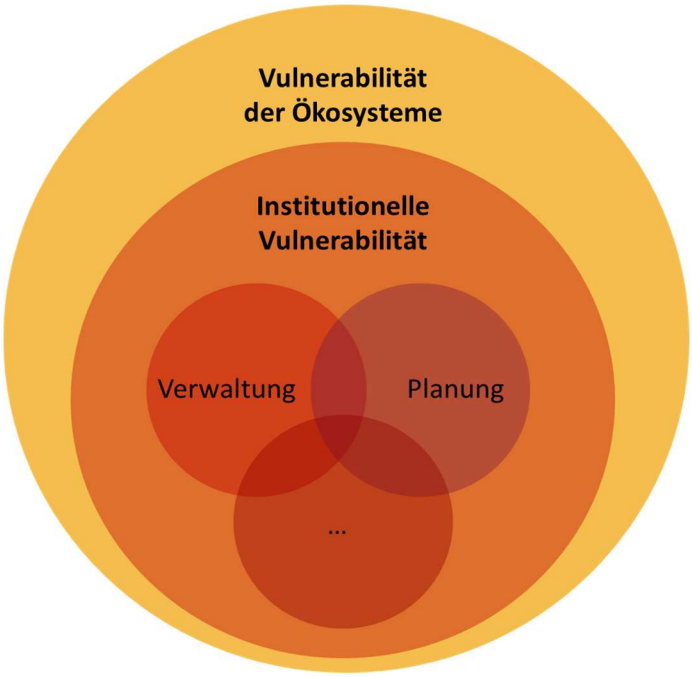


Abbildung 2: Ebenen der Vulnerabilität eines sozioökologischen Systems.

Genau wie die Menschen und Ökosysteme selbst, sind auch die kommunale Planung und Verwaltung den Wirkungen des Klimawandels ausgesetzt, wenn auch indirekt. Der Klimawandel bringt neue Herausforderungen für Kommunen mit sich und verstärkt bestehende. Gerade das häufigere und stärke Auftreten von Extremereignissen wie Dürren, Hitzewellen oder Starkregen und den damit einhergehenden Risiken für das menschliche Wohlergehen erfordert eine neue Form der Daseinsfürsorge, die in der kommunalen Planung und Verwaltung entsprechend entwickelt und umgesetzt werden muss. Das gleiche gilt für die Beeinträchtigung der Ökosysteme durch klimatische Veränderungen bei immer stärkerer Beanspruchung der Ökosysteme durch den Menschen. Dabei stehen wir einem beschleunigten Wandel gegenüber, der mit starken Unsicherheiten verbunden ist. Die Komplexität der Wandelprozesse nimmt stetig zu; die Überschaubarkeit und Vorhersagbarkeit werden dabei immer geringer. Veränderungen werden vielfältiger, beeinflussen und verstärken sich gegenseitig direkt und indirekt; letztendlich kommt es häufig auch zu mehr oder weniger überraschenden Rückkopplungseffekten. Der Klimawandel wirkt auf alle Bereiche, Sektoren und Ebenen der Gesellschaft und überall werden Anpassungen notwendig. Gleichzeitig soll das Klima mit vielfältigen Ansätzen „geschützt“ werden. Entsprechende Maßnahmen sind nicht immer gleichsam überlegt und miteinander abgestimmt, was zu neuen Konflikten führen kann. Nicht nur innerhalb der Kommunen ist eine Abstimmung von Strategien und Maßnahmen mit allen Akteuren und Interessengruppen notwendig, um dem Klimawandel angemessen zu begegnen. Auch an die Zusammenarbeit mit benachbarten Kommunen und Landnutzenden werden durch den Klimawandel neue Anforderungen gestellt

1.5 Anforderungen an kommunale Klimawandel-Anpassung

Diese Erkenntnis, dass das menschliche Handeln das eigene Wohlergehen nicht nur über soziale Systeme und Prozesse, sondern vor allem auch durch die Veränderung der Ökosysteme als Lebensgrundlage beeinflusst, sollte ein neues Bewusstsein in der kommunalen Planung und Verwaltung im Umgang mit dem Klimawandel schaffen. Es muss eine wesentliche Aufgabe einer Kommune sein, das menschliche

Wohlergehen durch die Erhaltung und die Wiederherstellung der natürlichen Lebensgrundlage, d.h. der Ökosysteme und deren Funktionstüchtigkeit, zu sichern. Daraus ergibt sich eine neue Form der kommunalen Daseinsvorsorge, gar Katastrophenvorsorge, mit einem neuen Bewusstsein für klimawandelbedingte Risiken und deren Ursprüngen. Es bedarf einer Auseinandersetzung und eines aktiven Umgangs mit dem Klimawandel, welche die Bedeutung funktionstüchtiger Ökosysteme und deren Wirkungspotenziale in den Fokus rückt. Dies entspricht dem Konzept der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel.

Gleichzeitig ist die menschliche Gesellschaft Hauptakteur in einer ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel, denn sie selbst ist ein abhängiges Teilsystem der Ökosysteme sowie ein das Ökosystem maßgeblich beeinflussender Faktor. Die Gesellschaft wiederum besteht aus verschiedenen sozialen Systemen. Sie alle haben ihre Rollen im Anpassungsprozess. Daher ist es wichtig, die gesamte Gesellschaft am Prozess zu beteiligen und Entscheidungsprozesse gemeinsam zu führen. Am Ende sind es vor allem die kleinsten sozialen Einheiten, also die Grundbevölkerung bzw. die Zivilgesellschaft, die das Recht auf menschliches Wohlergehen einfordern. Um diesem gerecht zu werden, sollten zeitgemäße Beteiligung und integrative Kommunikation einen ökosystembasierten Anpassungsprozess begleiten, führen und voranbringen.

Die vorliegende Anpassungsstrategie knüpft konzeptionell direkt an die Ergebnisse des Naturschutzteilprojekts des Verbundvorhabens INKA-BB sowie des Projektes *Barnim im Wandel: Partizipative und ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel im Landkreis Barnim – Landschaftsrahmenplanung als Kommunikations- und Gestaltungsprozess (Anpass.BAR)* an. Aus diesem Prozess gehen Leitlinien für eine ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel hervor, die für den Anpassungsprozess in Bernau ebenso zutreffen (basieren auf Ibisch et al. 2014):

1. Die **Funktionstüchtigkeit** der Ökosysteme soll als oberstes Ziel priorisiert werden;
2. Aus einer ökosystembasierten Anpassung ergeben sich Synergien zwischen **Klimawandelanpassung und Klimaschutz**;
3. Ökosystembasierte Anpassung muss als **Querschnittsaufgabe** in einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Landschafts- bzw. Ökosystemnutzung verstanden werden;
4. Ökosystembasierte Entwicklung und effektives klimawandelrobustes Kommunalmanagement bedürfen **angepasster (Naturschutz-)Fachplanungen und Maßnahmenprogramme**;
5. Ökosystembasiere Anpassung wird durch zeitgemäße **Kommunikation**, integrative **Öffentlichkeitsarbeit** sowie **Beteiligung** der Zivilgesellschaft begleitet, gestaltet und angetrieben.

1.6 Bernau.Pro.Klima – Ökosystembasierte und partizipative Anpassung an den Klimawandel in Bernau

Die vorliegende Anpassungsstrategie wurde im Rahmen des Projektes *Bernau.Pro.Klima* erarbeitet. Sie ist ein Ergebnis gemeinsamer angewandter Aktionsforschung der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und der Stadt Bernau bei Berlin. Der größte Teil der Finanzierung des entsprechenden Vorhabens *Bernau.Pro.Klima* wurde im Rahmen der Deutschen Klimawandelanpassungsstrategie durch das Bundesumweltministerium bereitgestellt (Projekt *Kommune im Dialog - Anpassung an den Klimawandel in Bernau mittels ökosystembasierter und partizipativer räumlicher Planung*, 01/2018-07/2020; Initiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Förderprogramms „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ im Bereich „Förderung von

lokalen und regionalen Kooperationen zur Anpassung an den Klimawandel“). Die Stadt Bernau deckte einen Teil der Finanzierung aus Eigenmitteln. Administrativ und fachlich wurde das Vorhaben vom Zentrum für Ökonik und Ökosystemmanagement der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde getragen.

Das Projekt verfolgte das übergeordnete Ziel der Stadt Bernau, einen dauerhaften, durch aktive Akteur*innen-Beteiligung getragenen und ökosystembasierten Anpassungsprozess an die Folgen des Klimawandels zu etablieren, der die Anpassungsfähigkeit von Bernau langfristig erhöht. Das konkrete Projektziel war es, durch die umzusetzenden Maßnahmen, und unter Berücksichtigung bereits existierender Strukturen und Aktivitäten, diesen Anpassungsprozess zu befördern bzw. zu dessen dauerhaften Etablierung entscheidend beizutragen. Hieraus ergaben sich folgende Unterziele:

1. Erarbeitung einer ökosystembasierten **Anpassungsstrategie** für das Stadt-Umland-System Bernaus als Grundlage zur Anpassung und Weiterentwicklung der Landschafts-, Flächennutzungs- und Bebauungspläne hinsichtlich einer erhöhten Klimarobustheit
2. Etablierung von dauerhaften Strukturen, die (i) eine **Mitwirkung** von Akteur*innen und interessierten Bürger*innen an Entscheidungsprozessen, die die Gestaltung ihrer (natürlichen) Lebensumwelt betreffen, und (ii) einen **Austausch** zum o.g. Themenkomplex ermöglichen und fördern
3. **Aufbau lokaler Kapazitäten** hinsichtlich des o.g. Themenkomplexes innerhalb der Kommunalverwaltung und bei relevanten Akteur*innen (Multiplikator*innen)
4. Erhöhung der **öffentlichen Wahrnehmung** für den Themenkomplex Naturschutz, Ökosystemleistungen, Klimawandel und ökosystembasierte Anpassung.
5. Konzeptionierung eines im Prozess abgeleiteten **Leuchtturm-Projekts**.

2 Prozess und Methoden

Die Erarbeitung der vorliegenden Anpassungsstrategie ist Teil eines umfänglichen Anpassungs-Prozesses der Stadt Bernau bei Berlin, der im Rahmen des Projektes *Bernau.Pro.Klima* angestoßen wurde und darüber hinaus für die erfolgreiche Umsetzung der Anpassungsstrategie fortgesetzt wird. Um den Ansprüchen ökosystembasierter und partizipativer räumlicher Planung und Anpassung an den Klimawandel sowie der spezifischen lokalen Situation in Bernau gerecht zu werden, wurden methodische Ansätze des adaptiven Ökosystem-Managements und GIS-basierte räumliche Analysen mit einem breiten Spektrum an Beteiligungsformaten verknüpft.

2.1 Ökosystembasierte räumliche Planung

Die methodische Vorgehensweise setzt sich aus Elementen verschiedener Ansätze des adaptiven Ökosystem-Managements, v.a. Naturschutzstandards (CMP 2020) und MARISCO (Ibisch & Hobson 2014) zusammen, die durch weitere methodische Schritte aus Leitfäden zur Klimawandelanpassung ergänzt wurden (z.B. Heiland et al. 2012, BMVBS 2013, Naumann & Kaphengst 2015, BBSR 2016, Umweltbundesamt 2016). Die Erarbeitung der Anpassungsstrategie kann als Eröffnung eines adaptiven Prozesses der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel in Bernau gesehen werden.

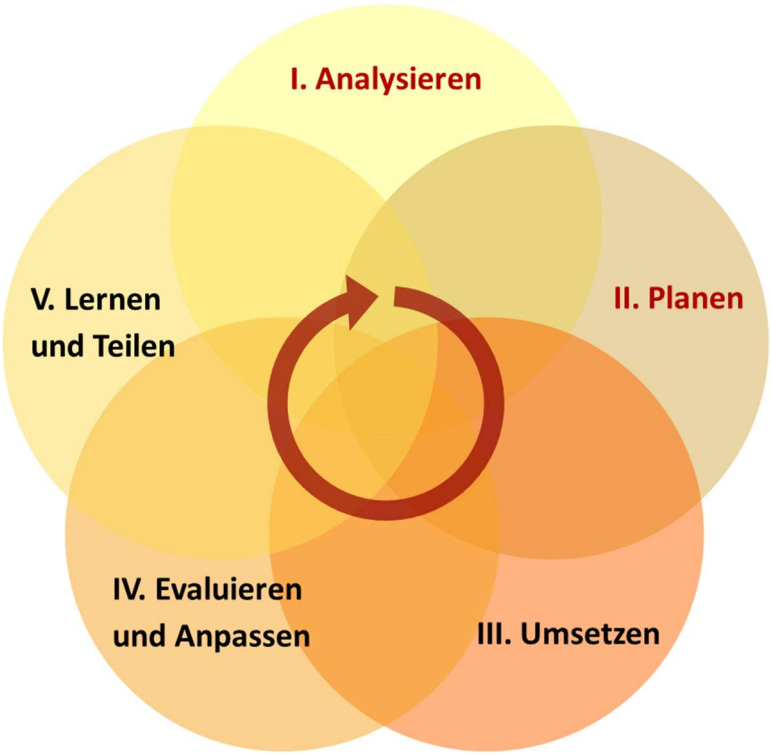


Abbildung 3: Arbeitsschritte eines zyklischen adaptiven Anpassungsprozesses (angelehnt an Ibisch & Hobson 2014, CMP 2020). Schritte in roter Schrift sind als Einstieg in den Prozess in der Anpassungsstrategie abgedeckt.

2.1.1 Analyse der Vulnerabilität gegenüber Klimawandel

Im Rahmen der Analyse der Vulnerabilität der Ökosysteme in Bernau (Teilschritt I im adaptiven Anpassungsprozess, siehe Abbildung 3) wurden folgende Teilanalysen mit entsprechenden methodischen Schritten durchgeführt:

1) Analyse des Zustands der Ökosysteme in Bernau (Funktionstüchtigkeit)
2) Analyse der institutionellen Vulnerabilität in Bernau
3) Analyse der klimawandelbedingten Risiken für das menschliche Wohlergehen in Bernau.

Tabelle 3: Schritte des analytischen Prozesses der Anpassungsstrategie.

Teilanalyse	Methodische Schritte
Analyse des Zustands der Ökosysteme in Bernau (Funktionstüchtigkeit	- Identifikation der Haupt-Ökosystemgruppen bzw. Handlungsräume der Anpassung - Identifikation von essentiellen Ökosystemeigenschaften und -funktionen mit besonderer Relevanz für die Anpassung an den Klimawandel - Identifikation von menschlich verursachten und klimawandelbedingten Einschränkungen bzw. Veränderungen in den Ökosystemen (Ökosystemare Stresse) - Identifikation von menschlichen Aktivitäten, die diese Stresse verursachen und verstärken (Stresstreiber) - Identifikation zugrundeliegender bzw. ursächlicher Faktoren - Darstellung in vereinfachten konzeptionellen Modellen - Räumliche Analyse verschiedener Flächenklassen mit unterschiedlicher Funktionstüchtigkeit - Bewertung der Funktionstüchtigkeit der funktionalen Flächenklassen
Analyse der institutionellen Vulnerabilität in Bernau	- Analyse ausgewählter Planwerke bezüglich ihrer Klimawandelrobustheit - Analyse der Verwaltungsstrukturen bezüglich ihrer Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit gegenüber den Herausforderungen des Klimawandels
Analyse der klimawandelbedingten Risiken für das menschliche Wohlergehen in Bernau	- Identifikation von wichtigen Ökosystemleistungen als Grundlage menschlichen Wohlergehens - Identifikation wichtiger Faktoren menschlichen Wohlergehens in Bernau - Identifikation und Auswahl klimawandelbedingter Risiken für das menschliche Wohlergehen - Räumliche Analyse der sommerlichen Hitzeentwicklung - Analyse des risikoreduzierenden Potenzials der Ökosysteme

2.1.1.1 Analyse des Zustands der Ökosysteme in Bernau (Funktionstüchtigkeit)

Um den Zustand der Ökosysteme in Bernau einschätzen zu können, wurden mehrere auf einander aufbauende Analyseschritte durchgeführt. Zuerst wurden vier **Haupt-Ökosystemgruppen** bzw. Handlungsräume der Anpassung identifiziert. Die Auswahl orientierte sich hierbei am Entwurf des neuen Landschaftsrahmenplans für den Landkreis Barnim (Krause et al. 2018a). Für die vier Ökosystemgruppen wurden dann jeweils essentielle **Ökosystemeigenschaften und -funktionen** mit besonderer Relevanz für die Anpassung an den Klimawandel herausgearbeitet in Bernau. Dem Konzept der Funktionstüchtigkeit von Ökosystemen folgend (siehe Kapitel 1.4.1) wurden im Weiteren menschlich verursachte sowie

klimawandelbedingte Einschränkungen bzw. Veränderungen in den Ökosystemen (**ökosystemare Stresse**) mit den dazugehörigen **Stresstreibern** (menschliche Aktivitäten, die diese Stresse verursachen und verstärken) herausgestellt. **Faktoren**, die diesen menschlichen Aktivitäten **zugrunde liegen** vervollständigten die Situationsanalyse der Ökosysteme in Bernau. Die einzelnen Faktoren wurden für jede Ökosystemgruppe in vereinfachten konzeptionellen Modellen dargestellt. Diese vernachlässigen die komplexen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren zwar, bieten aber einen groben Überblick über die Situation und die Vielzahl der Faktoren.

Um den Grad der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme genauer herauszustellen, wurden in einer räumlichen Analyse verschiedene Flächenklassen anhand ihrer Nutzung und unterschiedlicher Eigenschaften kategorisiert. Diese **Flächenklassifikation** bot die Grundlage für eine semiquantitative Bewertung der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme.

Als Indikatoren für eine **Einstufung der ökologischen Funktionstüchtigkeit** dienen die Kriterien: Natürlichkeit/Ursprünglichkeit, Grad der Selbstregulierung, Vegetation und Biomasse, Komplexität und Diversität sowie der Anteil unversiegelter Fläche. Diese Kriterien wurden für jede funktionale Flächenklasse auf einer Skala von 1 bis 4 bewertet. Die Einzelbewertungen wurden aufsummiert und die Summen in fünf Klassen der Funktionstüchtigkeit mit gleicher Klassenbreite eingeteilt: 1 = sehr hohe Funktionstüchtigkeit, 2 = hohe Funktionstüchtigkeit, 3 = mittlere Funktionstüchtigkeit, 4 = geringe Funktionstüchtigkeit, 5 = sehr geringe Funktionstüchtigkeit.

2.1.1.2 Analyse der institutionellen Vulnerabilität in Bernau

Um Handlungsbedarfe in der Ortsplanung und Stadtverwaltung aufzuspüren bzw. deren Robustheit gegenüber Klimawandel zu ergründen, wurden ausgewählte Planwerke analysiert (siehe Anhang). Der Fokus lag hierbei auf dem Landschaftsplan sowie der Bauleitplanung, d.h. Flächennutzungsplan und der generellen Vorgehensweise bei den Bebauungsplänen. Grundlage für die Analyse waren Prinzipien und Kriterien für klimawandelrobustes Naturschutzmanagement (Geyer et al. 2017) die für die Analyse der kommunalen Planwerke angepasst wurden.

Des Weiteren wurden die Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit der Prozesse und Strukturen der Stadtverwaltung bezüglich Klimawandel und einer ökosystembasierten Anpassung untersucht. Dies wurde zum einen durch Gespräche mit Verwaltungsmitarbeiter*innen, durch Thematisierung im Beteiligungsprozess und einer umfassenden SWOT-Analyse vollführt. Zum anderen ermöglichte die übergangsweise Einrichtung einer Sachbearbeitungsstelle „Klima“ mit hälftiger Besetzung durch eine Projektmitarbeiterin der HNEE und damit aktiver Mitarbeit in der Stadtverwaltung während der Projektlaufzeit wertvolle Einblicke in den Verwaltungsapparat und dessen Abläufe.

2.1.1.3 Analyse klimawandelbedingter Risiken für das menschliche Wohlergehen in Bernau

Um klimawandelbedingte Risiken für das menschliche Wohlergehen in Bernau herauszufinden, wurden v.a. auf Grundlage von Beiträgen im Beteiligungsprozess zunächst wichtige Kriterien des menschlichen Wohlergehens in Bernau eingegrenzt sowie essentielle Ökosystemleistungen als Grundlage menschlichen Wohlergehens zusammengetragen. Aus weiteren Ergebnissen der Beteiligung und einer Diagnose aktueller Entwicklungen in der größeren Region wurden sechs klimawandelbedingte Risiken für das menschliche Wohlergehen in Bernau mit hoher Relevanz identifiziert. Die hohe Relevanz ergab sich aus a) einer häufigen Nennung der im Prozess Beteiligten, b) der Bewertung einer hohen eigenen und städtischen Betroffenheit durch die Beteiligten und/oder c) aufgrund häufiger beobachteter Ereignisse in der größeren Region.

Für die drei relevantesten Risiken wurden indikatorenbasierte räumliche Analysen (siehe Kapitel 2.2) bezüglich des ökosystemaren Beitrags zu deren Reduzierung durchgeführt und die entsprechende räumliche Bewertung bzw. der abgeleitete Handlungsbedarf in Karten dargestellt. Die jeweiligen Indikatoren wurden aus den relevanten Ökosystemfunktionen und -eigenschaften abgeleitet, die in der Entstehung bzw. Vermeidung des jeweiligen Risikos eine bedeutende Rolle spielen. Für die Analyse der Hitzesituation in Bernau wurde eine Thermoanalyse (siehe Kapitel 2.2) durchgeführt.

2.1.2 Strategische Planung

Schritt II im adaptiven Anpassungsprozess (siehe Abbildung 3) umfasst die strategische Planung, d.h. die Entwicklung konkreter Strategien und Maßnahmen. Die Erarbeitung der Ziele und Maßnahmen zur ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel in Bernau war und ist ein fortwährender Entwicklungsprozess, der sich aus Erkenntnissen der Wissenschaft (v.a. wissenschaftliche Publikationen, Expertenbefragung), Erfahrungen aus der Praxis (Projektberichte, Vorträge bei Symposien und Tagungen, Vorgängerprojekte) sowie aus Ergebnissen der Beteiligung (Workshops, Akteursbefragung, Aktionen im öffentlichen Raum) nährt.

Die strategischen Ziele zur Reduktion ökosystemarer Vulnerabilität sowie die Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement in Bernau leiten sich aus der Situations- bzw. Vulnerabilitätsanalyse ab. Des Weiteren bauen sie auf Empfehlungen relevanter Planungsdokumente und Leitfäden auf (siehe Tabelle 4).

Die ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen wurden aus bestehenden Maßnahmenkatalogen und Handlungsempfehlungen extrahiert (siehe Tabelle 4) und durch eine umfängliche Literaturrecherche zu einzelnen Themen ergänzt. Bei der Auswahl spielten vor allem Kriterien der ökosystembasierten Anpassung, aber auch die Relevanz für Bernau im Hinblick auf die aktuelle Vulnerabilität (Kapitel 3.1) eine Rolle. Diese fachliche Zusammenstellung von Maßnahmen wurde mit den Beiträgen aus dem Beteiligungsprozesses verknüpft und daraus ein Katalog für ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen in vier Handlungsräumen und drei Handlungssträngen entwickelt.

2.2 GIS-basierte räumliche Analysen

Räumliche Analysen sind ein weiterer wichtiger Baustein des Anpassungsprozesses. Auf deren Basis können Diskussionen im partizipativen Prozess geführt und relevante Flächen lokalisiert werden. Die gewonnenen Erkenntnisse können wiederum zurück in die räumliche Analyse fließen und ermöglichen so deren Weiterentwickelung und Präzisierung. Die räumlichen Analysen können Entscheidungsprozesse für die Maßnahmen- und Flächenpriorisierung unterstützen. Für die vorliegende Strategie wurden zur Verfügung stehende räumliche Informationen zusammengetragen und gemeinsam mit den neu erarbeiteten Inhalten in einer Geodatenbank bereitgestellt sowie teilweise in Karten visualisiert[2]. Diese Daten dienen der Verstetigung und Weiterentwicklung des Anpassungsprozesses. Neben der Darstellung von existierenden räumlichen Daten in Themenkarten wurden auch neue Informationen mithilfe von drei methodischen Ansätzen generiert:

[2] Sämtliche in diesem Dokument dargestellte Karten sind als günstiger skalierte gesonderte Dokumente verfügbar.

Tabelle 4: Übersicht der Hauptquellen für ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen und strategische Ziele zur Reduktion ökosystemarer Vulnerabilität.

Informationsquelle	Referenz
Anpassung an den Klimawandel: eine systematische Analyse von Handlungsoptionen für den Naturschutz	Ibisch und Kreft (2008)
Fallstudie zur Machbarkeit und Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel in Brandenburg	Geyer et al. (2015)
Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel: Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in Brandenburg	Ibisch et al. (2012), Ibisch et al. (2014)
Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel in Brandenburg. Empfehlungen für Entscheidungsträger	Ibisch et al. (2014)
Wälder im Klimawandel: was zu tun und was zu lassen ist	Ibisch und Blumröder (2019)
Entwurf des Landschaftsrahmenplan+ des Landkreises Barnim	Krause et al. (2018a), Krause et al. (2018b)
Landschaftsplan Bernau	Grabsch et al. (2007)
Maßnahmenkatalog Stadtklimalotse	Stadtklimalotse (2020)
Anpassungskonzepte anderer Städte (Auswahl)	Handbuch Klimawandelgerechte Stadtentwicklung Jena (2012), Syker Klimaanpassungsstrategie (2012), Anpassung an den Klimawandel - Bestandsaufnahme und Strategie für die Stadt Karlsruhe (2013), Klimaanpassungskonzept Recklingshausen (2017)

Thermoanalyse

Um festzustellen, welche Flächen sich in und um Bernau an heißen Tagen besonders aufheizen, wurden die Oberflächentemperaturen in den Sommermonaten der Jahre 2013-2018 anhand von MODIS[3]-Fernerkundungsdaten sowie anhand von Landsat-Satellitenbilddaten analysiert und dargestellt.

Manuell-visuelle Flächenklassifizierung

Die unterschiedlichen Flächenklassen des Gemeindegebiets Bernau wurden bezüglich ihrer ökologischen Funktionstüchtigkeit anhand von bestimmten Eigenschaften visuell identifiziert und manuell kategorisiert. Dies geschah auf Grundlage vorhandener Daten wie der Biotopkartierung, dem Straßennetz und den Gewässern sowie von aktuellen Luftbildern und lokalen Begehungen.

Indikatorenbasierte räumliche Analysen

Verschiedene Indikatoren, d.h. Flächeneigenschaften, die Aufschluss über die regulierende Wirkung der Flächen bezüglich bestimmter Extremereignisse geben) dienten als Grundlage für die Berechnung des ökosystemaren Beitrags zur Risikoreduzierung. Die Analyse bezüglich der Hitzeentwicklung basiert dabei auf den in der Thermoanalyse generierten Daten zur Oberflächentemperatur. Für die Analyse der

[3] Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer

regulierenden Wirkung im Hinblick auf Überschwemmungen nach Starkregen und Waldbrand wurde jeweils ein Index entwickelt, d.h. eine Verrechnung verschiedener Indikatoren. Vom jeweiligen ökosystemaren Beitrag wurden in Folge Handlungsbedarfe in vier Stufen (sehr hoch, hoch, gering, kaum) abgeleitet.

2.3 Partizipation

Die vorliegende Anpassungsstrategie ist Ergebnis einer angewandten Aktionsforschung bezüglich des Beteiligungsprozesses. Im Zuge der Entwicklung der vorliegenden Anpassungsstrategie kamen verschiedene Formate der Beteiligung und Kommunikation zum Einsatz, die sich bezüglich der Inhalte, der Bezugsgruppen sowie des Grades der Beteiligung unterschieden. Zusammen ergeben sie einen Lern- und Entwicklungsprozess, der den Anpassungsprozess in Bernau auch in Zukunft begleiten und unterstützen sollte. Durch den Beteiligungsprozess konnte zum einen ein breites Spektrum an Bezugsgruppen erreicht und an Ergebnissen erzielt werden (grafische Aufarbeitung siehe Anhang), zum anderen wurden die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Prozess jeweils sofort ausgewertet und in der Planung der nächsten Aktivitäten berücksichtigt. Die unterschiedlichen Formate und Veranstaltungen (siehe Tabelle 5 für eine chronologische Auflistung) bauten logisch und methodisch aufeinander auf und ergänzten sich.

2.3.1 Projektbegleitende Arbeitsgruppe (PAG)

Die Erarbeitung der Anpassungsstrategie wurde von Beginn des Projektes an von einer Projekt-Arbeitsgruppe begleitet. Die Arbeitsgruppe bestand aus ausgewählten Fachakteuren verschiedener für den Prozess relevanter Fachgebiete, wie Wald, Gewässer, Landwirtschaft usw. Teilweise waren diese bereits Mitglieder in der PAG des Projektes *Anpass.BAR* gewesen, welches sich als Vorgängerprojekt bereits mit partizipativer und ökosystembasierter Anpassung an den Klimawandel im Landkreis Barnim beschäftigt hatte. In drei Zusammenkünften wurden jeweils Zwischenergebnisse und die weitere Projektplanung diskutiert. Des Weiteren befand sich das Projektteam im bilateralen Austausch mit den einzelnen Vertreter*innen der PAG, um spezifische Fragestellungen gemeinsam zu bearbeiten.

2.3.2 Workshops

Projekt-Auftaktworkshop

Im Rahmen der öffentlichen Auftaktveranstaltung wurden klimawandelbedingte Risiken wie Starkregen, Sturm sowie Hitze und Trockenheit hinsichtlich deren Auswirkungen auf Bernau und möglicher Strategien, die bereits zur Reduzierung eingesetzt bzw. zukünftig notwendig werden, erörtert. Des Weiteren wurden das Engagement und die bestehenden Konzepte der Stadt Bernau präsentiert und diskutiert sowie die Prozesse und geplanten Ergebnisse des Projekts vorgestellt. Die Veranstaltung legte den Grundstein für den Beteiligungs- und Kommunikationsprozess. Ziel dieser Veranstaltung war es, einen ersten konkreten Kontakt mit dem Thema Klimawandel in Bernau sowie einen Austausch und gemeinsame Reflexion darüber zu ermöglichen.

Workshop-Reihe *Klimaanpassung in Bernau – Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung*

In einer ersten öffentlichen Workshop-Reihe, die breit beworben wurde, tauschten die Teilnehmenden ihre Beobachtungen und Wahrnehmungen bezüglich konkreter lokaler Auswirkungen des globalen

Klimawandels in Bernau aus. Dafür wurden die vier Ökosystemgruppen „Wald“, „Gewässer und Feuchtgebiete“, „Offenland“ und „Urbaner Siedlungsraum“ in jeweils einem Workshop genauer betrachtet, um den unterschiedlichen Zuständen und Handlungsbedarfen der jeweiligen Ökosystemgruppe gerecht zu werden. Des Weiteren wurden Visionen einer klimawandelrobusten Stadtentwicklung zusammengetragen und erste Handlungsansätze entwickelt.

Planungswerkstätten *Klimarobustes Bernau*

In den vier Planungswerkstätten „Klimarobuste Gewässer in Bernau“, „Klimarobuste Stadt Bernau“, „Klimarobustes Offenland in Bernau“ und „Klimarobuster Wald“ wurden handlungsraumspezifische Anpassungsmaßnahmen vorgestellt, diskutiert und weiter ausgearbeitet. Dabei wurden gemeinsam relevante Flächen und mögliche Vorgehensweisen für die Umsetzung von Maßnahmen erörtert. Ein weiterer Schwerpunkt der Veranstaltungen lag auf der gemeinsamen Skizzierung konkreter Projektvorschläge für die Umsetzung der ökosystembasierten Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Bernau durch die Teilnehmenden. Auch wurden Notwendigkeiten für die Verstetigung der Anpassungsstrategie diskutiert. Anders als bei der ersten Workshop-Reihe war die Bezugsgruppe nicht die breite Öffentlichkeit, sondern Akteure, Landnutzer*innen und Entscheidungsträger*innen aus Bernau und Umgebung, die für die erfolgreiche Umsetzung der Anpassungsstrategie und der in ihr beinhalteten Maßnahmen besonders relevant sind. Diese wurden mit Hilfe der Planungswerkstätten thematisch zusammengeführt und die Wichtigkeit einer soliden Zusammenarbeit im Prozess der Anpassung an den Klimawandel in Bernau aufgezeigt. Diese Workshop-Reihe war ein adaptiver Prozess in sich. So unterschiedlich wie die vier Handlungsfelder, nach denen sie organisiert wurden, waren auch die vier Planungswerkstätten methodisch verschieden und mit jeweils leicht angepasstem Fokus angelegt.

Schüler*innen-Workshops

In zwei Schüler*innen-Workshops zum Thema „Ökosystembasierte Klimaanpassung“ im Rahmen des von Schüler*innen (FFF) organisierten und besuchten *Klimatag* in Eberswalde erarbeiteten Schüler*innen verschiedener Schulen aus Eberswalde und Bernau (Klasse 7-12) einen Forderungskatalog an die Politik.

Ein weiterer Schüler*innen-Workshop mit integrierter Klima-Stadtrallye für Schüler*innen des Paulus-Praetorius-Gymnasiums (Klasse 8-10) im Rahmen des Projekttags *Schule ohne Rassismus* trug dazu bei, Verständnis und Sensibilität für die lokalen Auswirkungen des Klimawandels zu schaffen und lokale Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Fachworkshops

Bei der Jahreskonferenz 2019 des kommunalen Nachbarschaftsforums Berlin-Brandenburg wurden von Projektseite zwei Workshops zum Thema „Knackpunkte in der Beteiligung und Kommunikation in Klimaanpassungsprojekten“ angeboten. Teilnehmende waren die Mitglieder (Kommunen und Berliner Bezirke) und ständigen Teilnehmer des Kommunalen Nachbarschaftsforums, Akteure aus den mit dem Thema „Wasser“ befassten Ressorts und Ämtern auf Landes-, Landkreis- und Kommunalebene in Berlin und Brandenburg, Vertretungen der Wasserwirtschaft (Zweckverbände, Wasserbetriebe, Landeswasserverbandstag Brandenburg e.V., Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e.V., Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. etc.) sowie Partner aus Wissenschaft, Forschung und Praxis, z.B. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), FH Potsdam, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Berliner Regenwasseragentur, Aquanet Berlin-Brandenburg, Kompetenzzentrum Wasser, Brandenburger Wasserakademie sowie verschiedene Planungsbüros. Neben dem Wissens- und Erfahrungsaustausch dienten diese Workshops auch der Vorstellung des Vorhabens in der Region und der regionalen Vernetzung.

Abbildung 4: Beteiligung im Prozess zur Anpassung an den Klimawandel in Bernau bei Berlin.

2.3.3 Beteiligungsformate im öffentlichen Raum

Neben und ergänzend zu den beiden Workshop-Reihen gab es mehrere Beteiligungsmöglichkeiten im öffentlichen Raum, deren Formate unter anderem den Wünschen der Teilnehmenden der ersten Workshop-Reihe folgten. Insgesamt wurden fünf Informationsstände mit Bürger*innen-Befragungen ganztägig auf öffentlichen Veranstaltungen und Märkten angeboten. Durch dieses Format konnten noch weitere Personenkreise erreicht und informiert werden, als bereits bei den Workshops. Hauptziele dieser Aktionen waren die Bewusstseinsförderung zum Thema Klimawandel in Bernau, die Information über die partizipative Entwicklung einer Anpassungsstrategie und die Möglichkeit, Wissen in den Prozess einzubringen. Aufbauend auf die erste Workshop-Reihe wurden hier ebenfalls Auswirkungen des Klimawandels in Bernau abgefragt und verortet, aber auch Vorschläge für Anpassungsmaßnahmen gesammelt.

Außerdem fand eine Klima-Radtour mit insgesamt 50 Teilnehmer*innen statt, die den Auftakt einer neuen Veranstaltungsreihe in Bernau gab und in ähnlicher Weise fortgeführt wird. Im Frühjahr 2020 wurde der Kurs „klimafit – Klimawandel vor unserer Haustür! Was kann ich tun?“ zur Ausbildung von Multiplikator*innen für kommunalen Klimaschutz und Klimaanpassung an der Volkshochschule in Bernau erfolgreich durchgeführt. Hier wurden verschiedene Aspekte des Klimaschutzes und der Klimawandelanpassung thematisiert: Synergien zwischen ökosystembasierter Klimaanpassung und Klimaschutz, Multiplikator*innen für kommunalen Klimaschutz und Klimaanpassung, Vernetzung und Förderung lokaler Initiativen.

2.3.4 Projektvorstellungen zur lokalen und regionalen Vernetzung

Vernehmlich für die lokale und regionale, aber auch für eine nationale und internationale Vernetzung, wurde das Projekt bei mehreren Veranstaltungen vorgestellt. Vor allem im kommunalen Nachbarschaftsforum Berlin-Brandenburg war das Projekt mehrfach präsent.

Weitere Projektvorstellungen gab es:

- bei einer verwaltungsinternen Ämterrunde für alle Amtsleitenden der Stadt Bernau
- beim jährlichen Vereinsstammtisch der Stadt Bernau
- mit dem Vortrag „Bernau.Pro.Klima. Planen mit Mensch und Natur für ein klimarobustes Bernau“ beim 23. Landschaftstag des Regionalparks Barnimer Feldmark
- beim Tag der Vereine im Stadtpark Bernau
- im Rahmen einer Postervorstellung beim deutschlandweiten DAS-Vernetzungstreffen
- im Rahmen des Moduls „Ecosystem Diagnostics Analysis“ für Master-Student*innen der HNEE
- für eine Delegation aus der Ukraine mit Vertreter*innen aus drei ukrainischen Biosphärenreservaten, die sich derzeit mit ökosystembasierte Anpassung beschäftigen, mit anschließender Klima-Stadtführung.

Tabelle 5: Chronologische Abfolge der Veranstaltungen zur Beteiligung und Kommunikation im Rahmen des Projektes Bernau.Pro.Klima.

Datum	Veranstaltung
09.05.2018	Auftaktveranstaltung
23.08.2018	Projektvorstellung Bei einer verwaltungsinternen Ämterrunde für alle Amtsleitenden der Stadt Bernau
20.11.2018	Workshop-Reihe I *Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung*, Workshop 1: „Bernau auf dem Weg in die Heißzeit? Herausforderungen und Chancen von Siedlungsflächen für eine klimarobuste Stadtentwicklung“
28.11.2018	Workshop-Reihe I *Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung*, Workshop 2: „Landwirtschaft in Bernau – Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung“
28.01.2019	Workshop-Reihe I *Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung*, Workshop 3: „Wälder in Bernau – Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung“
11.02.2019	Projektvorstellung beim jährlichen Vereinsstammtisch der Stadt Bernau
18.02.2019	Workshop-Reihe I *Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung*, Workshop 4: „Gewässer in Bernau – Herausforderungen und Chancen für eine klimarobuste Stadtentwicklung“
09.03.2019	Projektvorstellung beim *23. Landschaftstag des Regionalparks Barnimer Feldmark* am Samstag, den mit dem Titel „Bernau.Pro.Klima. Planen mit Mensch und Natur für ein klimarobustes Bernau“
21.03.2019	Informationsstand und Bürger*innen-Umfrage zur Bedeutung und Rolle des Waldes in Bernau (Bewertung der verschiedenen ÖL-Leistungen) im Rahmen des Internationalen Tag des Waldes
28.04.2019	Informationsstand mit Befragung und Beteiligung beim Kunst- und Handwerkermarkt
11.05.2019	Informationsstand mit Befragung und Beteiligung Straßenfest *Menschlichkeit kennt keine Alternativen*
26.05.2019	Informationsstand mit Befragung und Beteiligung beim Kunst- und Handwerkermarkt
08.06.2019	2 Schüler*innen-Workshops zum Thema „Ökosystembasierte Klimaanpassung“ im Rahmen des von Schüler*innen (FFF) organisierten und besuchten *Klimatag* in Eberswalde
18.06.2019	Schüler*innen-Workshop mit integrierter Stadtrallye für Schüler*innen des Paulus-Praetorius-Gymnasiums (Klasse 8-10) im Rahmen des Projekttags *Schule ohne Rassismus*
17.08.2019	Informationsstand mit Befragung und Beteiligung bei *Bike & Beer*
17.08.2019	Klimaradtour im Rahmen von *Bike & Beer*
25.08.2019	Informationsstand mit Befragung und Beteiligung beim Tag der Vereine im Stadtpark Bernau
25.08.2019	Projektvorstellung beim Tag der Vereine im Stadtpark Bernau
17.09.2019	Projektvorstellung beim DAS-Vernetzungstreffen (Poster-Session)
08.10.2019	Projektvorstellung im Rahmen des Moduls „Ecosystem Diagnostics Analysis“ für Master-Student*innen der HNEE
04.11.2019	Workshop-Reihe II *Klimarobustes Bernau*, Planungswerkstatt 1 „Klimarobuste Gewässer in Bernau“
11.11.2019	Workshop-Reihe II *Klimarobustes Bernau*, Planungswerkstatt 2 „Klimarobuste Stadt Bernau“
25.11.2019	Workshop „Knackpunkte in der Beteiligung und Kommunikation bei Klimaanpassungsprojekten“ bei der Jahreskonferenz *Wasser verbindet – gemeinsame Themen und Ansätze im Kommunalen Nachbarschaftsforum Berlin-Brandenburg* des Kommunalen Nachbarschaftsforums
26.11.2019	Workshop-Reihe II *Klimarobustes Bernau*, Planungswerkstatt 3 „Klimarobustes Offenland in Bernau“
02.12.2019	Workshop-Reihe II *Klimarobustes Bernau*, Planungswerkstatt 4 „Klimarobuster Wald“
11.12.2019	Projektvorstellung für eine Delegation aus der Ukraine mit 20 Vertreter*innen aus 3 ukrainischen Biosphärenreservaten mit anschließender Stadtführung
04.03.-29.04.2020	Volkshochschulkurs: „Klimawandel vor unserer Haustür – klimafit“

3 Vulnerabilität von Bernau bei Berlin

3.1 Vulnerabilität der Ökosysteme in und um Bernau[4]

3.1.1 Exposition: Klimatische Veränderungen in Bernau

„Die klimatischen Voraussetzungen, die gegenwärtigen Klimabeobachtungen und die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels machen die Region Berlin-Brandenburg zu einer der am stärksten verwundbaren Gebiete Deutschlands“ (MLUL & LfU 2016, S. 4).

3.1.1.1 Veränderungen der Temperatur

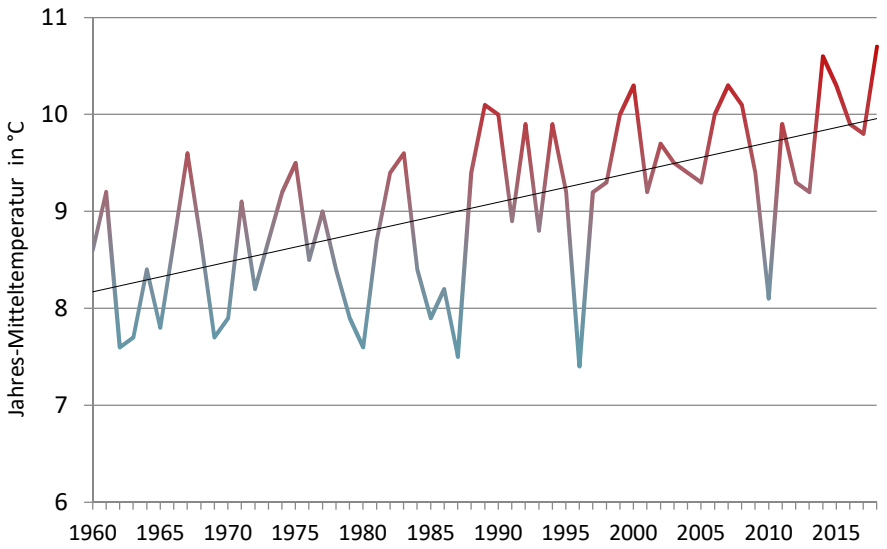


Abbildung 5: Temperaturentwicklung im Landkreis Barnim 1960-2018. (Datenquelle: aufgearbeiteter DWD-Datensatz von rbb|24 2019)

In der Region Berlin-Brandenburg kann aktuell ein seit Jahrzehnten andauernder Erwärmungstrend festgestellt werden (MLUL & LfU 2016, Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020). Dabei war der Temperaturanstieg nicht gleichmäßig, sondern beschleunigte sich in den letzten 30 Jahren. In diesem Zeitraum stiegen vor allem auch die Maximalwerte an (MLUL & LfU 2016). Die Änderung der durchschnittlichen Temperatur im Jahr betrug 2015 +0,8 °C. Der lineare Trend der Jahre 1961-2015 lag bei +0,3 °C/Dekade. Eine Erwärmung konnte vor allem für den Frühling und Winter festgestellt werden (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020). Es gibt Erwärmungstendenzen in allen vier Jahreszeiten mit der deutlichsten Erwärmung nach 1981 (MLUL & LfU 2016). Laut Daten des DWD war das Jahr 2019 in Berlin/Brandenburg das wärmste seit 1881 und sieben der zehn wärmsten Jahre konnten nach der Jahrtausendwende verzeichnet werden: 2019, 2018, 2015, 2014, 2008, 2007 und 2000 (DWD 2020).

Bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) kann im Jahresmittel im Vergleich zu heute (1961-1990) eine höhere durchschnittliche **Temperatur** zwischen +1 °C und +5,1 °C erwartet werden. Die Summe der

[4] Vereinfachte schematische Darstellungen der Faktoren der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme sind in konzeptionellen Modellen im Anhang verfügbar.

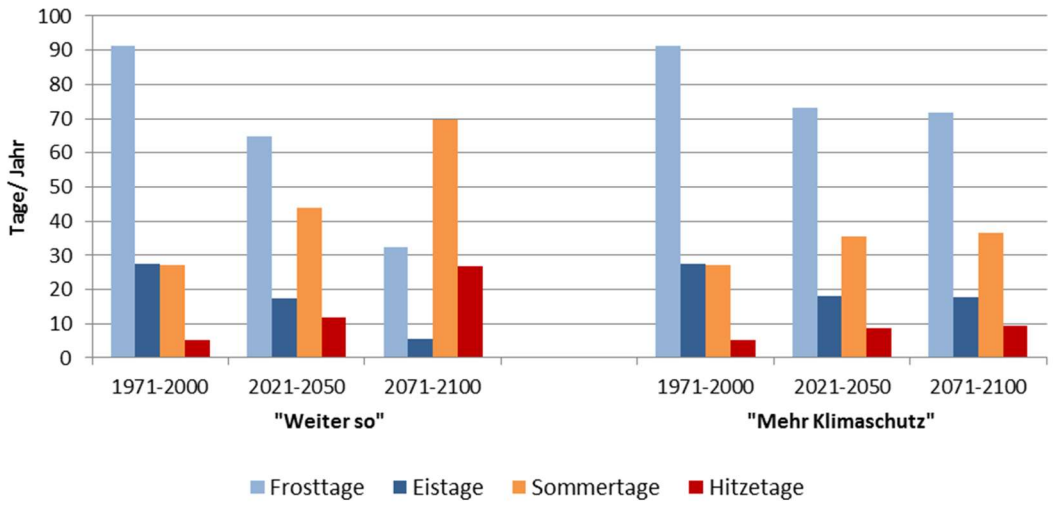


Abbildung 6: Mögliche Veränderung der kalten und warmen Tage im Landkreis Barnim für zwei Szenarien „Weiter so“ und „mehr Klimaschutz“ (Datenquelle: rbb|24 2019).

verschiedenen Klimamodelle zeigt für die Region eine mögliche mittlere Änderung von +2,9 °C der durchschnittlichen Temperatur im Jahresmittel an (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020).

Ebenso hat die Anzahl der **Sommertage** (Temperaturmaximum von 25°C erreicht) in der Metropolregion Berlin-Brandenburg seit 1961 um 8 Tage und die Anzahl der **Hitzetage** (Temperaturmaximum von 30°C erreicht) um zwei Tage zugenommen (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020). Hitzetage könnten auch in Zukunft deutlich zunehmen mit einer mittleren Zunahme von 14,3 Tagen pro Jahr und bis zu 32,2 Tagen berechneter maximaler Zunahme. Auch die Tropennächte (>20°C) könnten um bis zu 16 Tage pro Jahr zunehmen, durchschnittlich jedoch um die 4 Tage pro Jahr (MLUL & LfU 2016). Nach weiteren Projektionen des Landesamts für Umwelt Brandenburg könnten Frosttage im Barnim von einstmals 91 Tagen auf 71 Tage im Jahr abnehmen, im schlimmsten Falle sogar auf 31 Tage zurückgehen. Eistage im Barnim würden ebenfalls deutlich abnehmen; von 27 Tagen auf 17 Tage im besten und sogar 5 Tage bis Ende des Jahrhunderts im schlimmsten Falle (rbb|24 2019).

Des Weiteren verlängert sich die **Vegetationsperiode** – der Vegetationsbeginn verfrüht sich und das Vegetationsende verschiebt sich nach hinten. In der Periode 1951-1980 betrug die Vegetationsperiode in Berlin-Brandenburg 236 Tage (Spannbreite 220 bis 241 Tage), derzeitig 247 Tage (Spannbreite 225 bis 264 Tage; Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020). Ebenso liegt inzwischen der Tag des letzten Frosts einige Tage früher im Jahr (1986-2015: am 101. Tag, Spannweite 101.-109. Tag; zum Vergleich: im Zeitraum 1951-1980: am 105. Tag mit einer Spannweite: 105.-116. Tag; Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020). Nach Berechnungen des Landesamts für Umwelt Brandenburg könnte sich die Vegetationsperiode bis 2100 um bis zu 9 Wochen verlängern (rbb|24 2019).

Die klimatische Ausprägung und Veränderung in Bernau hängt allerdings nicht nur vom regionalen Klima und entsprechenden Großwetterlagen ab, sondern auch von seiner Einbettung in die regionalen landschaftlichen Gegebenheiten. Als Teil der Metropolregion Berlin wird Bernau vom „Hitzeinseleffekt“ (vgl. Corburn 2009, Akbari et al. 2016) der Großstadt aus südwestlicher Richtung beeinflusst. Im Norden schließen sich kühlende Waldflächen an, die ebenso Einfluss auf das lokale Klima in Bernau haben (siehe Abbildung 7).

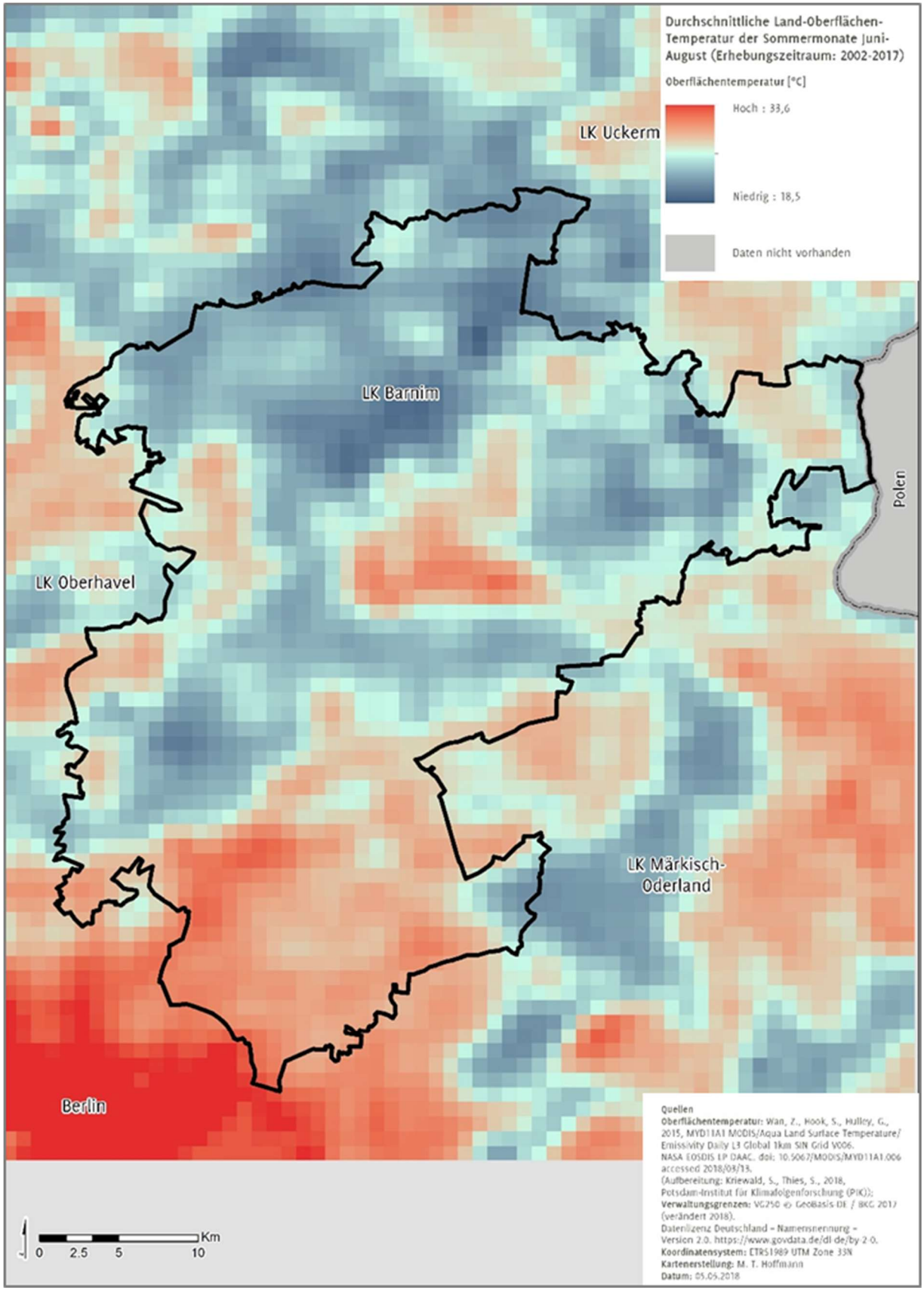


Abbildung 7: Durchschnittliche Sommertemperaturen im Landkreis Barnim (2002-2017).

3.1.1.2 Veränderung der Niederschlagsverhältnisse

In der Metropolregion Berlin-Brandenburg fällt vergleichsweise wenig Niederschlag; die Jahresmenge schwankt im langjährigen Mittel zwischen 540 und 700 mm. Generell zeigen Klimadaten, dass die Metropolregion Berlin-Brandenburg zwischen 1986 und 2015 einen leichten Anstieg des mittleren Jahresniederschlags verzeichnete (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020).

Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-1990 zeigen die Flächendatensätze keine einheitliche Entwicklung des jährlichen Niederschlags. Der Standarddatensatz zeigt für diesen Zeitraum in der Metropolregion Berlin-Brandenburg eine Änderung des Niederschlags im Jahr von +5 % (Spannbreite −8 % bis +6 %), während die relative **Luftfeuchte** gesunken ist (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020).

Deutlicher als die Gesamtniederschlagsmenge hat sich jedoch die Variabilität in der Verteilung der Niederschläge über das Jahr und über mehrere Jahre deutlich erhöht (MLUL & LfU 2016). Tendenziell gab es mehr Niederschläge im Winter und weniger im Sommer; Defizite traten vor allem im Frühjahr auf und niederschlagsreiche Extremereignisse eher im Sommer. Die Anzahl der Schneetage hat sich im Vergleich zum Zeitraum 1961-1990 um 5 Tage verringert (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020).

Bei der Änderung des **Niederschlags** zeigen die verschiedenen Klimamodelle unterschiedliche Tendenzen und daher stuft das Helmholtz-Zentrum Geesthacht diese als unklar ein, geht jedoch von einer prozentualen Steigerung zwischen 0-10 % aus. Prognosen zeigen, dass **Trockenperioden** in der Region Berlin-Brandenburg in Zukunft sowohl (um bis zu 2-4 Tage) länger andauern als auch häufiger werden könnten (MLUL & LfU 2016, Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020).

Die Herausforderung bezüglich des Niederschlags besteht also nicht generell in mehr oder weniger Wasser, sondern im Wechsel zwischen zunehmenden extremen Niederschlagsereignissen und häufigerem Ausbleiben von Niederschlag. Durch zunehmende Starkniederschlagsereignisse und einen gleichzeitigen starken Anstieg der Temperaturen werden künftige Sommer von Hitze und längeren Dürrephasen zwischen einzelnen Niederschlagsereignissen geprägt sein und das Risiko für lokale Überschwemmungen wird stark zunehmen (MLUL & LfU 2016).

Die Jahre 2018 und 2019 haben bereits gezeigt, dass einzelne Jahre erheblich verlängerte Trockenperioden sowie eine deutliche Vermehrung von Hitzetagen aufweisen können, was mit erheblichen lokalen Auswirkungen und langfristigen Folgewirkungen einhergehen kann. Des Weiteren konnten in der Bernauer Innenstadt in beiden Sommern nach kurzen Regenschauern ernstzunehmende Überschwemmungen beobachtet werden.

3.1.1.3 Veränderung von Wind

Lokalen Wahrnehmungen zufolge haben Stürme und ihre Intensitäten in Bernau in den letzten Jahren zugenommen. Vor allem traten Stürme zuletzt zu ungewöhnlichen Jahreszeiten auf, in denen sie besonders viel Schaden anrichten konnten (z.B. Frühherbst). Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-1990 wurde für die Region Berlin-Brandenburg tatsächlich ein leichter Anstieg in der Anzahl der Sturmtage (Tage mit Windgeschwindigkeit >62km/h) im Jahr (je nach Datensatz um 1-3 Tage) sowie eine leichte Zunahme in der Sturmintensität festgestellt (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020).

Bei der Entwicklung der **Sturmintensität** zeigen die Klimamodelle nach aktuellem Stand unterschiedliche Tendenzen an; es kann nicht abschließend prognostiziert werden, wie stark diese ansteigen wird. Jedoch kann grundsätzlich von einer Steigerung ausgegangen werden (Helmholtz-Zentrum Geesthacht 2020). Wenngleich bezüglich der Entwicklung von Wind und Stürmen keine klaren Prognosen getroffen werden können, kann grundsätzlich von einer höheren Variabilität und Unvorhersagbarkeit von Windereignissen ausgegangen werden.

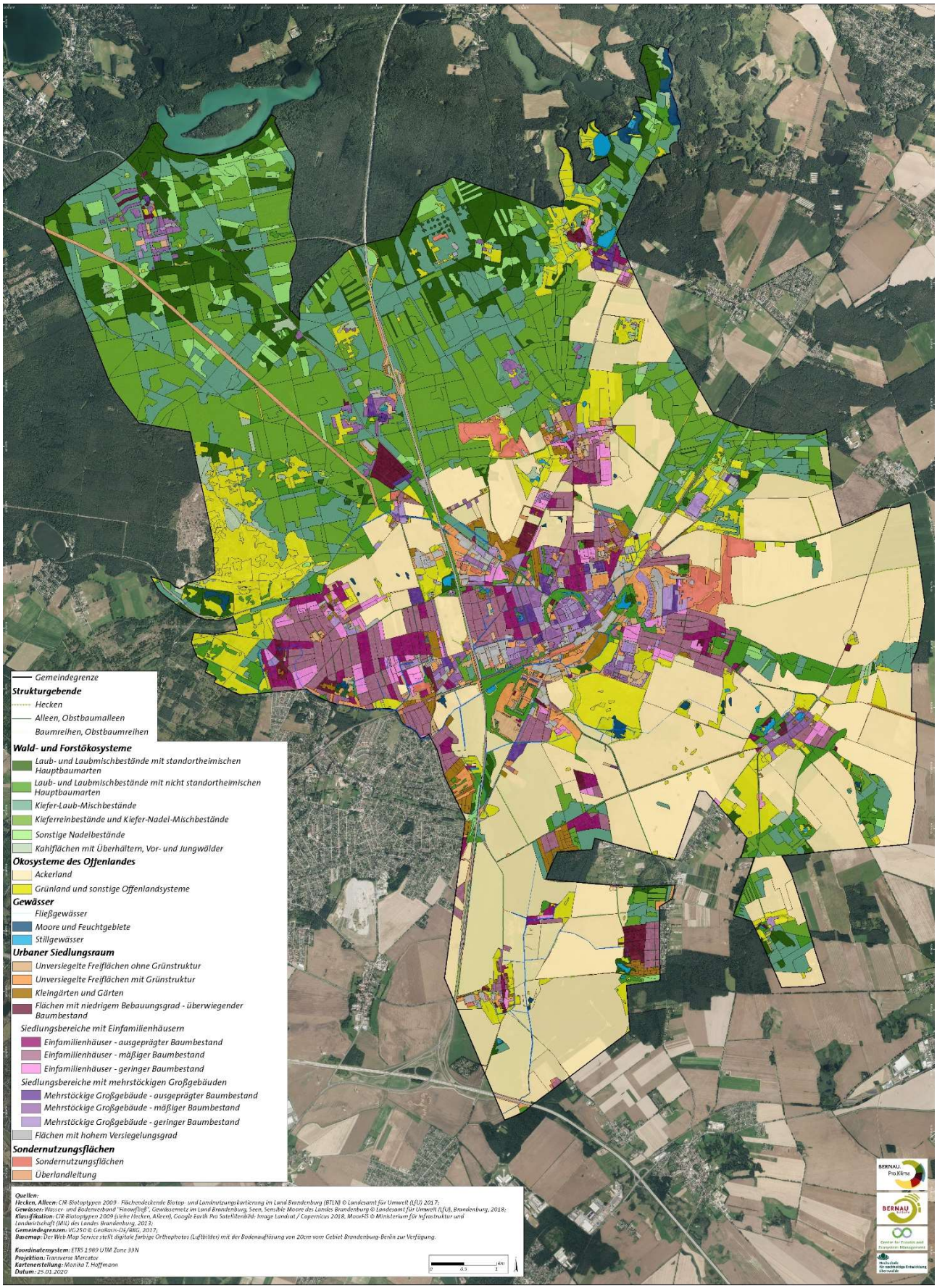
3.1.2 Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme

Die Ökosysteme in und um Bernau lassen sich in vier Ökosystemgruppen einordnen: 1) Waldökosysteme, 2) Gewässer und Feuchtgebiete, 3) Offenlandsysteme und 4) urbaner Siedlungsraum. Auf Grundlage bestimmter Ökosystem- und Flächeneigenschaften, die die ökologische Funktionstüchtigkeit beeinflussen, können in Bernau 24 funktionale Klassen für die räumliche Aufteilung der terrestrischen und halbterrestrischen Ökosysteme unterschieden werden (siehe Tabelle 6 und Karte 1: Klassifikation der Ökosysteme in Bernau bei Berlin). Die entscheidenden Kriterien umfassen die Ursprünglichkeit bzw. Natürlichkeit des jeweiligen Ökosystems, der Grad der Selbstregulation, die Menge und Art von Vegetation bzw. pflanzlicher Biomasse, die Komplexität und Diversität sowie der Anteil unversiegelter Fläche.

Tabelle 6: Flächenklassen unterschiedlicher Funktionstüchtigkeit nach Ökosystemgruppen (ausführlichere Tabelle siehe Anhang).

Funktionale Klassen	**Flächengröße (ha)**	**Einstufung Funktions-tüchtigkeita**
Waldökosystemtypen	4152	
Laub- und Laubmischbestände mit standortheimischen Hauptbaumarten	597	1
Kiefer-Laub-Mischbestände	1144	2
Laub- und Laubmischbestände mit nicht standortheimischen Hauptbaumarten	411	3
Kiefernreinbestände und Kiefer-Nadel-Mischbestände	1672	3
Sonstige Nadelbestände	246	3
Kahlflächen mit Überhältern, Vor- und Jungwälder	81	3
Offenlandökosysteme		
Ackerland	3325	4
Grünland und sonstige Offenlandsysteme	921	3
Gewässerökosysteme		
Fließgewässer		-
Stillgewässer	32	-
Moore und Feuchtgebiete	39	1
Siedlungsökosysteme		
Unversiegelte Freiflächen ohne Grünstruktur	214	4
Unversiegelte Freiflächen mit Grünstruktur	105	3
Kleingärten und Gärten	125	3
Flächen mit niedrigem Bebauungsgrad – überwiegender Baumbestand	86	3
Siedlungsbereiche mit Einfamilienhäusern		
mit ausgeprägtem Baumbestand (>30%)	174	4
mit mäßigem Baumbestand (10-30%)	455	4
mit geringem Baumbestand (<10%)	134	5
Siedlungsbereiche mit mehrstöckigen Großgebäuden		
mit ausgeprägtem Baumbestand (>30%)	57	4
mit mäßigem Baumbestand (10-30%)	173	5
mit geringem Baumbestand (<10%)	109	5
Flächen mit hohem Versiegelungsgrad (>50%)	214	5
Sondernutzungsflächen		
Sondernutzungsflächen	101	5
Überlandleitung	34	3

Karte 1: Klassifikation der Ökosysteme in Bernau bei Berlin



3.1.2.1 Funktionstüchtigkeit der Wälder in Bernau

3.1.2.1.1 Funktionale Flächenklassen der Waldökosysteme[5]

Bernau bei Berlin verfügt über verschiedene Waldökosysteme die in ihrer Funktionstüchtigkeit unterschiedlich eingeschränkt sind (Karte 2: Waldökosysteme in Bernau bei Berlin). Je nach Grad der Nutzung und Veränderung weisen die verschiedenen Wald-Ökosysteme mehr oder weniger (selbst-) regulierende Kapazität auf. Ein Anteil von 65 % wird durch Kiefernrein- und Mischbestände dominiert. In den Laub- und Laubmischwäldern dominieren die Buchenrein- und Mischbestände mit 11 % (CIR-Biotoptypen Brandenburg 2009).

Die naturnahen **Laub- und Laubmischbestände mit standortheimischen Hauptbaumarten**, zu denen Naturnahe Laub-Laubmischwälder, Moor- und Bruchwälder sowie Wälder mit der Hauptbaumart Rotbuche, Birke, Eiche oder Erle mit und ohne Misch- und Nebenbaumarten zählen, haben eine sehr hohe Funktionstüchtigkeit. Die anthropogene Beeinflussung, das heißt die direkt vom Menschen verursachten ökosystemaren Stresse, sind vergleichsweise gering. Durch die hohe Vielfalt an Arten und Strukturen und den hohen Anteil einheimischer Laubgehölze verfügen diese Bestände über ausreichend (selbst-) regulierende Kapazität, dass Klimawandelwirkungen gepuffert werden und klimawandelbedingte Stresse selten oder nur in schwacher Form entstehen können.

Die Laub- und Laubmischbestände mit nicht standortheimischen Hauptbaumarten sind Laubholzbestände oder Laub-Nadel-Mischbestände aus Hauptbaumarten wie Robinie und Roteiche. Obwohl diese Bestände angepflanzt wurden, haben sie aufgrund ihres hohen Laubholzanteils eine relevante klimaregulierende Wirkung. Allerdings beeinflussen sie einige lokale Ökosystemfunktionen und die selbstregulierte Ökosystementwicklung ungünstig, z.B. durch extreme Dominanz oder Versauerung des Bodens. Eine Selbstregulation des Systems könnte zu einer Verarmung bezüglich heimischer Arten und Strukturen führen. Diese Flächen weisen daher eine mittlere Funktionstüchtigkeit auf.

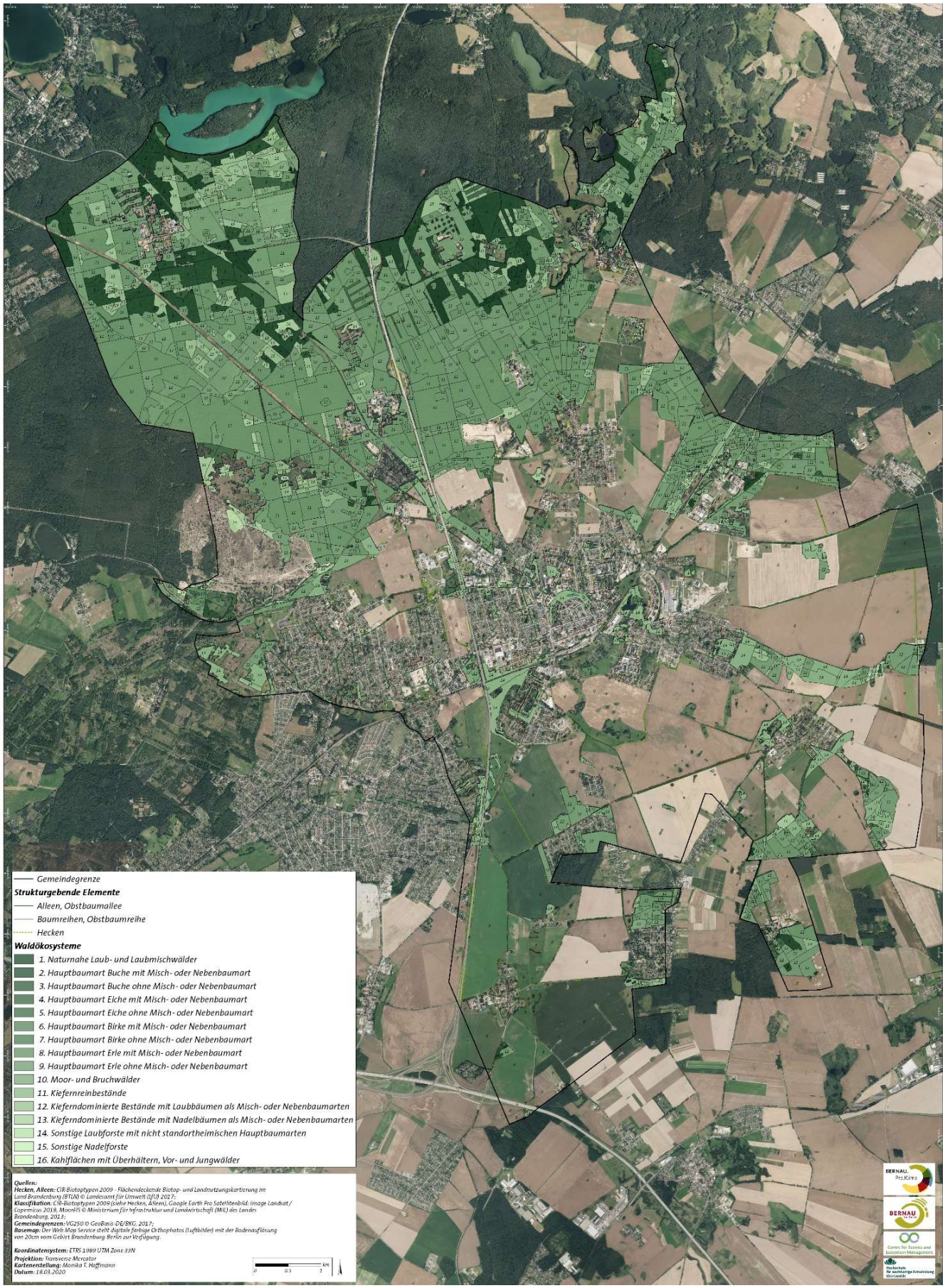
Bei **Kiefern-Laub-Mischbeständen** handelt es sich um ältere Bestände mit der Gemeinen Kiefer als Hauptbaumart und Laubgehölzen wie Rotbuche, Birke oder der Spätblühenden Traubenkirsche als Misch- oder Nebenbaumarten. Durch die Durchmischung von Arten und Altersklassen sowie durch den vergleichsweise hohen Anteil an Laubgehölzen ist die Funktionstüchtigkeit als hoch einzustufen, wenn auch nicht als sehr hoch, da diese Bestände zumeist anlegt oder aktiv beeinflusst wurden.

Kiefernreinbestände, Kiefer-Nadel-Mischbestände und **sonstige Nadelbestände** sind sehr naturferne Forst-Ökosysteme mit Nadelgehölzen wie der Gemeinen Kiefer, der Gemeinen Fichte oder der aus Nordamerika stammenden Douglasie als Hauptbaumarten mit oder ohne Misch- und Nebenbaumarten, deren Funktionstüchtigkeit als mittel einzustufen ist. Permanente menschliche Eingriffe prägen diese Ökosysteme; eine Selbstregulation kann kaum stattfinden. Viele essentielle ökosystemare Strukturen und Prozesse fehlen in diesen Forsten, was sie über lange Sicht auch anfällig für Auswirkungen des Klimawandels macht.

Kahlflächen mit Überhältern, Vor- und Jungwälder sind ausschließlich durch menschliche Aktivitäten entstanden und umfassen junge Aufforstungen, Kahlflächen, Rodungen, Blößen mit Überhältern sowie Vorwälder auf frischen und trockenen Standorten. Oft erfahren diese Flächen weitere Pflege- und Entwicklungseingriffe wie Entkrautung, Bepflanzung und später auch Durchforstung. Allerdings haben diese stark transformativen Ökosysteme ein hohes Potenzial ökologische Funktionstüchtigkeit aufzubauen, wenn sie sich zukünftig vorwiegend selbstreguliert entwickeln dürfen. Sie haben eine mittlere Funktionstüchtigkeit.

[5] Terminologie der Waldtypen folgt der Biotoptypenkartierung Brandenburgs.

Karte 2: Waldökosysteme in Bernau bei Berlin



3.1.2.1.2 Ökosystemare Stresse der Waldökosysteme

Zwar verfügt Bernau über eine relativ große, überwiegend zusammenhängende Waldfläche, allerdings gibt es auch kleinere Waldfragmente. Daneben nehmen die Laub- und Laubmischwälder nur kleine und fragmentierte Flächen ein, die dadurch zunehmende Randeffekte aufweisen. Das Mosaik unterschiedlicher Nutzungsarten (darunter Siedlungsräume, Verkehrswege, Energietrassen) bewirkt eine Zerschneidung und Verinselung von Waldgebieten, die natürlicherweise zusammenhängen würden. Entstehende Waldökosystemfragmente sind zunehmend voneinander getrennt und in ihrer Funktionstüchtigkeit eingeschränkt. Die zunehmende Fragmentierung führt zu Verkleinerung und Verinselung von Populationen, zu genetischer Verarmung und ggf. zum lokalen Verschwinden von Arten. Abrupte Übergänge zwischen Wald und anderen Flächen ohne funktionale Waldränder erhöht die Randeffekte; es kommt unter anderem leichter zum Eintrag von ökosystemfremden Stoffen z.B. durch Emissionen des Straßenverkehrs oder der Landwirtschaft.

Aufgrund von Bauvorhaben kann es zum weiteren Flächenverlust von Wald kommen, der auch mit der im brandenburgischen Waldgesetz festgelegten Flächenkonstanz nur bedingt aufgehalten werden kann (§8 LWaldG[6]). Sehr kritisch zu sehen ist die Errichtung von Windkraftanlagen im Wald; nicht zuletzt bedingen die Zufahrtswege eine zusätzliche interne Zerschneidung und mikroklimatische Veränderungen.

Durch Erschließung und Betrieb der forstlichen Flächen erfolgen zusätzliche Störungen. Nicht nur durch die Anlage und Befahrung von Forststraßen und -wegen, sondern auch von sogenannten Rückegassen für die entsprechenden Maschinen, kommt es zum Verlust von Flächen für das Baumwachstum und damit zu Biomasseverlusten. Lineare Schneisen bedeuten Waldränder mitten im Wald und damit veränderte Licht- und Klimaverhältnisse.

Die Bestände werden potenziell lichter, wärmer und trockener. Ursprünglich nicht heimische Arten können entlang der Wege und auf gestörten Flächen in den Wald vordringen, mitunter andere Arten verdrängen und zur weiteren Homogenisierung beitragen. Der Boden wird zumindest im Bereich der Rückegassen verdichtet; unterirdisch kann es zur Zerschneidung von für die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen wichtigen Pilz-Wurzelgeflechten kommen (Mykorrhiza). Bei der Holzernte werden Boden und nachwachsende Vegetation auf den Rückegassen (und darüber hinaus) oftmals beschädigt. Bei stärkerem Einschlag, der Absenkung des Bestockungsgrades, entstehen mehr oder weniger große Lücken im Kronendach. Dies hat zusammen mit dem Biomasseentzug wiederum Einfluss auf das Mikroklima. Biomasse im Wald ist u.a. auch Wasserspeicher und kühlt. Bäume die freier stehen, werden außerdem bei Sturm stärker bewegt und sind ggf. anfälliger gegen Windwurf. Die Windanfälligkeit von Bäumen ist für eine gewisse Zeit hoch, wenn zuvor aus einem Bestand größere schützende Bäume entnommen wurden.

Besonders problematisch in stark genutzten Wäldern ist die Armut an totem und altem Holz. Totholz ist z.B. Lebensraum für viele Arten und Substrat für die Verjüngung. Es ist Nährstoff- und Wasserspeicher, schützt den Boden vor Austrocknung und wirkt günstig auf die Bodenbildung.

Die intensive Bewirtschaftung der naturfernen Nadelwälder und Forste hat zur Folge, dass die Alters- und Zerfallsphase stark eingeschränkt wird, da weniger Alt- und Totholz auf diesen Flächen vorzufinden ist. Wie bei allen Ökosystemnutzungen und jeglichen infrastrukturellen oder industriellen Aktivitäten des Menschen kommt es auch bei der Forstwirtschaft in allen Betriebsphasen zu Beeinträchtigungen der Ökosysteme und ihrer Funktionstüchtigkeit. Bei der Begründung von Forsten und dem Selektieren der Baumarten, denen das Wachstum gestattet wird, werden fundamentale Weichen gestellt.

[6] Waldgesetz des Landes Brandenburg (LWaldG) vom 20. April 2004 (GVBl.I/04, [Nr. 06], S.137) zuletzt geändert durch Gesetz vom 30. April 2019 (GVBl.I/19, [Nr. 15])

Bei der Auswahl von vergleichsweise wenigen Arten und der Kultur von überwiegend gleichaltrigen Bäumen kommt es zur starken Vereinfachung der Bestände, Verlust von Biodiversität auf allen Ebenen und zu einer verminderten Selbstregulation. Unter anderem können sich Schädlinge leichter durchsetzen und ökonomisch relevanten Schaden anrichten. Das Risiko für Windwurf und Waldbrände steigt unter Umständen. Wenn in größerem Umfang nichtheimische Bäume gepflanzt werden, stehen unter Umständen weniger Ressourcen für heimische Tierarten zur Verfügung. Bestimmte Baumarten wirken in Monokultur ungünstig auf den Boden (z.B. Versauerung durch Nadelstreu, Verringerung von Bodenmikroorganismen und verfügbaren Nährstoffen z.B. durch Rot-Eiche). In Nadelwäldern ist des Weiteren die Verdunstung auch in den zuletzt häufiger auftretenden milden Wintern erhöht und die Grundwasserneubildung stark reduziert.

Durch die jahrzehntelange Besiedelung und Nutzung der ehemaligen und verbliebenen Waldflächen hat sich u.a. durch den Verlust von Prädatoren wie dem Wolf die Populationsdichte besonders von Schalenwild so stark erhöht, dass dies den Wald in seiner Entwicklung und Verjüngung stört.

Wird die Funktionstüchtigkeit der Wälder vermindert, werden diese für **Klimawandelwirkungen** deutlich empfänglicher. In stark veränderten Beständen, vorwiegend in solchen wo die Kiefer dominiert und der Unterwuchs sehr spärlich ist, herrscht auch ein verändertes Waldinnenklima, welches fern vom typischen ausgleichenden Mikroklima eines Laubmischwaldes ist. Eine geringere Verdunstung und eine stärkere bzw. ungebremste Sonneinstrahlung führen zu niedriger Luftfeuchte und höheren Temperaturen an heißen Tagen. Die Böden trocknen aus und Bäume erleiden Trocken- und Hitzestress, was zu höheren Mortalitätsraten führen kann. Höhere Temperaturen und weniger Feuchtigkeit im Wald gepaart mit leicht entzündlichen Baumarten wie der Kiefer erhöht auch die Gefahr von Waldbränden. Die höheren Temperaturen im Winter begünstigen außerdem die Reproduktion von Insekten und anderen Lebewesen die im und von Holz leben – der Buchdrucker beispielsweise zeigt inzwischen drei Reproduktionszyklen pro Jahr, statt zwei (Möller 2019). Die Bäume werden vermehrt durch Pathogene und Insektenkalamitäten geschwächt und die Mortalitätsrate steigt. Schneisen, lichte Bestände und abrupte Waldränder begünstigen die Wirkung von Wind bzw. Stürmen, was zu individuellen bis flächigen Verletzungen und Umstürzen von Bäumen führen kann. Die entstandenen Lichtungen erhöhen die Randeffekte im Wald und bieten wiederum neue Angriffspunkte für Stürme und starke Sonneneinstrahlung.

3.1.2.2 Funktionstüchtigkeit der Gewässer und Feuchtgebiete in Bernau

3.1.2.2.1 Funktionale Flächenklassen der Gewässer und Feuchtgebiete

Unter **Gewässer** zählen hier vor allem Stillgewässer, kontinuierlich Wasser führende oberirdische Süßwasserkörper, die natürlich gewachsen sind (z.B. Seen wie der Liepnitzsee, Pfuhle oder Weiher), aber auch künstlich angelegt sein können (z.B. Teiche oder Tümpel im Siedlungsbereich). Weiher, Teiche oder Tümpel sind in keiner charakteristischen Art an einen bestimmten Landschaftsausschnitt gebunden, selbst innerhalb der Stadt Bernau ist ihre Anzahl und Bedeutung sehr hoch. Durch ihre Fähigkeit Wasser aufzunehmen, zu und zu verdunsten, spielen sie eine bedeutende Rolle in der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel.

Zu den **Fließgewässern** zählen vor allem die Panke und deren Zuflüsse, einschließlich verrohrter Fließe und kleiner Bäche. Die Fließgewässer in Bernau sind generell stark vom Menschen beeinflusst. Hierzu zählen nicht nur die vielen über Jahrhunderte bewirkten Veränderungen im Flusslauf und der Verbauung der Fließgewässer, sondern in jüngerer Zeit auch Maßnahmen der Renaturierung und Revitalisierung (MLUV 2009). Die Effekte äußern sich lokal teilweise sehr unterschiedlich und oftmals auch räumlich versetzt. Ähnlich wie die Stillgewässer sind Fließgewässer aufgrund ihrer Fähigkeit Wasser aufzunehmen,

zu speichern, abzutransportieren und zu verdunsten zentral in der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel. Ihre räumliche Ausbreitung und ihr vernetzender Charakter sind besonders wichtig für die Funktionstüchtigkeit des Ökosystemverbundes.

Der Flächenanteil der **Moore und Feuchtgebiete** ist in Bernau nicht sehr hoch, aber dennoch haben diese Ökosysteme eine bedeutende Rolle. Sie stellen eine Übergangsform zwischen Gewässer und Landlebensraum dar, die auch temporäre Gewässer mit einbezieht. Es werden Moore, Sümpfe, Röhrichte und Binsenbestände sowie Sölle dazugezählt. Moore und Sümpfe waren einst zahlreicher als heute und treten vor allem im Bereich der östlichen Pankezuflüsse auf. Die Feldsölle und Pfuhle konzentrieren sich in der Barnimer Feldmark und somit vorrangig in der Agrarlandschaft. Die Nutzung und Veränderung dieser Standorte durch den Menschen ist sehr unterschiedlich, was sich auch unterschiedlich auf die Funktionstüchtigkeit auswirkt. Nur naturnahe Moore, Sümpfe und Sölle haben eine sehr hohe ökologische Funktionstüchtigkeit. Als halbterrestrische Standorte kombinieren sie die Wasserspeicherfähigkeit der Gewässer mit der Fähigkeit terrestrischer Systeme, Pflanzenbiomasse zu produzieren, die zusätzlich Wasser speichert und verdunstet. Genutzte und degradierte Feuchtgebiete hingegen gleichen sich in ihrer Funktionstüchtigkeit eher ihrer Umgebung an. So haben landwirtschaftlich genutzte Moorstandorte zum Beispiel eine mittlere Funktionstüchtigkeit. Durch die Entwässerung von Niedermooren entstanden in der Vergangenheit artenreiche Feuchtwiesen, z.B. die Faulen Wiesen bei Bernau. Um diese zu erhalten, sind allerdings aufwändige naturschutzfachliche Maßnahmen nötig, da die natürliche Sukzession zu einer Verbuschung oder Verschilfung führen würde (Luthardt 2014). Die ökologische Funktionstüchtigkeit ist auch hier nur mäßig.

3.1.2.2.2 Ökosystemare Stresse der Gewässer und Feuchtgebiete

Die Stadt Bernau hat sich im oberen Panketal entwickelt, was zu erheblichen Veränderungen des Naturraumpotenzials geführt hat. Frühzeitig erfolgte Drainage und Überbauung von Feuchtgebieten sowie die Veränderung der natürlichen Fließgewässer. Der überwiegend historische Flächenverlust der Gewässer und Feuchtgebiete in Bernau einschließlich ihrer Uferbereiche und Auen durch Infrastrukturentwicklung, Versiegelung, Bebauung und anderweitige Flächennutzung, aber auch der Wasserverlust durch Entwässerung und Absenkung des Grundwasserspiegels wirken sich zum einen direkt auf die Funktionstüchtigkeit der Gewässer und Feuchtgebiete aus, ziehen aber auch viele Veränderungen nach sich, die die Funktionstüchtigkeit weiter einschränken.

Der Verlust von Fläche, bzw. die Einengung des Entwicklungskorridors, für die Panke und andere kleinere Fließgewässer ging in jahrhundertelanger Entwicklung mit einer zunehmenden Veränderung des Flussverlaufs, des Wasserkörpers sowie der flussbegleitenden Vegetation und einer Verschlechterung der Wasserqualität einher. Ein heute gleichförmiges und enges Profil, der oft geradlinige Verlauf, Strukturarmut und degradierte Uferbereiche bringen Veränderungen im Fließverhalten und im Wasserstand und dessen Schwankungen mit sich. Das führt zu Erosion, einem erhöhten Geschiebetrieb und zum Verlust von organischem Material in der Gewässersohle. Die Versiegelung und Bebauung bzw. landwirtschaftliche oder Erholungsnutzung bis an den Gewässerrand verhindern vegetationsreiche Gewässerrandstreifen und Gehölzsäume sowie eine Verbindung mit den ursprünglichen Auen. Die intensive Flächennutzung in der Umgebung bringt zudem eine Belastung mit ökosystemfremden Stoffen, (d.h. zusätzliche Nährstoffe und Schadstoffe9 mit sich, was den Nährstoffhaushalt stört und die Wasserqualität verringert. Nicht zuletzt unterbrechen Querbauwerke und Verrohrungen die ökologische Durchgängigkeit und verändern das Fließverhalten.

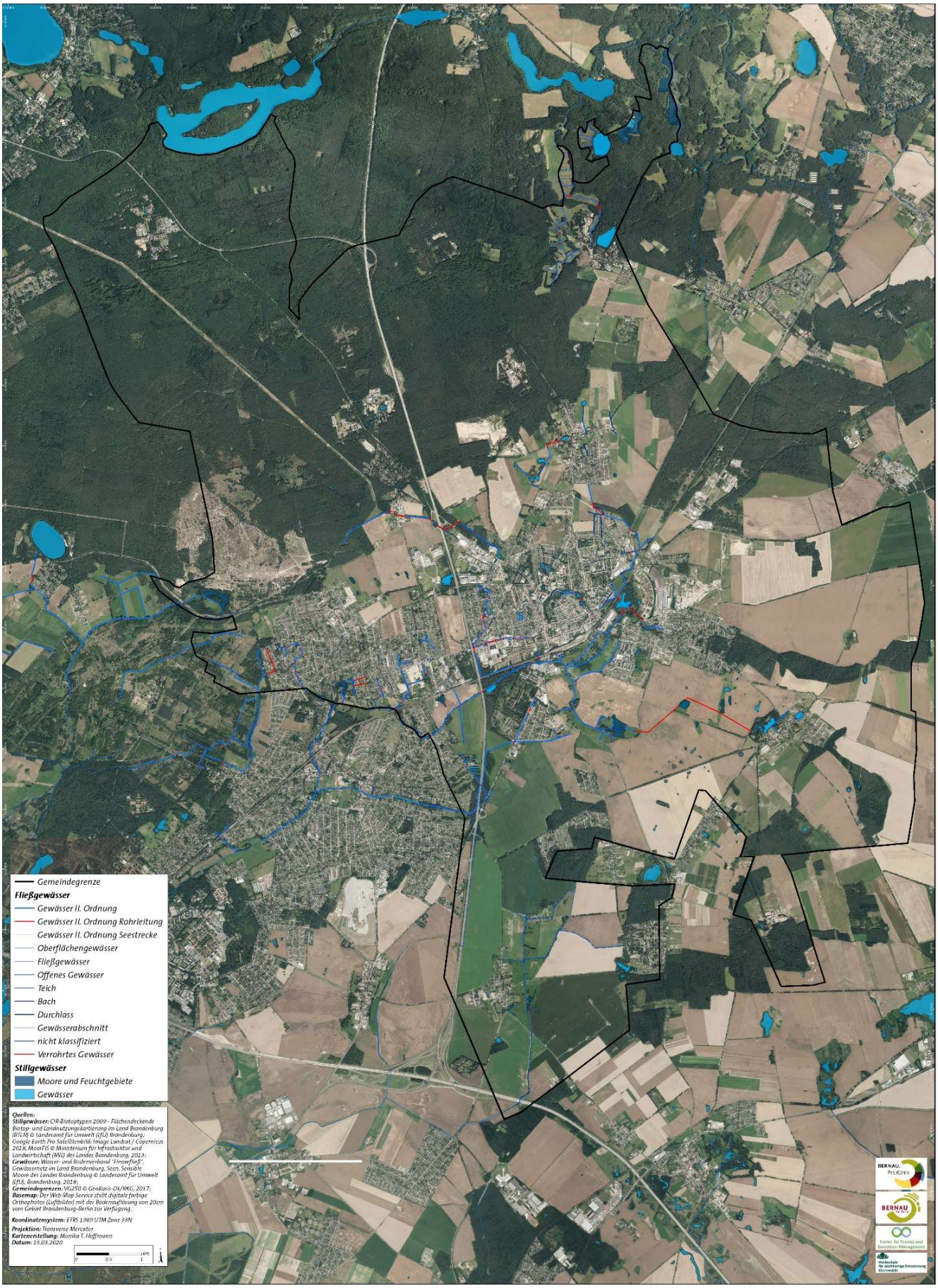
Die Funktionstüchtigkeit der Moore und Feuchtgebiete wird vor allem von intensiver landwirtschaftlicher Nutzung eingeschränkt. Zum einen wurden einige Feuchtgebiete für eine direkte Nutzung überformt und degradiert. Zum anderen führen stoffliche Einträge aus intensiv betriebener Landwirtschaft zu

Eutrophierung und Versauerung, befördern gleichzeitig aber auch Verlandungsprozesse und entsprechende Flächenverluste. Klein(st)gewässer wie Feldsölle, Kolke und Pfuhle sind diesbezüglich besonders gefährdet. Bei Moorstandorten kann dies zur Mineralisierung und somit einem Moorschwund führen. Darüber hinaus bewirken Entwässerungsstrukturen wie Gräben eine schlechte Wasserversorgung und Wasserentzug von Feuchtgebieten, was die Verlandung und Austrocknung weiter vorantreibt.

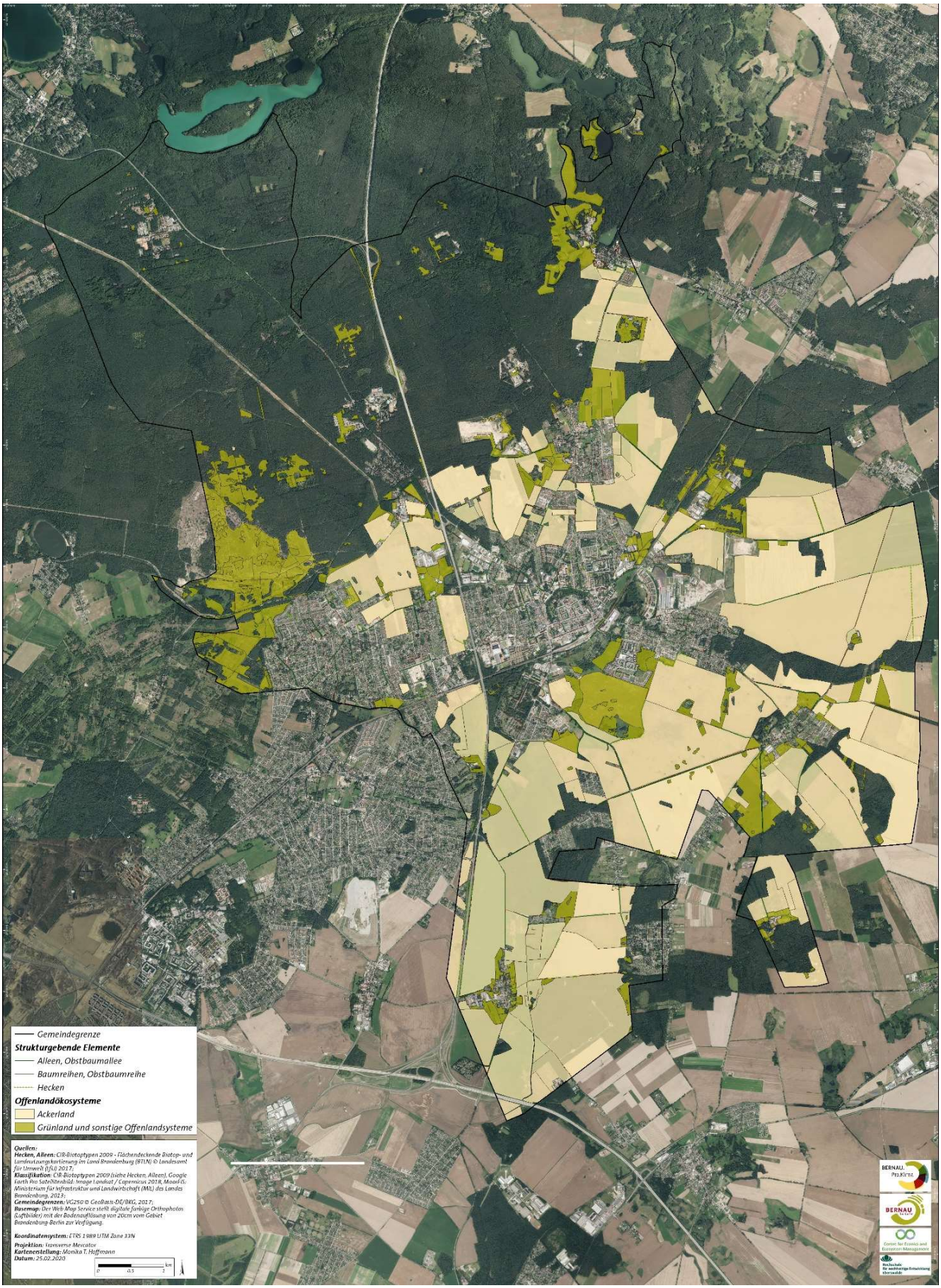
Die Gewässer und Feuchtgebiete in Bernau sind mit zwei entgegengesetzten Auswirkungen des globalen **Klimawandels** konfrontiert. Einerseits führen häufigere und stärkere Starkregenereignisse zu erhöhten Oberflächenabflüssen und einer höheren Einleitung von Regenwasser in die Fließgewässer, was zu zeitweise höheren Wassermengen und – bedingt durch die engen Profile – zu zeitweise sehr hohen Fließgeschwindigkeiten führt. Das Wasser kann dann aufgrund fehlender Retentions- und Überflutungsflächen vor allem in den unteren Flussabschnitten unkontrolliert über die Ufer treten, wo es große Schäden anrichten kann.

Andererseits bedingen allgemein geringere Niederschlagsmengen und längere Trockenphasen, vor allem in heißen Zeiten, niedrige Wasserstände sowohl in Fließ- als auch in stehenden Gewässern und Feuchtgebieten, die immer länger anhalten und sich kaum mehr erholen. Das kann vom zeitweisen Trockenfallen von Bach- und Flussabschnitten bis hin zur völligen Austrocknung und damit zum Verlust von Kleingewässern und Söllen führen. Der Prozess der Austrocknung wird durch fehlende Gehölzsäume und mangelnder begleitender Vegetation entlang der Gewässer und Feuchtgebiete und damit fehlender Beschattung und Wasserspeicherung begünstigt. Der Wasserverlust der Moore, die von intensiver Landwirtschaft umgeben oder anderweitig mit Entwässerung konfrontiert sind, verschärft sich weiter – es kommt zur unumkehrbaren Mineralisierung.

Karte 3: Gewässerökosysteme in Bernau bei Berlin



Karte 4: Ökosysteme des Offenlandes in Bernau bei Berlin



3.1.2.3 Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme des Offenlandes in Bernau

3.1.2.3.1 Funktionale Flächenklassen des Offenlandes

Bei **Grünland** und handelt es sich um in erster Linie um anthropogen geschaffene und landwirtschaftlich genutzte oder ungenutzt zur Erhaltung gepflegte Ökosysteme des Offenlandes (d.h. nicht in unmittelbarer Siedlungsnähe), deren Biomasseaufwuchs überwiegend aus Gras und krautigen Pflanzen besteht und durch Beweidung oder Mahd reguliert wird. **Sonstige Offenlandsysteme** sind Grünland und andere naturnähere Flächen mit spärlichem bis in Gruppen stehendem Baumbestand (z.B. Obstwiesen). Durch ihre starke Veränderung, vergleichsweise extensive Nutzung, aber geringe Versiegelung und Bebauung weisen diese Flächen eine mittlere Funktionstüchtigkeit auf.

Bei **Ackerland** handelt es sich um landwirtschaftliche Anbauflächen für Feldfrüchte wie Getreide, Ölpflanzen, Hackfrüchte usw. einschließlich deren Zwischenfrüchte (Gründüngung bzw. Grünbrache). Das Ackerland in Bernau ist durch intensive Bewirtschaftung inkl. einer intensiven Bodenbearbeitung sowie Monokulturen charakterisiert. Durch ihre starke Veränderung und stetige intensive Nutzung, aber geringe Versiegelung und Bebauung weisen diese Flächen eine geringe Funktionstüchtigkeit auf.

3.1.2.3.2 Ökosystemare Stresse der Ökosysteme des Offenlandes

Das Offenland in Bernau wird durch zwei maßgebliche Faktoren beeinflusst: zum einen durch den Siedlungsdruck sowie damit verbundenen Infrastrukturmaßnahmen und zum anderen durch eine intensive, großflächige Landbewirtschaftung.

Die Stadt Bernau wächst; offene Flächen entlang des Stadtrands wurden vereinzelt auch noch in den letzten Jahren versiegelt und bebaut. Landschaftliche Verbundsysteme werden unterbrochen und weiter fragmentiert. Zusätzlich sorgen Straßen für eine weitere Zerschneidung.

Gleichzeitig wird ein Großteil des Offenlandes intensiv bewirtschaftet, was zum einen mit dem Verlust von naturnahen Offenlandsystemen wie Feldsöllen und Grünstrukturen wie Hecken und anderen Gehölzen einhergeht. Zum anderen verändern sich Struktur und stoffliche Zusammensetzung des Bodens – die Bodengesundheit leidet, zumal wenn die landwirtschaftlichen Verfahren und die Wahl der Feldfrüchte nicht dem Standort entsprechen. Neben Verdichtung und der Belastung mit ökosystemfremden Stoffen (z.B. durch Einsatz von Pestiziden und synthetischen Düngemitteln) hat vor allem der Verlust organischer Materie im Boden durch die permanente Entnahme von Biomasse ungünstigen Einfluss auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt des Offenlandes. Das Wasser kann vom Boden schlechter aufgenommen und kaum im Boden gehalten werden.

Zusammen mit der Strukturarmut wird die ökologische Funktionstüchtigkeit auch durch die Bevorzugung von wenigen Kulturpflanzenarten (v.a. Anbau von Energiepflanzen wie Mais) und den Verlust von Vielfalt an Lebensräumen und Arten verringert. Die Vergrößerung von Schlägen verstärkt das Problem immer weiter.

Die ausgeräumte und vegetationsarme Agrarlandschaft leidet in Zeiten des **Klimawandels** vor allem unter Wasserverlust und Trockenheit. Die Böden trocknen aus, da das Wasser nicht vor Ort gespeichert werden, sondern ungehindert direkt verdunsten kann. Die Gefahr des Trockenstresses für Feldfrüchte, aber auch für andere Vegetation im Offenland wächst. Zudem kommt es vermehrt zu Bodenerosion, wenn der Wind ungebremst über die bodennackten Flächen bläst und auch wenn trockene Böden zu ungünstigen Tageszeiten bearbeitet werden. Dies äußert sich sowohl in Bodenverlust von den Ackerflächen als auch in großen Staubwolken, die bis in die urbanen Gebiete getragen werden. Kommt es nach langer Trockenheit dann spontan zu Starkregen, können die Böden das Wasser nicht schnell genug aufnehmen und es kommt zu zeitweisen Überschwemmungen, einem größeren Oberflächenabfluss und damit einhergehender

Bodenerosion. Das vermehrte und stärkere Aufkommen von Wind und Stürmen führt immer häufiger dazu, dass einzelnstehende Bäume oder ungesäumte Alleen beschädigt werden, abbrechen oder gänzlich entwurzeln. Ähnlich wie im Wald werden auch im Offenland durch höhere Wintertemperaturen und das Ausbleiben von starken Frösten Schädlinge häufiger auftreten und größere Schäden anrichten. Zudem können Spätfröste erhebliche Schäden verursachen, vor allem, wenn sie nach längeren überdurchschnittlich warmen Phasen im Winter oder Frühling auftreten. Zum einen werden Keime, Sprosse und Blüten vernichtet, zum anderen verändern bestäubende Insekten ihre Aktivitätsmuster und sterben frühzeitig in kalten Phasen nach zu frühem Flugbeginn.

Abbildung 8: Trockenes und ausgeräumtes Offenland um Bernau.

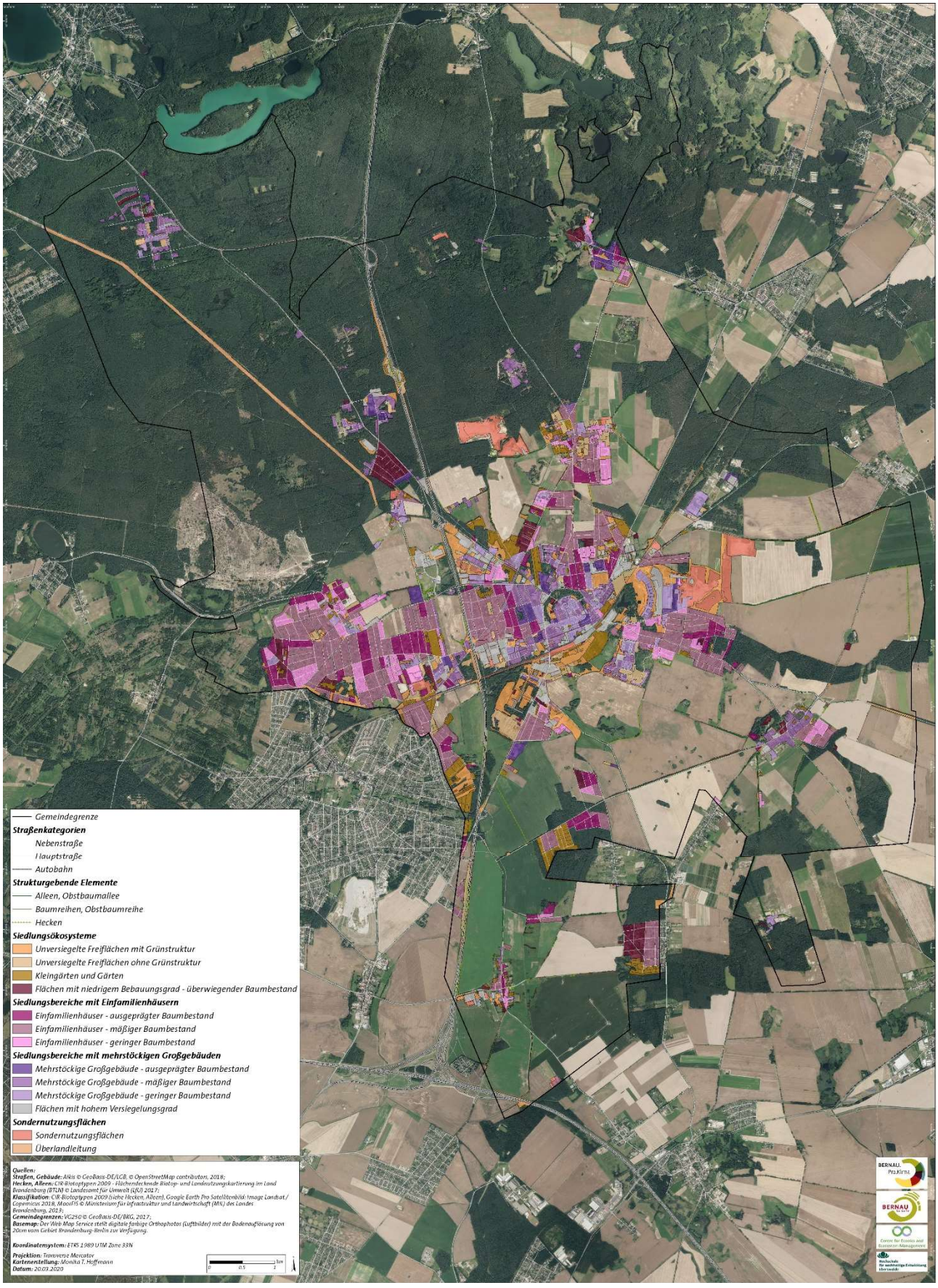
3.1.2.4 Funktionstüchtigkeit des urbanen Siedlungsraumes

3.1.2.4.1 Funktionale Flächenklassen des urbanen Siedlungsraumes

Die Flächenklasse **Flächen mit niedrigem Bebauungsgrad – überwiegender Baumbestand** beinhaltet Überwiegend (alte) Gebäude oder Gehöfte mit einem hohen Flächenanteil an Bäumen (über 50 %). Dies können alte Gärten mit großen Bäumen sein, z.B. parkartige Gärten alter Villen oder baumreiche Gärten innerhalb alter Blockrandbebauung. Durch die meist geringe Pflegeintensität ergeben sich Entfaltungsmöglichkeit für Spontan- und Subspontanvegetation. Diese Flächen haben eine mittlere ökologische Funktionstüchtigkeit.

Unversiegelte Freiflächen mit Grünstruktur sind siedlungsnahe Grünflächen mit sporadisch oder in Gruppen auftretenden Gehölzen. Zwar sind diese Flächen nicht versiegelt oder bebaut und verfügen über ein gewisses Maß an permanenter Biomasse. Allerdings schränkt die Siedlungsnähe, d.h. die Angrenzung an versiegelte und bebaute Flächen, und die vormals anthropogene Veränderung die ökologische Funktionstüchtigkeit ein, so dass diese als mittel einzustufen ist.

Karte 5: Ökosysteme des urbanen Siedlungsraums in Bernau bei Berlin



Unversiegelte Freiflächen ohne Grünstruktur sind Grün- und Brachflächen in Siedlungsnähe und innerhalb der urbanen Siedlungsräume, die keine Gehölzstrukturen aufweisen. Hier wächst je nach Nutzungs- und Pflegeintensität mehr oder weniger bodennahe Vegetation auf (Gräser, Kräuter, Stauden, Kleinstgehölze). Durch den geringen Anteil an Biomasse, die Nähe zu versiegelten und bebauten Flächen und die vormals anthropogene Überformung ist die ökologische Funktionstüchtigkeit eher gering.

Kleingärten und Gärten sind kleinparzellierte Gartenanlagen mit kleinen Lauben oder Gartenhäusern, teilweise auch „verwilderte" Anlagen. Sie sind anthropogen überformt und in stetiger Nutzung. Allerdings ist der Versiegelungs- und Bebauungsgrad sehr gering. Die ökologische Ausstattung kann variieren. In ihrer Gesamtheit wird ihnen eine mittlere Funktionstüchtigkeit zugeschrieben.

Siedlungsbereiche mit **Einfamilienhäusern** werden als Blöcke kategorisiert und bestehen aus einzelnen Parzellen eingeschlossen von Straßen. Sie weisen eine über die Fläche verteilte Bebauung aus ein- oder zweigeschossigen Einzelgebäuden mit vergleichsweise geringer Grundfläche auf, zwischen denen ein Netz aus Grün- und Freiflächen besteht. Der Versiegelungsgrad auf den einzelnen Grundstücken kann variieren. Auch die Art und Menge der Vegetation kann auf den Einzelparzellen sehr unterschiedlich sein, ist aber meist stark anthropogen verändert und oft pflegeintensiv, d.h. Pflanzenbiomasse und ökologisch wertvolle Elemente werden regelmäßig entfernt bzw. gestört. Blöcke mit **ausgeprägtem Baumbestand** (über 30 %) oder **mäßigem Baumbestand** (10-30 %) haben eine geringe Funktionstüchtigkeit, Flächen mit **geringem Baumbestand** (weniger als 10 %) eine sehr geringe.

Flächen mit **mehrstöckigen Großgebäuden** sind mit mehrgeschossigen, oft in Blöcken oder Reihen angeordneten Gebäuden überwiegend, aber nicht ausschließlich, mit Wohnfunktion, bebaut. Sie unterscheiden sich in ihrer Grundfläche, Bauhöhe, Anordnung und Umgebung deutlich von Einfamilienhäusern. Angrenzende Freiflächen sind – wenn nicht für Parkplätze und Wege versiegelt – zumeist stark verdichtet und gärtnerisch als Grünflächen angelegt. Flächen dieser Art mit einem **ausgeprägten Baumbestand** (über 30 % Flächenanteil mit Baumkronen) haben eine geringe Funktionstüchtigkeit. Flächen mit **mäßiger Baumbestand** (10-30 % Baumkronenanteil) und **geringem Baumbestand** (unter 10 % Baumkronendeckung) weisen eine sehr geringe ökologische Funktionstüchtigkeit auf.

Flächen mit hohem Versiegelungsgrad wie Straßen, Industriegebiete, Parkplätze oder großflächige Gewerbegebäude sind komplett anthropogen überformt und durch die Versiegelung und Bebauung aus ökologischer Sicht dauerhaft sehr stark gestört. Ferner beeinflussen sie benachbarte Flächen ungünstig. Sie haben eine sehr geringe ökologische Funktionstüchtigkeit.

3.1.2.4.2 Ökosystemare Stresse im urbanen Siedlungsraum

Der Verlust und die Fragmentierung ökologisch wertvoller Flächen stellen das größte Problem in den urbanen Siedlungsräumen dar. Sowohl Siedlungserweiterungen als auch innerstädtische Bebauungsverdichtungen führen zu diesen Umwandlungen freier Flächen und somit dem Verlust von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere sowie von regulierenden Funktionen. Die Versiegelung von Böden ist hier eine der größten Eingriffe in die ökologische (Selbst-)Regulation, aber auch Verdichtung und Umstrukturierung der Böden, die mit Befahrung und Bebauung einhergehen, beeinträchtigen die ökologische Funktionstüchtigkeit. Vor allem beeinflusst dies den lokalen Wasserhaushalt, da Wasser nicht lokal versickert oder gespeichert werden kann, in großen Mengen abgeleitet wird und vor allem nicht für Pflanzen zur Verfügung steht. Nicht zuletzt schränkt eine verdichtende Bebauung auch die Frischluftzufuhr aus Frischluftentstehungsgebieten wie angrenzenden Wäldern, biomassereichen Offenlandsystemen oder innerstädtischen Grünflächen ein.

Innerstädtische Grünflächen können den Bedarf an Frisch- und Kaltluft jedoch kaum allein decken, wenn sie kleinflächig, spärlich bewachsen, struktur- und artenarm sind. Diese Flächen sowie alte und neu geschaffene Grünstrukturen wie Bäume erfahren oftmals eine intensive Pflege aus Gründen der Verkehrssicherung oder Ästhetik, was zur ökologischen Verarmung und zur Reduktion der regulierenden Funktionen beiträgt. Pflegemaßnahmen wie Gehölzschnitt, Mahd, Laubentnahme oder Wildkrautkontrolle gehen oft mit einem Verlust von wertvoller Pflanzenbiomasse einher, gerade wenn Mahd- oder Schnittgut von den Flächen entfernt wird. Dies wiederum führt zum Verlust von organischer Materie im Boden, die für den Wasser- und Nährstoffhaushalt eine bedeutende Rolle spielt. Pflanzliche Biomasse ist essentiell für die Aufnahme, Speicherung und Verdunstung von Wasser und erfüllt damit maßgeblich eine kühlende Funktion an heißen Tagen. Zusätzlich zur regelmäßigen Entnahme von Pflanzenmaterial ist die Produktivität vieler Grünstrukturen in der Stadt durch ungünstige Standortbedingungen vergleichsweise gering. Viele Gehölze, gerade Straßenbäume, haben kaum genug Platz und Wurzelraum, stagnieren im Zuwachs und sind empfänglich für Krankheiten. Auch Fremdstoffeinträge aus dem Verkehr schädigen Pflanzen, Tiere und Böden nachhaltig.

Nicht nur der Verlust von Vegetationsfläche, sondern auch von Wasserfläche durch (historische) Begradigung und Verrohrung von Fließgewässern, die Überbauung von Kleingewässern, Uferstreifen und Flussauen beeinträchtigt die ökologische Funktionstüchtigkeit des urbanen Siedlungsraumes. Erstens gehen damit wertvolle Retentionsräume verloren und zweitens kann weniger Wasser vor Ort verdunstet werden, wo Kühlung am meisten benötigt wird.

Im urbanen Siedlungsraum kommt es aufgrund der **klimatischen Veränderungen** häufiger zu extremen Situationen, die sich hier durch den hohen Versiegelungsgrad, die dichte Bebauung und den geringen Anteil an Pflanzenbiomasse sogar noch stärker äußern, als in den umgebenden Landschaftsräumen. An heißen Tagen heizt sich die Stadt besonders auf und die Hitze staut sich vor allem da, wo keine Kaltluft in Grünanlagen oder Gewässern nachproduziert wird oder entlang von Frischluftkorridoren nachfließen kann.

Zusammen mit geringeren Niederschlägen gerade im Sommer kommt es zu Hitze- und Trockenstress bei Bäumen und anderen Pflanzen. Diese Schwächung verstärkt wiederum die Schadwirkung von Pathogenen und Insekten, deren Lebenszyklen durch warme Winter zusätzlich begünstigt werden. Im Komplex kann dies vermehrt zum Absterben von Bäumen führen.

Durch die Austrocknung ungeschützter Böden kommt es immer häufiger zu Staubentwicklung in der Stadt, aber auch auf angrenzenden Flächen. In trockenen Phasen werden Staubwolken von den landwirtschaftlichen Flächen ungebremst in die Stadt getragen. Ähnlich ungebremst können Winde und vor allem Stürme in der Stadt große Schäden anrichten. Gerade in den waldnahen Siedlungsbereichen, aber nicht nur da, sind besonders Einzelbäume bei Stürmen gefährdet und in den letzten Jahren (v.a. im Herbst 2017 und Jahresbeginn 2018) auch zahlreich abgebrochen oder entwurzelt.

Gleichzeitig führen heftigere spontane Niederschlagsereignisse immer häufiger zu Überschwemmungen. Beispielswiese wurde im Sommer 2019 die Bernauer Innenstadt nach einem Regenschauer so stark überschwemmt, dass es zu massiven Wassereinbrüchen in städtischen Gebäuden kam.

Abbildung 9: Hitze und Trockenheit in Bernau im Zusammenhang mit Bebauung und Bodenversiegelung. Im Gegensatz zu älterer Bebauung, die mehr Grünflächen und Gärten vorsah, zeichnen sich viele Neubaugebiete durch kleine Grundstücke mit geringem Gartenanteil aus. Auch öffentliche Grünflächen wurden kaum angelegt (z.B. Straßenbäume). Die versiegelten Flächen speichern kein Wasser, erwärmen sich sehr stark und fallen für ökologische Prozesse wie Photosynthese oder Verdunstung aus.

3.1.3 Ursächliche Faktoren für die Einschränkung der ökologischen Funktionstüchtigkeit

Einen sehr starken, langfristigen und weitreichenden Einfluss auf die ökologische Funktionstüchtigkeit haben Entscheidungen und Maßnahmen der **Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung**. Sie folgen den Zielen der Raumordnung und Landesplanung. Damit verbunden sind Eingriffe wie Versiegelung, Bebauung, Entwässerung und Vegetationsentnahme. Mit der Siedlungsentwicklung verbunden sind **sozio-demografische Faktoren**, wie die Bevölkerungsentwicklung. Bernau verzeichnet seit einigen Jahren einen dynamischen Bevölkerungszuwachs, der zum einen mit dem Wachstumsdruck der Metropolregion Berlin zusammenhängt, zum anderen aber auch ein Entwicklungsziel der bisherigen Stadtpolitik darstellt. Als Mittelzentrum in attraktivem Umland in unmittelbarer Nähe zu Berlin ist Bernau ein beliebter Wohnort für viele Berlin-Pendler*innen. Der Wohnungsmangel bringt die Neuausweisung von Siedlungsflächen und eine entsprechende Entwicklung der Infrastruktur und Gewerbeflächen mit sich. Aber auch die Innenverdichtung der Stadt und die Nutzung von Brachflächen und Konversionsstandorten für Wohnungen und Gewerbe werden weiter vorangetrieben. Die Eingemeindung der umliegenden Dörfer stellt(e) weitere Anforderungen an die Infrastrukturentwicklung. Das Thema Autoverkehr ist ein viel diskutiertes. In den Augen vieler Bernauer*innen nehmen der motorisierte Verkehr und damit der Bedarf an geeigneter Infrastruktur stetig zu. Ebenso sind **sozio-ökonomische Faktoren** entscheidend für die Siedlungsentwicklung und werden von dieser anders herum beeinflusst. Darunter zählen das wirtschaftliche Handeln, Eigentumsverhältnisse, Einkommensverhältnisse, Besitz, berufliche Tätigkeiten, ökonomische Abhängigkeiten uvm.

Sozio-kulturelle Faktoren sind vor allem entscheidend für die Art und Weise, wie Entwicklung stattfindet und in welche Richtung sie geht. Das jeweils aktuelle kulturelle Wertesystem beeinflusst Lebensart, Erziehung, das soziale Miteinander, aber auch das Ästhetikempfinden, Sicherheitsempfinden oder das

Verständnis von Fortschritt. Konkret kann dies beispielsweise Auswirkungen auf das öffentliche Interesse am Thema Klimawandel, die Gestaltung und Pflege von Grünstrukturen oder die Ortswahl für und Intensität von Erholungsnutzung haben. Auch der Bildungsstand, Bildungsangebote und das Interesse an **Bildung** – sowohl im Allgemeinen als auch speziell auf ökologische Themen bezogen – haben Einfluss darauf, wie Menschen ihre Umwelt und ihre Rolle im Ökosystem wahrnehmen, annehmen und damit umgehen.

Aus den sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Faktoren ergibt sich die lokale **politische Situation**. Da die wichtigsten Entscheidungen auch politisch motiviert und von der Stadtverordnetenversammlung beschlossen werden, ist dies ein nicht zu unterschätzender Faktor. Die Bernauer Stadtverordnetenversammlung besteht derzeit aus 36 Mitgliedern und dem Bürgermeister. Seit September 2019 setzt sie sich aktuell folgendermaßen zusammen (mit Anzahl der Sitze): Bürgermeister (1), Fraktion BVB / FREIE WÄHLER Bernau (8), Fraktion DIE LINKE (7), CDU-Fraktion Bernau (5), SPD-Fraktion (4), BfB/FDP (4), AfD (4), GRÜNE/B 90 (3), fraktionslos (1). Bestimmte thematische Interessen werden darüber hinaus durch spezielle politische Gremien vertreten. In Bernau sind dies einerseits die Ortsbeiräte mit gewählten Ortsvorsteher*innen in Birkenhöhe, Birkholz, Birkholzaue, Börnicke, Ladeburg, Lobetal, Schönow und Waldfrieden. Sie werden im Rahmen der Kommunalwahl direkt gewählt und vertreten die Interessen der Ortsteile gegenüber der Verwaltung und der Stadtverordnetenversammlung. In Bernau gibt es derzeit auch einen Seniorenbeirat sowie einen Behindertenbeirat.

Mit der Siedlungsentwicklung und vor allem den wirtschaftlichen und sozio-ökonomischen Faktoren verbunden ist die **Nutzung natürlicher Ressourcen**, die einen großen direkten Einfluss auf die ökologische Funktionstüchtigkeit hat. Sie geht mit der Erschließung von Naturräumen, einer flächenbezogenen, permanenten Entnahme von Biomasse, der Veränderung der ökosystemaren Elemente und Prozesse sowie einer zeitweisen oder permanenten Anwesenheit von Menschen einher. Forstwirtschaft spielt in den Bernauer Wäldern eine Rolle, aber keine tragende. Die größten Flächenanteile gehören der Stadt Bernau selbst, die ihre Wälder ökonomisch begründet, aber nicht profitorientiert bewirtschaftet, und den Berliner Forsten, die ähnlich agieren. Landwirtschaft hingegen ist bedeutsamer. Bernau verwaltet landwirtschaftliche Flächen mit einem Flächenanteil von 36 % und mehreren landwirtschaftlichen Betrieben. Auf dem Bernauer Gemeindegebiet befinden sich des Weiteren zwei Bergwerksfelder zur Gewinnung von Kiessand, deren Ausweitung geplant ist, sowie eine Abbaustätte für grundeigene Bodenschätze. Außerdem sieht der (noch) rechtsverbindliche Regionalplan Eignungsgebiete für die Nutzung von Windkraft vor und es gibt bereits mehrere Windkraftanlagen.

Menschliche Aktivitäten werden zumeist in **Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien** sowie in der **regionalen und lokalen Planung und entsprechenden Konzepten** geregelt. Diese Regelungen fußen auf Entwicklungen der oben genannten Faktoren und werden durch die **Verwaltung** umgesetzt. Allerdings ist diese Umsetzung oft sehr langsam und nicht immer flächendeckend, was mit den aktuellen Verwaltungsstrukturen zusammenhängen kann.

3.2 Institutionelle Vulnerabilität

3.2.1 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien

Die Grundsätze einer ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel sind im Prinzip bereits im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)[7] geregelt. Natur und Landschaft sind neben dem eigenen Wert „als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen auch in Verantwortung für die künftigen Generationen“ so zu schützen, dass u.a. die „Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit“ „auf Dauer gesichert sind“ (§1 Absatz 1 BNatSchG). Hierfür werden eine Reihe von Anforderungen an den Naturschutz gestellt; u.a. ist neben dem Schutz von Boden und Gewässern „Luft und Klima auch durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen“ (§1 Absatz 3 Nr. 4 BNatSchG), aber auch „der Entwicklung sich selbst regulierender Ökosysteme auf hierfür geeigneten Flächen Raum und Zeit zu geben“ (§1 Absatz 3 Nr. 6 BNatSchG).

Das Bernauer Ortsrecht steht aktuell einer ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel nicht im Wege, allerdings verfügt Bernau bisher auch nicht über eine oder mehrere Satzung(en), die den Umgang mit dem Klimawandel, dessen lokalen Auswirkungen und die Umsetzung einer entsprechenden (ökosystembasierten) Anpassung im besonderen Maße unterstützen.

Die Gestaltungssatzung[8] beispielsweise macht Vorgaben zur Gestaltung von Vorgärten sowie einige wenige zur Fassaden- und Dachbegrünung in der Bernauer Innenstadt, die die Umsetzung von ökosystembasierter Anpassung an den Klimawandel allerdings eher einschränken als fördern könnten.

3.2.2 Regionale Planung und Konzepte

Der aktuelle Landschaftsrahmenplan für den Landkreis Barnim stammt aus dem Jahr 1997 und ist damit gerade vor dem Hintergrund der beschleunigten Wandelprozesse wie Klimawandel oder Landschaftsveränderungen mehr als veraltet. Jedoch wird der Landschaftsrahmenplan derzeit überarbeitet und könnte in seiner neuen Ausführung konkrete Empfehlungen für die ökosystembasierte und partizipative Anpassung an den Klimawandel bereitstellen, die in die kommunale Planung übernommen werden sollten. Die fehlende öffentliche Verbindlichkeit des Landschaftsrahmenplans schränkt dessen Einfluss in der regionalen und kommunalen Planung und Umsetzung jedoch deutlich ein.

Die konkrete Thematik der Anpassung an den Klimawandel wird auf nationaler Ebene in der Deutschen Anpassungsstrategie adressiert (Bundesregierung 2008). Eine Anpassungsstrategie auf Landesebene gibt es bisher noch nicht. Allerdings greift die Nachhaltigkeitsstrategie für das Land Brandenburg (MUGV 2014) Aspekte zur Anpassung an den Klimawandel auf Landesebene auf, wie sie vormals im *Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels* (MLUV 2008) bereits vorbereitet wurden, und schlägt gleichzeitig die Verbindung zu Aspekten des Klimaschutzes und der Energiewende vor. Auf Kreisebene wurde dieser Ansatz bisher nicht weitergeführt – es gibt weder eine Anpassungsstrategie noch eine weiterführende Nachhaltigkeitsstrategie für den Landkreis Barnim. Auch hier könnte der neue Landschaftsrahmenplan einen ersten Schritt in Richtung Anpassungsstrategie für den Barnim bieten.

[7] Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434)

[8] Satzung der Stadt Bernau bei Berlin über besondere Anforderungen an die äußere Gestaltung von baulichen Anlagen in der Bernauer Innenstadt (Gestaltungssatzung) vom 8. Juli 1999

Eine ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel deckt sich in vielen Punkten mit Ansätzen des Naturschutzes bzw. Schutzes der Biologischen Vielfalt. Daher wäre auch eine regionale Naturschutzstrategie für den Anpassungsprozess hilfreich. Seit 2007 wird die systematische Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt der Vereinten Nationen (United Nations 1992) in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt für Deutschland (BMUB 2007) geregelt. Weder auf Landesebene noch auf Landkreisebene gibt es jedoch bislang eine wirkliche Naturschutz- oder Biodiversitätsstrategie, die die nationalen Vorgaben systematisch auf die lokale Ebene übersetzen könnte. Bisher gibt es lediglich ein *Maßnahmenprogramm Biologische Vielfalt des Landes Brandenburg* aus dem Jahr 2014, welches Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern darlegt. Im Entwurf des neuen Landschaftsrahmenplans des Barnim (Krause et al. 2018b) heißt es dazu: „Weder beruht es auf einer tiefergehenden Diagnostik noch ist es räumlich explizit. Aus dem Maßnahmenprogramm ergeben sich keine quantitativen und verbindlichen Handlungen für die in ihm angesprochenen Akteure. Allein die aus der EU-Gesetzgebung resultierenden internationalen Naturschutzvorgaben werden auf lokaler Ebene wegen der gesetzlichen Verbindlichkeit und der entsprechenden Konkretisierung implementiert, wobei in diesem Zusammenhang Interpretationsspielräume groß sind. Auch Vollzugsdefizite sind regelmäßig zu beobachten."

3.2.3 Kommunale Planung und Konzepte

3.2.3.1 Landschaftsplan

Der Landschaftsplan von Bernau bei Berlin bietet eine gute Grundlage für eine ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel. Viele Maßnahmen des landschaftspflegerischen Entwicklungskonzeptes zielen auf **funktionstüchtige Ökosysteme** ab, auch wenn dieses Ziel im Plan nicht ausdrücklich gesetzt wird. Statt Funktionstüchtigkeit wird die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts, konkret für die einzelnen Schutzgüter Vegetation und Lebensgemeinschaften, Boden, Wasser, Klima und Lufthygiene sowie Landschaftsbild und Erholungseignung, bewertet, aber weder Bezug zur Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme noch zu ihrer Leistungsfähigkeit bezüglich (regulierender) Ökosystemleistungen und damit zur Bedeutung im Klimawandel hergestellt. Überhaupt werden die Ökosystemleistungen als existenzielle Verbindung zwischen Mensch und Ökosystemen und vor allem die regulierenden Leistungen mit ihrer besonderen Bedeutung im Umgang mit dem Klimawandel kaum berücksichtigt.

Klimawandel und eine entsprechende Notwendigkeit der Anpassung finden keine direkte Erwähnung im Landschaftsplan. Auch gibt es keine systematische Analyse und Berücksichtigung bei den Zielsetzungen. Zwar werden die einzelnen durchaus klima(wandel)relevanten Schutzgüter Vegetation und Lebensgemeinschaften, Boden, Wasser, Klima und Lufthygiene auf deren Zustand analysiert und deren Entwicklung unter Einfluss des Flächennutzungsplans und den Maßnahmen des Landschaftsplans prognostiziert, jedoch ohne konkreten Bezug zu den jeweiligen Ökosystemen und ohne die konkrete Berücksichtigung von (Klima-)Wandelprozessen. Vereinzelt wird ein indirekter Bezug zu Klimawandelwirkungen angedeutet, z.B. bezüglich Trockenheitsschäden, Schadkalamitäten oder nachlassender Niederschläge. In ähnlicher Weise zielen viele empfohlene Maßnahmen zwar auf eine ökosystembasierte Anpassung ab, vor allem solche mit Bezug zu den Schutzgütern Klima und Wasser sowie einige Empfehlungen für die Land- und Forstwirtschaft, werden dieser aber nicht deutlich zugeordnet und bleiben räumlich und inhaltlich unkonkret.

Die Analysen und Darstellungen des Landschaftsplans beziehen sich ausschließlich auf das Gemeindegebiet von Bernau. Obwohl sich der Plan auf die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes bezieht, bestimmen doch administrative Grenzen die Analysen und Zielsetzungen, nicht aber ökosystemar geprägte bzw. ökoregionale Grenzen. Eine Datendarstellung über die unmittelbar zu beplanenden Räume

hinaus ist jedoch sehr wichtig, um größere räumliche Zusammenhänge zu erkennen und nachhaltige Strategien anzusetzen. Gerade klimatisch relevante ökologische Prozesse wie Wasserkreisläufe oder klimatische Regulation laufen in größeren räumlichen Einheiten ab und sollten entsprechend auch im Landschaftsplan berücksichtigt werden.

Grundsätzlich könnte der Landschaftsplan mit seinen Empfehlungen Bernau auf einen sehr guten Weg zur ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel bringen, wenn er eine öffentliche Verbindlichkeit hätte. Laut Bundesnaturschutzgesetz §11 Absatz 3 BNatSChG sind die „konkretisierten Ziele, Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege […] *in der Abwägung* nach § 1 Absatz 7 des Baugesetzbuches zu berücksichtigen und *können* als Darstellungen oder Festsetzungen nach den §§ 5 und 9 des Baugesetzbuches in die Bauleitpläne aufgenommen werden“ (Kursivierung hinzugefügt). Empfehlungen des Landschaftsplans werden vor allem über die Umweltprüfung in die Bauleitplanung übertragen. Gleichzeitig ist der Landschaftsplan keine unabhängige Fachplanung, sondern wird direkt von den Anpassungen des Flächennutzungsplans und von Einzelentscheidungen über bauliche Veränderungen (über die Bebauungspläne) beeinflusst, z.B. in dem Landschaftsplan und Flächennutzungsplan gleichzeitig erarbeitet werden (im Falle Bernau 2007) oder von den Bebauungsplänen ausgehend reaktiv angepasst werden können. Letztendlich ist auch ein guter Landschaftsplan hinfällig, wenn er im Verwaltungsalltag nur in der Abwägung Anwendung findet, für die Planung aber lediglich eine Orientierung darstellt.

Bis auf die Möglichkeit der reaktiven Anpassung ist der Landschaftsplan ein sehr starres Planungsinstrument. Die Fortschreibung ist ein langwieriger und aufwendiger Prozess, der mit gegebenen Ressourcen und Mechanismen nur in sehr großen Zeitabständen durchführbar ist. Dadurch veraltet der Landschaftsplan auch entsprechend schnell, gerade in Zeiten beschleunigten (Klima-)Wandels. Zudem ist die Fortschreibung von vielfältigen Faktoren wie der Verfügbarkeit von Personal und Ressourcen, aber beispielsweise auch von der politischen Situation in der Gemeinde abhängig. Ungünstige Lagen können also eine Fortschreibung weiter verzögern, unabhängig von den tatsächlichen Veränderungen im Planungsgebiet und der steigenden Dringlichkeit einer Anpassung.

3.2.3.2 Bauleitplanung

Die ursprüngliche Version des aktuellen Flächennutzungsplans (FNP) stammt aus dem Jahr 2007, hat seitdem aber mehrere Änderungen und Anpassungen erfahren, meist entsprechend der Entwicklung von Bebauungsplänen. Der Flächennutzungsplan wurde parallel und unter Einfluss des Landschaftsplans erstellt, so dass Belange der Landschaftspflege und des Naturschutzes bereits berücksichtigt wurden. Im Umweltbericht zum Flächennutzungsplan wird jedoch unzureichend auf den Landschaftsplan verwiesen. Außerdem werden hier nur die gängigen Schutzgüter Boden, Wasser, Klima und Lufthygiene, Landschaftsbild bzw. das biologische Inventar in Bernau thematisiert, nicht aber Bezug zu Ökosystemen und deren Funktionstüchtigkeit, notwendigen (regulierenden) Ökosystemleistungen oder auf Klimawandel und die Notwendigkeit einer entsprechenden Anpassung genommen. Vereinzelt werden Risiken ohne oder nur mit indirektem Bezug zu Klimawandel genannt, z.B. Gefährdungen und Waldschäden, Prognose zur Entwicklung des Umweltzustandes. Eine systemische Einordnung dazu gibt es allerdings nicht. Konkrete Flächen zur Anpassung an den Klimawandel (BauGB §5 Absatz 2 Nr. 2c[9]), wie es das Baugesetzbuch inzwischen vorsieht, werden im bisherigen Flächennutzungsplan nicht dargestellt.

Insgesamt wäre eine Fortschreibung des Flächennutzungsplans inzwischen angebracht. Langfristige aber auch abrupte systemische Veränderungen wie der Klimawandel oder spontane Pandemien respektive zeigen, dass eine Anpassung der Planung ständig notwendig ist und möglich sein sollte. Die Anpassung

[9] Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. März 2020 (BGBl. I S. 587) geändert worden ist

des Flächennutzungsplans dürfte unter gegebenen Umständen zu langsam von Statten gehen und am Ende der realen Situation wiederum hinterherhinken. Nicht zuletzt zeigt die Änderung der politischen Lage als möglicher Faktor einer Stagnation der Fortschreibung des Flächennutzungsplans, wie anfällig die entsprechende Planung für Wandel ist. Letztendlich ist der Flächennutzungsplan ein sehr statisches Instrument ohne eigene öffentliche Verbindlichkeit, was dessen zukunftsweisenden Wert stark herabsetzt. Die konkrete Umsetzung wird am ehesten über die Bebauungspläne ermöglicht, die einer ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel nicht den aus heutiger Sicht erforderlichen Raum gewähren, vor allem, wenn Kriterien des ökologischen Bauens und der ökologischen Funktionstüchtigkeit nicht oder wenig beachtet werden.

Der Flächennutzungsplan soll als vorbereitender Bauleitplan behördenverbindlich die Bodennutzung im Sinne der Gemeinde für etwa 15 Jahre vorgeben und als Instrument der Daseinsvorsorge fungieren. Dieses durch das Baugesetzbuch vorgegebene Ziel kann nur erreicht werden, wenn die Gemeinde das Planungsinstrument als solches nutzt und regelmäßig fortschreibt. Sollte jedoch eine Zukunftsvision in der Planung mitschwingen, kann sie sehr leicht durch einzelne Bebauungspläne verändert werden, so wie der Plan selbst. Zukunftsszenarien werden nur im Hinblick auf die Entwicklung der Bevölkerung betrachtet, nicht aber in Bezug auf Klimawandel oder die Veränderung der Ökosysteme. Der Plan empfiehlt ein Monitoring der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, enthält aber keine konkreten Angaben zur Umsetzung und Evaluation.

Das abschließende Fazit lautet daher: die Bauleitplanung in ihrer jetzigen Form ist eine gute Grundlage, bisher jedoch kein ausreichend genutztes Instrument zur Planung und Umsetzung einer ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel in Bernau im Sinne einer Daseinsvorsorge. Sowohl die Inhalte der Planung als auch der Planungsprozess bedürfen einer Anpassung, um den erhöhten Anforderungen im Umgang mit Klima- und anderem Wandel zu entsprechen.

3.2.3.3 Weitere Konzepte

Bernau bei Berlin verfügt bereits über eine Reihe von Konzepten, die die Anpassung an den Klimawandel unterstützen. Das im **Integrierten Stadtentwicklungskonzept (INSEK)** entwickelte Leitbild der Stadt Bernau greift die Leitthemen „Soziales Miteinander – generationengerecht, bürgernah und modern“ sowie „Gesundes Wachstum – nachhaltig und umweltgerecht“ auf. Entsprechende Leitziele ebenen den Weg für eine ökosystembasierte, partizipative Klimawandelanpassung (aus INSEK 2017):

- Bernau fördert eine aktive, gestaltende Bürgerschaft
- Bernau baut eine moderne und bürgernahe Verwaltung aus
- Bernau verfolgt eine nachhaltige, flächen- und landschaftsschonende Siedlungsentwicklung
- Bernau schafft Lebensqualität durch attraktive Grün- und Landschaftsräume
- Bernau engagiert sich für Klima- und Umweltschutz.

Schließlich bietet die Strategie „Entwicklung der Freiraumqualitäten“ (inkl. Vernetzung von Freiräumen und Entwicklung eines Biotopverbundes) zur Umsetzung der Leitziele eine wertvolle Grundlage für die Entwicklung ökosystembasierter Anpassungsstrategien.

Das **Gewässerentwicklungskonzept Panke** sieht eine Renaturierung der Panke, der Dranse, des Dorfgrabens Schönow sowie des Maingrabens und ihrer Auen in mehreren Abschnitten vor. Dies ist eine bedeutende Grundlage für eine ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel, in der naturnahe Gewässer und funktionstüchtige Auengebiete eine schlaggebende Rolle spielen.

Bei der Erarbeitung des **Energiekonzeptes** wurden fachliche Empfehlungen für eine ökosystembasierte Klimawandelanpassung integriert. Die Entscheidung, ein Energiekonzept und nicht ein Energie- und Klimaschutzkonzept zu erarbeiten nimmt diesem Unterfangen allerdings die Kraft, auch

Klimawandelanpassung in Bernau voranzutreiben und zu unterstützen. Darüber hinaus steigt damit die Gefahr von Zielsetzungen und Maßnahmen, die einer (ökosystembasierten) Anpassung an den Klimawandel widersprechen bzw. entgegenwirken könnten, z.B. Flächenverbrauch für Photovoltaikanlagen oder den Anbau von Energiepflanzen.

Die im Jahr 2019 neu vorgenommene **Forsteinrichtung** folgt zwar nicht den Grundsätzen der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel, bietet aber wichtige Informationen für eine entsprechende Anpassung des Managements.

3.2.3.4 Planungslücken

Einzelne Pläne und Konzepte mit ausbaufähigem Potenzial zum Umgang mit dem Klimawandel gibt es in Bernau bereits in guter Zahl. Ein übergeordnetes Gesamtkonzept zur Anpassung an den Klimawandel fehlt jedoch bisher. Außerdem gibt es Möglichkeiten in der Bauleitplanung, die Anpassung an den Klimawandel voranzubringen. Ein mögliches Instrument wäre ein verbindlicher Grünordnungsplan, welcher als Vorgabe der Bebauungspläne die Grünflächen und Grünstrukturen der Stadt ganzheitlich und verbindlich festsetzen und damit auch die Gestaltung von Bebauungsplänen steuern könnte. Die Verwaltung wurde mit Beschluss der Stadtverordnetenversammlung in der vergangenen Legislaturperiode auf Antrag der Fraktion die Grünen mit der Erarbeitung diesbezüglicher Vorschläge und Instrumente beauftragt. Des Weiteren wird in Bebauungsplänen bisher unzureichend die Umsetzung von Kriterien der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel berücksichtigt, bzw. existieren dafür bisher weder ein Empfehlungskatalog noch eine Verbindlichkeit zur Umsetzung. Damit können vor allem externe Investoren in ihren Bauvorhaben kaum gelenkt werden.

3.2.3.5 Gestaltung der Planungsprozesse

In der Landschaftsplanung und Bauleitplanung in Bernau orientiert sich die **Beteiligung** der Bevölkerung im Wesentlichen an den gesetzlichen Vorgaben. Die Beteiligung findet damit oft erst dann statt, wenn die von externen Planungsbüros erarbeiteten Entwürfe vorliegen; dann wird öffentlich Einsicht gewährt und die Möglichkeit zur Erörterung und Abgabe von Stellungnahmen gegeben, deren Einbindung in die Planung jedoch kaum transparent nachverfolgt werden kann. Dies setzt zudem ein ausgeprägtes Bewusstsein der Akteure für Relevanz und Abläufe der Planungsprozesse voraus. Die Einbindung der Bevölkerung in vorangehende Diagnostik und Strategieentwicklung der Landschaftsplanung war in Bernau bisher nicht vorgesehen, was kaum zum Verständnis des Planungsprozesses, der Inhalte des Landschafts- und des Flächennutzungsplans und den daraus resultierenden Einschränkungen beitragen kann.

Bisher sind die Angebote der Information und Beratung für Bernauer Bürger*innen und Akteure bezüglich Klimawandel und Möglichkeiten der Anpassung nur spärlich. Zum einen fehlt es in der Verwaltung und bei relevanten Akteuren an systematisch aufgebautem Fachwissen, zum anderen gibt es keine konkret für das Thema verantwortliche Person oder Stelle, die diese spezifische Kommunikation koordinieren und umsetzen könnte.

Ähnlich wie für die Landschaftsrahmenplanung im Barnim festgestellt wurde (Krause et al. 2018b), gibt es in der Bernauer Landschaftsplanung Defizite bei der ganzheitlichen **Umsetzung** der empfohlenen Maßnahmen. Dies ist zum einem den knappen personellen Kapazitäten geschuldet, zum anderen aber auch dem eher punktuell und subjektiv statt systematisch eingeschätztem Stellenwert von Belangen des Naturschutzes und der Funktionstüchtigkeit des Naturhaushalts. Das Interesse an und die Kenntnis der Landschaftsplanung bei relevanten Akteuren reicht momentan für eine entscheidende Umsetzung kaum aus. Systematisches Monitoring der Umsetzung des im Landschaftsplan vorgesehenen landschaftlichen Entwicklungskonzeptes sowie von Ausgleichsmaßnahmen ist defizitär.

Des Weiteren konnten **neuere Ansätze** wie eine ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel oder der logisch vorgelagerte Ökosystemansatz unter anderem aufgrund fehlender Ressourcen bisher kaum systematisch in der Planung verankert werden.

3.2.4 Stadtverwaltung

In der Stadtverwaltung ist die Verantwortlichkeit für das Themenfeld Umgang mit dem Klimawandel bisher nicht eindeutig zugeordnet. Ein systematischer Kapazitätsaufbau wurde bisher nicht gewährleistet, weder in Bezug auf personelle und finanzielle Ressourcen, noch auf konkretes Fach- und Methodenwissen. Bisher wurde kein Amt und kein Sachgebiet eindeutig und offiziell mit der Aufgabe der Planung und Umsetzung einer Anpassung an den Klimawandel betraut, noch eine Stabstelle dafür eingerichtet. Der resortübergreifenden Bedeutung des Themas wurde bislang nicht ausreichend Rechnung getragen. Die Thematik wird von einzelnen Mitarbeiter*innen mitgedacht, aber oft fehlen belastbare Argumentationsgrundlagen und verbindliche Vorgaben für eine konkrete Umsetzung, z.B. in schwierigen Bauvorhaben. Klimawandel und Klimawandelanpassung wurden bisher entsprechend nicht ausreichend in anderen Konzepten der Stadt berücksichtigt. Auch fehlt es bislang an Beratungsangeboten für Bürger*innen und Unternehmer*innen und an einer konkreten Kontaktstelle zum Thema.

Weiterhin gibt es keinen Austausch mit der Kreisverwaltung zum Thema – auch hier existiert aktuell keine eindeutig verantwortliche Stelle. Der systematische Austausch mit Klimawandelbeauftragten der Nachbarkommunen (so vorhanden, z.B. Eberswalde) hat bislang nur sehr eingeschränkt stattgefunden und ist in jedem Falle ausbaufähig.

Dennoch wird großer Handlungsbedarf in der Verwaltung wahrgenommen und die Notwendigkeit einer übergreifenden Strategie anerkannt. Auch ist die Handlungsbereitschaft nicht zuletzt durch die Forderungen aus der Bevölkerung und der beobachteten Wetterextreme und deren Folgen vor allem für Bernau selbst, aber auch in Brandenburg, in Deutschland und auch global, deutlich gestiegen. Dies stellt eine günstige Ausgangslage für eine Anpassung an den Klimawandel in Bernau dar.

3.3 Klimawandelbedingte Risiken für das menschliche Wohlergehen in Bernau

Das menschliche Wohlergehen in Bernau, welches sich unter anderem durch Gesundheit, Sicherheit, Wohlbefinden, eine gute materielle Lebensgrundlage, ein gesichertes Einkommen, gute soziale Beziehungen sowie Entscheidungs- und Handlungsfreiheit kennzeichnet, gerät im Angesicht des Klimawandels in Gefahr, da essentielle Ökosystemleistungen von den Ökosystemen in Bernau nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung gestellt werden können.

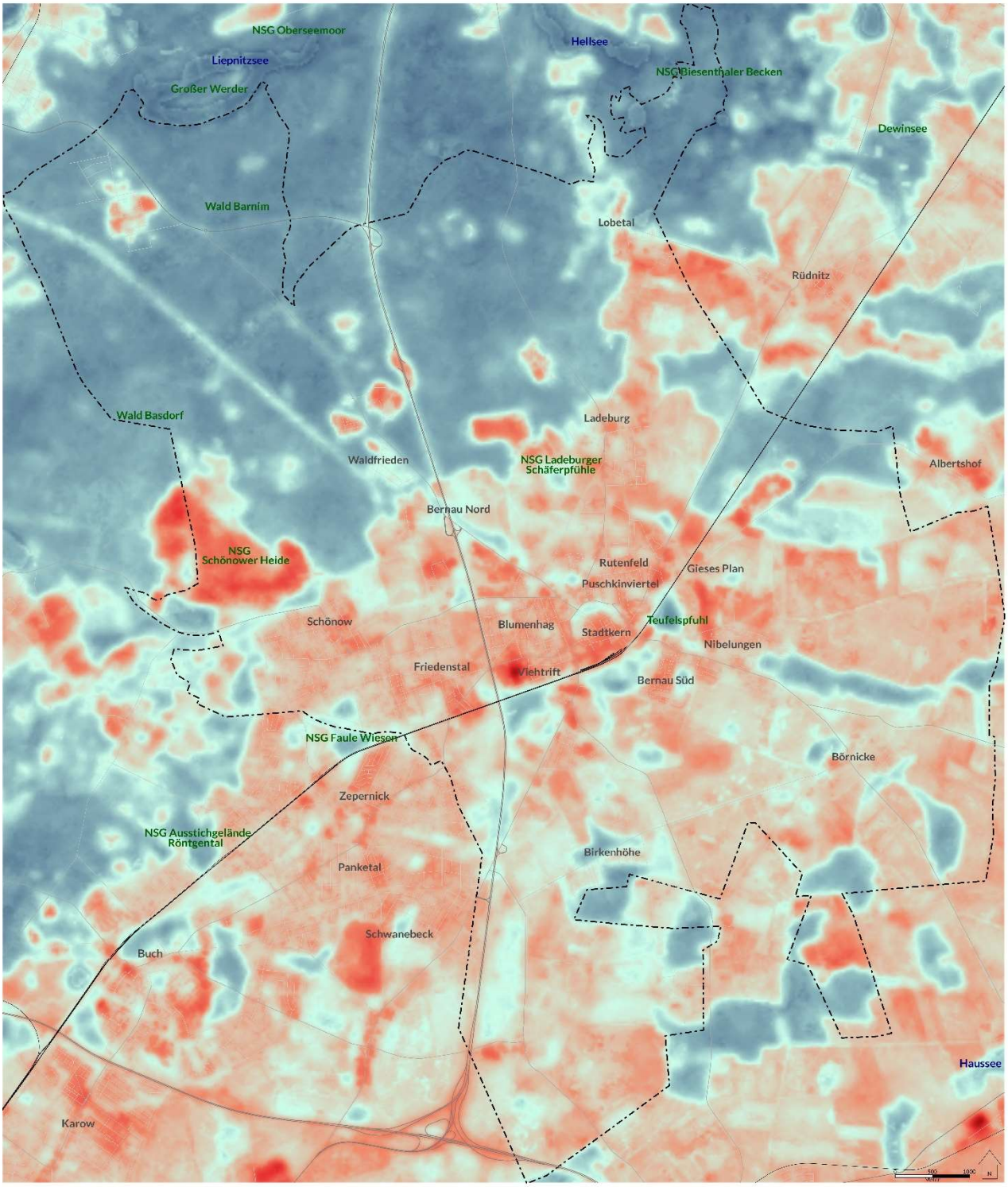
Für Bernau wurden sechs klimawandelbedingte Risiken als besonders relevant identifiziert: Hitze, Überschwemmung nach Starkregen, Austrocknung bzw. Wasserverlust, Waldbrand, Staubentwicklung und Gefahren durch Sturm.

3.3.1 Hitze

Immer häufiger auftretende Hitzewellen verringern das Wohlbefinden und gefährden zunehmend gar die Gesundheit der Menschen in Bernau, besonders von empfindlichen Personengruppen. Dies ist besonders relevant, da sich Bernau im Integrierten Stadtentwicklungskonzept der Leitidee „gesund wachsen – gesund leben“ verschrieben und konkret das Leitziel einer „bedarfsgerechten und spezialisierten medizinischen Versorgung und Pflege“ (INSEK 2017) gesetzt hat. Die Gesundheit in Bernau sollte also eine entscheidende Rolle spielen. Nicht nur Menschen, auch Pflanzen und Tiere geraten bei Hitze unter Stress, werden geschwächt oder sterben. Viele Rasenflächen „verbrennen“ regelrecht und Straßenbäume kümmern. Da Hitze meist mit Wasserverlusten einhergeht, kann dies zu Ernteeinbußen und zu Stress bei Haus- und Nutztieren führen. Letztlich steigt auch die Brandgefahr.

Abbildung 10: Temperaturanzeige auf dem Bahnhofsvorplatz.

Karte 6: Oberflächentemperaturen im Sommer in Bernau bei Berlin.



Oberflächentemperatur der Sommermonate 2013 - 2018

-4 -2 0 2 4 6 8 10 12

Durchschnittliche Abweichung zum räumlichen Mittel in °C

Koordinatensystem: EPSG:32633; WGS 84 / UTM zone 33N

Quellen:
Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) and TIRS (Thermal Infrared Sensor) Data available from the U.S. Geological Survey
(Aufbereitung: Kriewald, S., Thies, S., 2018, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK))
Geodaten von OpenStreetMap die freie Weltkarte - OpenStreetMap.org Lizenz

Kartenerstellung: S. Kriewald
Datum: 16/11/2018

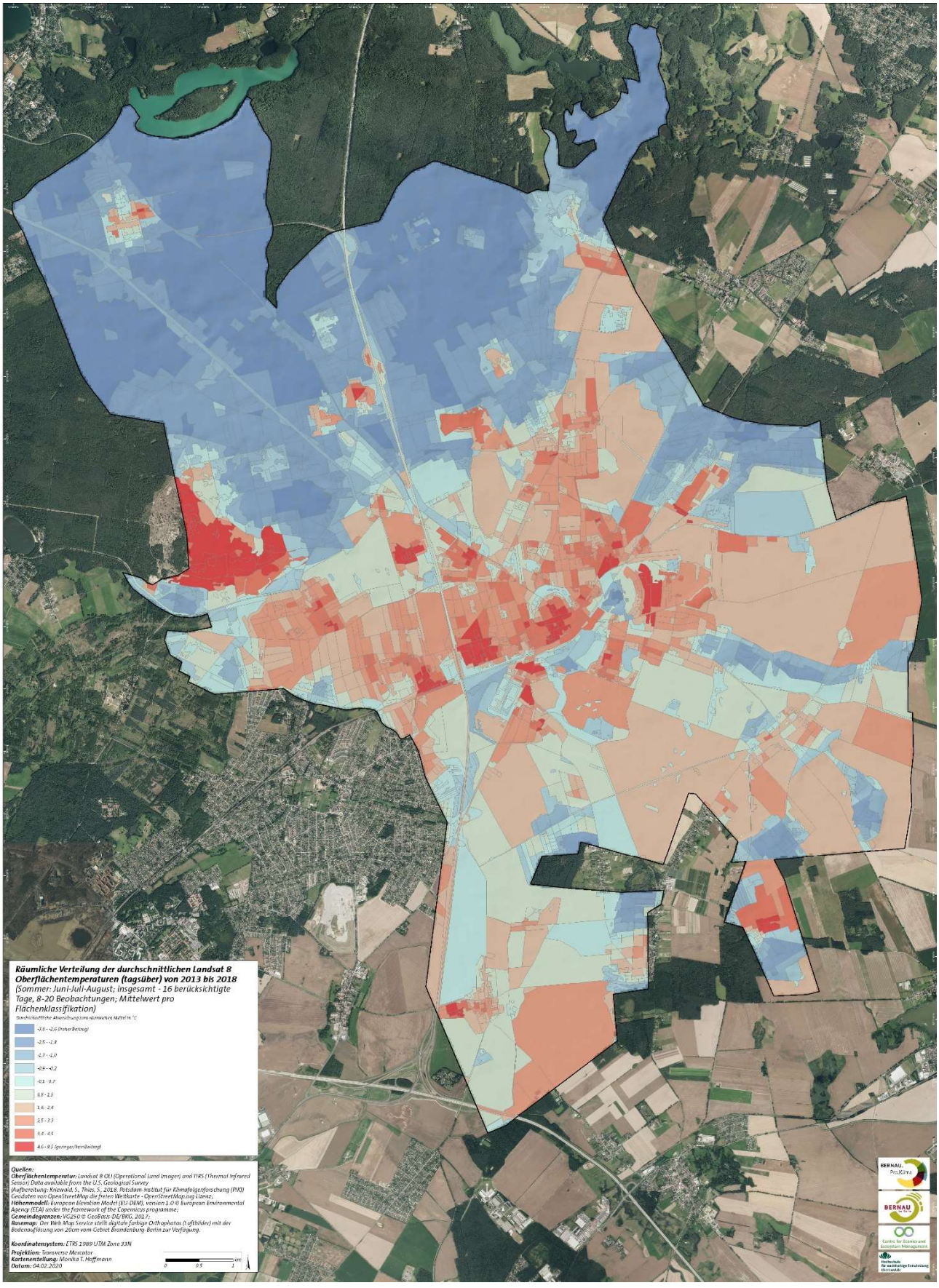
In Bernau steigt die Temperatur an heißen Tagen an bestimmten Orten beträchtlich. Der Bahnhofsvorplatz beispielsweise wird als einer der heißesten Orte der Stadt empfunden. Allerdings erhitzen sich Stadt und Umland in Bernau nicht gleichermaßen. Abhängig von den lokalen Gegebenheiten wie der Baustruktur, der Vegetation oder dem Vorhandensein von Gewässern erhitzen sich unterschiedliche Flächen mehr oder weniger stark. Dabei ist eine Abweichung vom Durchschnittswert von -4°C auf Wasseroberflächen bis hin zu +10°C auf großflächig versiegelten schwarzen Oberflächen, wie großen Asphaltflächen (Parkplätze) oder Flachdächern, möglich (siehe Karte 6: Oberflächentemperaturen im Sommer in Bernau bei Berlin. Hitze entsteht überall dort, wo die Sonne ungefiltert einstrahlen kann, wo ein großer Teil der Strahlung zurückgestrahlt bzw. nicht von einer thermischen Masse absorbiert und gepuffert wird, wo sich Luft durch fehlende Verdunstungskälte stark erwärmt und die heiße Luft nicht abfließen bzw. keine kühle Luft nachfließen kann. Dies trifft vor allem auf viele Bereiche der Innenstadt (z.B. Bahnhofsvorplatz, Marktplatz, Straßen), aber auch generell auf große versiegelte Flächen wie Parkplätze und Gebäude (z.B. von Weber Motors) zu. Hier ist die Temperaturabweichung und Streuung am höchsten. Auch vegetationsarme Freiflächen des Offenlandes oder Lichtungen im Wald können sich mitunter stark aufheizen (z.B. Schönower Heide) und in angrenzende (Wald-)Flächen ausstrahlen.

Weniger heiß wird es dagegen in Gebieten mit ausgeprägter, möglichst hoher und mehrstufiger Vegetation und einem hohen Anteil an gespeichertem Wasser (v.a. Wald, Moore) oder in der Nähe von Wasserflächen (Gewässer, Feuchtgebiete). Durch die pflanzliche Verwertung von Strahlungsenergie, Beschattung und vor allem die hohe Verdunstung wirken diese Systeme kühlend. Ein Teil der einstrahlenden Sonnenenergie wird für die Verdunstung verbraucht und folglich nicht als Wärme abgestrahlt. Wald, Wasserflächen, Feuchtgebiete und Moore, aber auch gehölzreiche Parks und Grünflächen sowie biomassereiche Vertikalbegrünung in der Stadt oder Gehölze im Offenland sind kühlende Elemente, die die Temperaturverhältnisse nicht nur auf ihrer eigenen Fläche, sondern auch in angrenzenden Gebieten ausgleichend regulieren.

Auch unversiegelte Freiflächen heizen sich durch die geringere Rückstrahlung, die Bindung von Energie durch das Ökosystem sowie die Möglichkeit der Wasserspeicherung und Verdunstung weniger auf, als versiegelte. Das größte Potenzial liegt eindeutig bei den Ökosystemen des Waldes mit hohem Laubanteil sowie bei den Gewässern und Feuchtgebieten. Am wenigsten schwankt die Oberflächentemperatur in Laub- und Laubmischbeständen mit standortheimischen Hauptbaumarten. Allerdings gibt es hier eine gewisse räumliche Diskrepanz zu den Flächen, wo Hitze am ehesten entsteht – kühlende Waldflächen befinden sich nicht gleichmäßig über die Gesamtfläche von Bernau verteilt und nicht immer in unmittelbarer Nähe der Stadt. Frisch- und Kaltluftschneisen, d.h. unbebaute Korridore, können Kalt- und Frischluft aus der Umgebung ein Stück weit zu den Hitzeherden führen und einen kühlenden Effekt erzielen. Flächen mit Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern zeigen, dass der Baumbestand innerhalb der Flächen eine große Rolle in der Abpufferung extremer Temperaturanstiege spielt.

Der ökosystemare Beitrag zur Reduzierung des Risikos der Hitzeentstehung kann von der durchschnittlichen Abweichung der Oberflächentemperaturen in den Sommermonaten zum räumlichen Mittel abgeleitet werden (Karte 7: Ökosystemarer Beitrag zur Risikoreduzierung – Hitze).

Karte 7: Ökosystemarer Beitrag zur Risikoreduzierung – Hitze



3.3.2 Überschwemmung nach Starkregen

Überschwemmungen entstehen meist nach extremen Niederschlagsereignissen. Das eintreffende Wasser kann nicht schnell genug vom Boden oder von Entwässerungsstrukturen aufgenommen und versickert, gespeichert oder abgeleitet werden. In Folge steht Wasser, wo sonst keines ist. Sowohl das Wasser selbst als auch die Fließbewegung können große Schäden an Gebäuden und Infrastruktur anrichten und können zeitweise die Sicherheit der Bevölkerung gefährden. In Folge können hohe Kosten für Evakuierung, Nachsorge und Reparaturen anfallen. Es kommt zu Bodenerosion, Ausspülungen und Auswaschungen. Wertvoller Boden wird vom Wasser mitgerissen und lagert sich an anderer Stelle ungewollt wieder ab. Wasser, was nicht gehalten werden kann und letztendlich abgeleitet wird, fließt mit hoher Geschwindigkeit die Panke hinunter und damit aus der Region hinaus. Überschwemmungen können auch zu Ernteeinbußen führen und Nutztieren schaden.

Im Sommer 2019 reichte ein 30minüter Regenguss, um die Bernauer Innenstadt unter Wasser zu setzen. Teile der Stadtverwaltung mussten evakuiert werden. Dies war nicht das erste Ereignis dieser Art. Es zeigt, dass Extremereignisse häufiger werden und sehr plötzlich und sehr lokal auftreten können.

Abbildung 11: Überschwemmung der Bernauer Innenstadt nach einem kurzen, aber starken Starkregenschauer im August 2019 (Foto: Stadt Bernau).

Das Risiko einer Überschwemmung nach Starkregen entsteht vor allem auf Flächen, wo Niederschlags- und Oberflächenabflusswasser nicht versickern bzw. gespeichert werden kann, sondern ungebremst abfließt. Versiegelte und bebaute Flächen, aber auch solche mit verdichteten Böden und fehlender Vegetation tragen hierbei maßgeblich zum Risiko von Überschwemmungsereignissen nach Starkregen bei.

Gebiete mit naturnahen Bodenstrukturen und üppigem Bewuchs wie Wälder und vegetationsreiche Grünflächen im Offenland oder in der Stadt können Niederschlagswasser am besten aufnehmen und speichern – sie verringern den Oberflächenabfluss und damit das Risiko einer Überschwemmung.

Der ökosystemare Beitrag zur Reduzierung des Risikos von Überschwemmungen nach Starkregen lässt sich aus dem Versiegelungsgrad, der Wasserspeicherkapazität und der Bodendurchlässigkeit ableiten (siehe Karte 8: Ökosystemarer Beitrag zur Risikoreduzierung – Überschwemmung nach Starkregen).

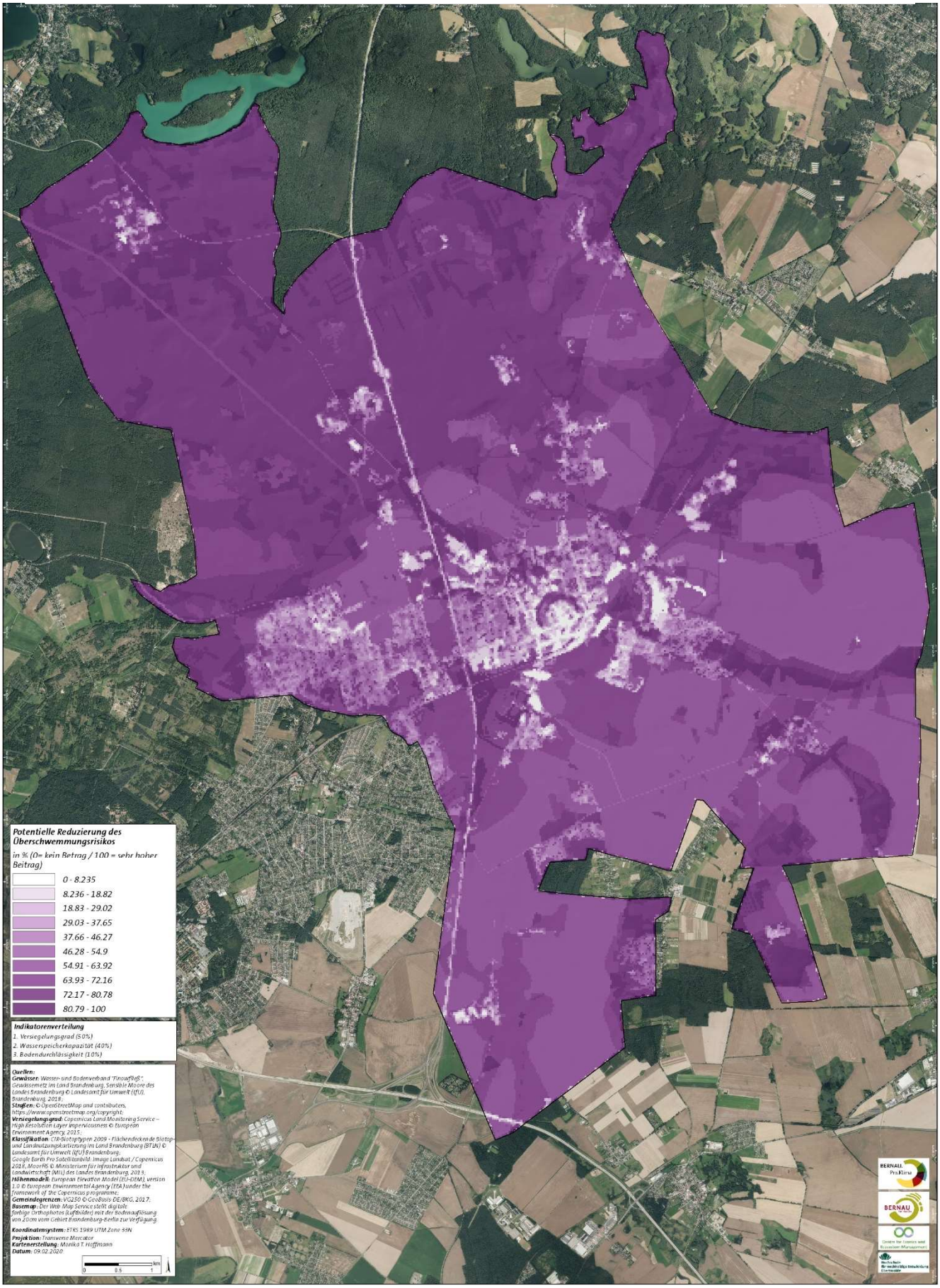
Je geringer der Versiegelungsgrad, desto mehr Wasser kann vom Boden aufgenommen und im Weiteren gespeichert, versickert oder verdunstet werden. Der Versiegelungsgrad erfasst den Prozentsatz und die Änderung der Bodenversiegelung. Bebaute Gebiete zeichnen sich dadurch aus, dass die ursprüngliche (halb-)natürliche Landbedeckung oder Wasseroberfläche durch eine künstliche, oft undurchlässige Bedeckung ersetzt wird. Diese künstlichen Oberflächen bleiben üblicherweise über lange Zeiträume erhalten. Versiegelte Flächen verfügen nicht über die notwendige Pflanzenbiomasse (Vegetation, Totholz, Humus) um Wasser speichern oder langsam verdunsten zu können. Außerdem ist der Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen durch die glatte Oberfläche sehr hoch und kann nicht durch Strukturen wie Vegetation oder das Bodenrelief abgebremst oder lokal gesammelt werden.

Die Fähigkeit der Wasseraufnahme wird durch weitere Flächeneigenschaften bewirkt. Je intakter und ursprünglicher die Bodenstruktur ist, desto mehr Wasser kann aufgenommen werden. Das heißt, je geringer die Veränderung der Bodenstruktur und Verdichtung des Bodens ist, desto höher ist die Wasseraufnahmefähigkeit und damit der Beitrag das Risiko einer Überschwemmung zu reduzieren.

Die Menge und Art der Biomasse haben ebenfalls einen Einfluss darauf, wieviel Wasser vom Boden aufgenommen werden kann. Einerseits begünstigt Vegetation die Wasseraufnahme und Versickerung aufgrund des Bodenaufschlusses durch die Wurzeln. Andererseits nehmen Pflanzen im Wachstum permanent Wasser auf, speichern es und verdunsten einen Teil davon nach und nach. Ebenso kann Vegetation den Wasser(ab)fluss behindern und sogar bremsen, so dass das Wasser längeren Bodenkontakt hat und besser aufgenommen werden kann. So kann auch Bodenerosion unterbunden werden. Ober- und unterirdische tote Pflanzenbiomasse wie Totholz, Humus, Laub und Streu lockern die Bodenstrukturen auf und ermöglichen eine bessere Wasseraufnahme. Zusätzlich speichert auch tote Biomasse Wasser und kann über die Rauigkeit des Bodens und strukturelle Hindernisse den Wasser(ab)fluss reduzieren.

Die Bodendurchlässigkeit hängt von der Bodenart und vom Humusanteil ab. Durchlässigere Böden können mehr Wasser aufnehmen und versickern, als undurchlässigere. Allerdings ist diese Eigenschaft des Bodens gewachsen und kann kaum mit Hilfe von ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen verändert werden.

Karte 8: Ökosystemarer Beitrag zur Risikoreduzierung – Überschwemmung nach Starkregen



3.3.3 Waldbrand

Anhaltende Hitze und Trockenheit bereits im Frühjahr befördern die Waldbrandgefahr. Allein die Jahre 2018 und 2019 haben gezeigt, dass Waldbrände vor allem in Kiefernbeständen in Brandenburg ein nicht zu unterschätzendes Risiko darstellen. Sie können sich auch auf andere Flächen, z.B. landwirtschaftliche Flächen oder Siedlungen, ausbreiten. Sie stellen damit eine lebensbedrohliche Gefahr dar, vor allem für Menschen, die im Wald und in der Nähe des Waldes wohnen, arbeiten und sich dort gern aufhalten. Daneben können das Feuer selbst sowie der Rauch gesundheitliche Schäden verursachen und die Geruchs- und Rauchbelästigung das Wohlbefinden einschränken. Neben diesen direkten Auswirkungen auf den Menschen hat der Verlust von Waldflächen samt den regulierenden Ökosystemleistungen auch langfristige Folgen auch für angrenzende Flächen und die größere Region. Brandflächen sind Störflächen, von denen weitere Beeinträchtigungen für die Umgebung ausgehen können, z.B. Hitzeentwicklung oder Austrocknung, zumal wenn sie vollständig beräumt werden. Waldbrände verursachen auch immer (vorübergehende) Wertverluste, die anderweitig ausgeglichen werden müssen. Die schließt monetäre Werte aufgrund des Holzverlustes genauso ein wie den Wert für Erholung und Bildung. Steigt die Brandgefahr, werden Betretungsverbote verhängt. Zu alldem kommt hinzu, dass bei Waldbränden viel gespeicherter Kohlenstoff freigesetzt wird, was den Klimawandel weiter vorantreibt.

In Bernau gab es bislang keine nennenswerten Waldbrandereignisse. Lediglich am Liepnitzsee treten hin und wieder kleinere Waldbrände auf, die mit Sicherheit menschlich verursacht waren (z.B. Grillparty am Strand usw.) Allerdings konnten sich die Feuer bisher nicht großartig ausbreiten, was durch die Nähe zum See und den dort vorherrschenden Buchenwald begründet werden könnte. Allerdings verfügt Bernau auch über viele Kiefernbestände, wo es eine Frage der Zeit ist, wann diese von Waldbränden betroffen werden.

Die Waldbrandgefahr ist in solchen Beständen am höchsten, wo leicht entzündliche Vegetation (wie v.a. einfach strukturierte Kiefernmonokulturen mit ausgeprägtem Grasbewuchs und/oder Nadel-Rohhumusauflage) dominiert und sich die Bestände an heißen Tagen deutlich erwärmen können. Zudem ist Trockenheit ein entscheidender Faktor, der vor allem in biomassearmen und lichten Beständen stärker auftritt. Menschliche (Erholungs-)Nutzung und Randeffekte verstärken die Brandgefahr zudem erheblich. Brandstiftung ist in Brandenburg ein regelmäßig auftretendes Problem.

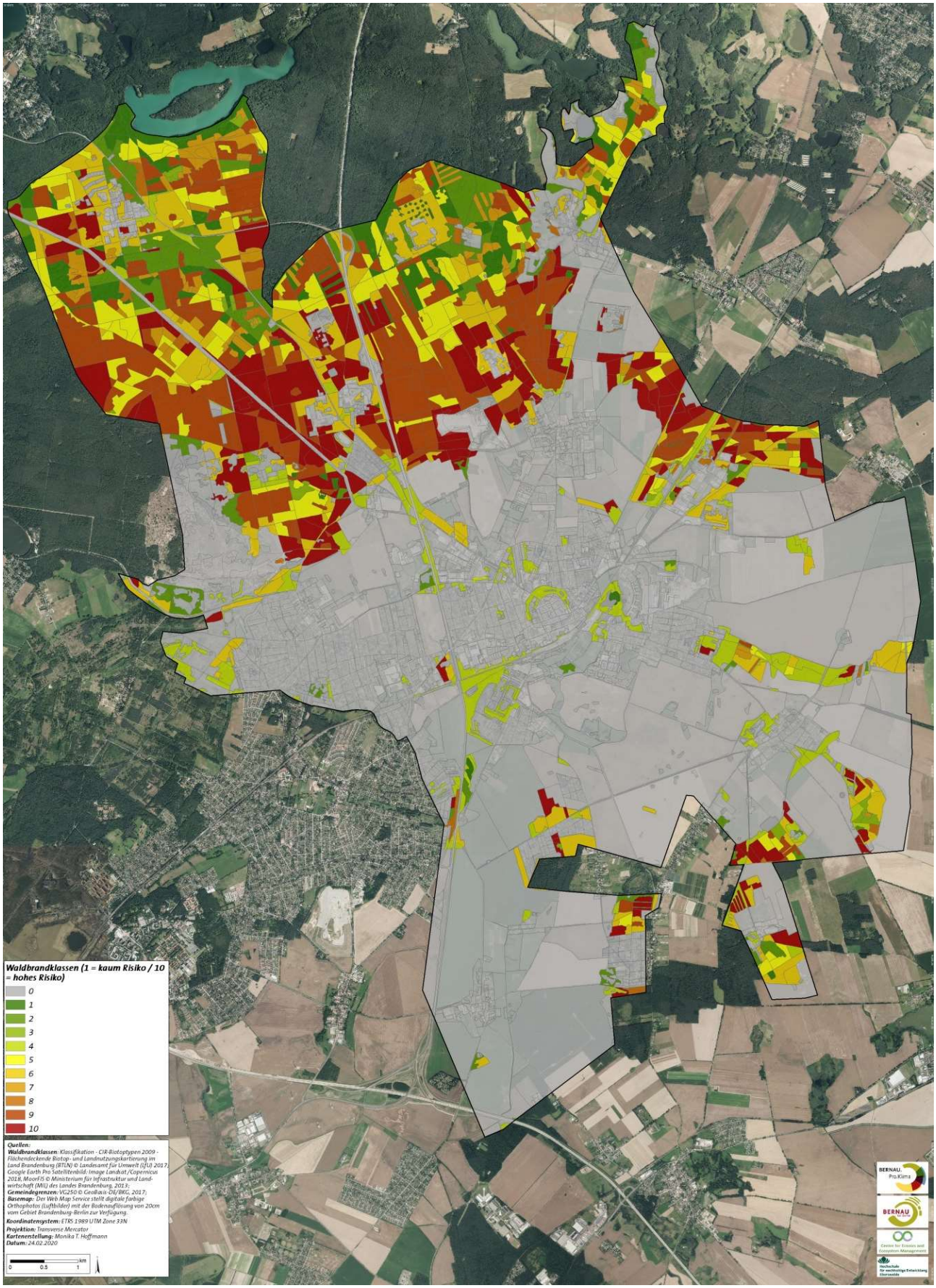
Abbildung 12: Verbrannte Kiefernforste in der Nähe von Jüterbog (links) und Treuenbrietzen (rechts) im Jahr 2019.

Tabelle 7: Einstufung des Waldbrandrisikos der in Bernau vorkommenden Waldökosystemtypen (10=sehr hohes Risiko, 1=sehr geringes Risiko).

Waldökosystemtypen	Waldbrand-risikostufe
Kiefernreinbestände und Kiefer-Nadel-Mischbestände (nah an Infrastruktur / angrenzend an Offenland, Siedlungsgebiete o.Ä.)	10
Kiefernreinbestände und Kiefer-Nadel-Mischbestände (umringt von Wald)	9
Sonstige Nadelbestände (nah an Infrastruktur / angrenzend an Offenland, Siedlungsgebiete o.Ä.)	8
Sonstige Nadelbestände (umringt von Wald)	7
Kiefern-Laub-Mischbestände (nah an Infrastruktur/ angrenzend an Offenland, Siedlungsgebiete o.Ä.)	6
Kiefern-Laub-Mischbestände (umringt von Wald)	5
Laub- und Laubmischbestände mit nicht standortheimischen Baumarten (nah an Infrastruktur / angrenzend an Offenland, Siedlungsgebiete o.Ä.)	4
Laub- und Laubmischbestände mit nicht standortheimischen Baumarten (umringt von Wald)	3
Laub- und Laubmischbestände mit standortheimischen Beständen (nah an Infrastruktur / angrenzend an Offenland, Siedlungsgebiete o.Ä.)	2
Laub- und Laubmischbestände mit standortheimischen Beständen (umringt von Wald)	1

Der ökosystemare Beitrag zur Reduzierung des Risikos von Waldbränden hängt stark von den in den Beständen dominierenden Hauptbaumarten, aber auch von den Neben- und Mischbaumarten ab (siehe Tabelle 7 und Karte 9: Ökosystemarer Beitrag zur Risikoreduzierung – Waldbrand). Dabei spielen zum einen die konkreten Baumarten eine Rolle. Die Gemeine Kiefer beispielsweise ist durch ihre Wuchsform, die Beschaffenheit der Borke und den hohen Harzgehalt weitaus brandgefährdeter, als eine belaubte Buche, die in der Vegetationszeit viel Wasser speichert und verdunstet. Zum anderen ist die Baumartenzusammensetzung, d.h. vor allem das Verhältnis zwischen Laub- und Nadelhölzern, ein weiteres Kriterium für die Brandgefahr. Ein hoher Laubholzanteil kann die Brandgefahr senken. Verbunden mit der Baumartenzusammensetzung ergeben sich weitere Eigenschaften in den Beständen, die Einfluss auf das Waldbrandrisiko haben. So haben auch die Bodenvegetation, die Menge und Art von Streu und Humus, Menge und Art von lebender und toter Pflanzenbiomasse, der Grad des Kronenschlusses sowie das jeweilige Mikroklima ihren Anteil am Brandrisiko. Kiefernforsten zeichnen sich durch leicht entzündlichen Nadelrohhumus und oftmals durch einen austrocknenden Grasbewuchs aus. Je mehr Biomasse vorhanden ist (Bäume, Unterwuchs, Humus, Totholz), je dichter der Bestand und üppiger die krautige und holzige Bodenvegetation bzw. die Verjüngung und je weniger Sonnenstrahlung auf den Boden gelangt, desto geringer ist die Waldbrandgefahr. Darüber hinaus ist auch die Nähe zu menschlich geschaffenen und genutzten Flächen wie Straßen, Ackerflächen oder Siedlungsgebiete bzw. die Einbettung in andere Waldflächen von Bedeutung.

Karte 9: Ökosystemarer Beitrag zur Risikoreduzierung – Waldbrand



Das höchste Waldbrandrisiko besteht für Kiefernreinbestände und Kiefer-Nadel-Mischbestände in Straßen-, Siedlungs- oder Acker-/Offenland-Nähe. Das geringste Risiko und damit der höchste Beitrag zur Reduktion des Risikos für die Entstehung von Waldbrand geht von Laub- und Laubmischbeständen mit standortheimischen Beständen aus, die in Wald eingebettet sind, da diese durch ihren vergleichsweise hohen Kronenschluss sowie dem hohen Biomasseanteil und dem darin gespeicherten Wasser über einen höheren Widerstand gegen Hitzeentwicklung und Brände verfügen.

3.3.4 Austrocknung und Wasserverlust

Geringere Niederschläge, aber auch ein verminderter Wasserrückhalt, führen zu Wasserverlust und damit zu Austrocknung in Bernau. Wasserverlust verstärkt andere klimawandelbedingte Risiken wie Hitze, Staubentwicklung oder die Brandgefahr. Wenn Böden austrocknen, können sie leichter erodieren, d.h. Bodenpartikel werden vom Wind weggetragen, können das Wasser plötzlicher Starkregen kaum aufnehmen und verhärten stellenweise. Ohne Wasser nimmt die Produktivität der Pflanzen ab, sie kümmern oder vertrocknen. Neben ihren regulierenden Eigenschaften verlieren sie auch ihren ästhetischen und spirituellen Wert. Viele Straßenbäume leiden seit einiger Zeit immer öfter unter Wassermangel, viele Grünflächen verdorren bereits im Frühling. In den trockenen Gärten wird immer mehr Trinkwasser zur Bewässerung verbraucht. Gleichzeitig wird immer weniger Grundwasser neu gebildet. Die Trinkwasserversorgung könnte zumindest im Sommer in Zukunft eingeschränkt werden – vielerorts wurden zumindest im Sommer 2019 Gießverbote verhängt. In der Barnimer Landwirtschaft waren in den letzten Jahren zusehends auch Ernteausfälle zu verzeichnen.

Austrocknung bzw. Wasserverlust findet vor allem dort statt, wo Sonneneinstrahlung ungefiltert auf den Boden gelangt und wo sich Hitze entwickeln kann, d.h. auf Flächen ohne oder mit nur spärlicher Vegetation. Hier wird das Wasser dem Boden ungebremst entzogen und kann direkt verdunsten. Austrocknung wird durch Wassermangel hervorgerufen, der allerdings nicht nur durch geringe oder fehlende Niederschläge vor Ort, sondern auch in der Landnutzung und Infrastruktur fernab der eigentlichen Fläche seinen Ursprung haben kann, z.B. durch Entwässerung. Auch eine geringe Wasserspeicherkapazität des Bodens kann zu Austrocknung beitragen. Daneben sind windexponierte Flächen stärker von Austrocknung betroffen, als geschützte.

Der ökosystemare Beitrag zur Reduzierung des Risikos der Austrocknung bzw. von Wasserverlusten hängt also von der Wasseraufnahme- und -speicherfähigkeit, aber auch der Beschattung und des Windschutzes der Fläche ab. Alle Kriterien sind eng mit der Vegetation und dem Anteil an lebender und toter Biomasse auf dem und im Boden der Fläche verbunden. Je mehr, vielfältiger und stufiger die Vegetation, desto geringer ist das Risiko einer Austrocknung, da viel Wasser gespeichert und langsam von den Pflanzen veratmet werden kann, was wiederum die Temperatur auf der Fläche reduziert. Darüber hinaus haben viele Pflanzen die Fähigkeit, Wasser aus tieferen Bodenschichten nach oben zu pumpen und dem System über die eigene Verdunstung verfügbar zu machen.

Auch die Bodenstruktur spielt eine Rolle bei der Austrocknung. Wasserspeicherkapazität und Versickerungsrate variieren zwischen verschiedenen Bodenarten. Grobkörnigere Sandböden können Wasser weniger gut speichern, als feinere Lehmböden. Allerdings entscheiden auch die Art der Bodenveränderung, die Bodenbearbeitung, der Grad der Verdichtung und der Humusgehalt darüber, wieviel Wasser wie lange im Boden gespeichert werden kann. Verdichtete Böden können weniger Wasser speichern, als solche mit natürlicher Bodenstruktur. Eine regelmäßige (tiefgründige) Bodenbearbeitung kann tiefere Bodenschichten mit gespeichertem Wasser exponieren und damit die direkte Verdunstung und folglich Wasserverluste begünstigen. Im Umkehrschluss wirken also möglichst naturbelassene

Bodenstrukturen einer Austrocknung entgegen. Ein hoher Humusgehalt unterstützt zudem die Speicherung von Wasser.

Der sogenannte Dürremonitor des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ[10], ein hydrologisches Modell, welches u.a. Niederschlag und Verdunstung sowie Bodenverhältnisse berücksichtigt, zeigt u.a. seit 2016, dass die Bernauer Region immer stärker von schwerer bzw. sogar außergewöhnlicher Dürre betroffen ist.

Die Austrocknung der Böden Bernaus und weiter Teile Deutschlands ist ein gutes Beispiel dafür, wie sich die Klimawandel-Vulnerabilität auch dynamisch und kumulativ entwickelt. In diesem Falle steigt das Schadpotenzial durch die Verkettung von Dürren und Hitzewellen und die länger andauernde Periode der Witterungsanomalien nicht linear an. Deutlich wird auch, dass keine kurzfristige Erholung möglich ist.

Abbildung 13: Trockenheit in und um Bernau.

3.3.5 Staubentwicklung und -belastung

Staubentwicklung und eine daraus resultierende Staubbelastung wird in Bernau sehr stark wahrgenommen. Im Sommer ziehen häufig große Staubwolken von den Äckern über die Straßen und in die Siedlungsbereiche. Staub kann als grobe Luftverschmutzung verstanden werden und sowohl die Gesundheit als auch die Sicherheit, zumindest aber das Wohlbefinden der Bevölkerung deutlich beeinträchtigen. Atmung und Sicht werden behindert und die Staub- und Sandpartikel lagern sich in den

[10] https://www.ufz.de/index.php?de=37937

Siedlungsgebieten, auf und in den Gebäuden, auf den Straßen und Autos usw. ab. Auch Bäume und andere Pflanzen können durch Staubablagerungen beeinträchtigt werden. Wenn große Staubwolken vom Acker über die Straßen ziehen, wird dies schnell zur Gefahr für den Verkehr. Was oft nicht bedacht wird: Staub und Boden, der in Wolken weggetragen wird, geht samt Nährstoffen den Äckern, Wegen und anderen Herkunftsorten verloren. Auch werden die Waldökosysteme durch zusätzliche Nährstofffracht geschwächt (z.B. Schwächung der Feinwurzeln, Mikroorganismen, Veränderung der Bodenchemie).

Staubentwicklung ist im Grunde eine windgebundene Bodenerosion. Es spielen also zwei Faktoren eine Rolle: Boden und Wind. Staub entsteht vor allem auf ausgetrockneten Böden mit losen Bodenpartikeln die durch mangelnde Vegetation ungebremst vom Wind aufgegriffen und fortgetragen werden. Gerade auf großen, bodennackten Ackerflächen mit ungünstiger intensiver Bodenbearbeitung entstehen öfter Staubwolken, die bis in die Siedlungsgebiete getragen werden. Der Staubeintrag wird am ehesten für Stadtrandbereiche zum Problem, wenn Staub ungehindert (aufgrund fehlender Bäume, Sträucher, Hecken) eingetragen werden kann.

Der ökosystemare Beitrag zur Reduzierung des Risikos der Staubentwicklung kann sich verschiedenartig gestalten.

Zum einen beugen bestimmte Eigenschaften der Entstehung von Staub vor. Eine geschlossene Pflanzen- oder zumindest eine organische Mulchdecke verhindert den direkten Abtrag von Boden durch Wind. Vor Austrocknung geschützte Böden (siehe 3.3.4) sind generell weniger anfällig für Staubentwicklung. Letztendlich kann auch über die Art und Weise der Bewirtschaftung, z.B. weniger intensive Bodenbearbeitung, keine Bodenbearbeitung in trockenen Phasen oder nur früh morgens, Bearbeitung kleinerer Flächen usw., eine Staubentwicklung deutlich reduziert werden.

Zum anderen verhindern vertikale Grünstrukturen wie Hecken oder Baumreihen, dass der Staub vom Wind ungehindert weitergetragen werden kann. Gehölzstrukturen zwischen staubgefährdeten Ackerflächen oder an staubigen Wegen können die Staubwolken gleich vor Ort aufhalten. Bäume, Hecken und begrünte Vertikalstrukturen (z.B. Pergolen) als Grenzstrukturen verhindern, dass Staubwolken bis in die Siedlungsbereiche oder generell in andere Systeme eingetragen werden.

Abbildung 14: Staubentwicklung bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen.

3.3.6 Gefahren durch Sturm

Mit Stürmen werden unweigerlich Schäden an Gebäuden, herabfallende Äste und umgestürzte Bäume assoziiert. Für die Bevölkerung stellen Stürme in erster Linie eine Gefahr für die Sicherheit dar. Gebäude und Bäume sind aufgrund ihrer Höhe und Exponiertheit besonders stark mit Sturmwirkungen konfrontiert. Sturmereignisse können im Wald die forstwirtschaftliche Planung durcheinanderbringen und ökonomische Wertverluste verursachen. Durch die Verkehrssicherungspflicht können nach Stürmen hohe Räumungs- und Sicherungskosten anfallen. Zusammen mit Trockenheit können Stürme die Bodenerosion beschleunigen und enorme Staub- und Sandwolken auslösen. Ernteverluste vor allem auf großen Ackerflächen können folgen.

In Bernau können immer öfter punktuelle Sturmschäden an Gebäuden, Stadtbäumen oder in stadtnahen Waldbeständen beobachtet werden. Der Wald in Bernau war bisher relativ wenig von Stürmen betroffen, obwohl die Folgen von Sturm „Xavier“ im Herbst 2017 auch im Bernauer Stadtwald zu sehen sind.

Starke Winde und Stürme werden dann zur Gefahr, wenn sie ungebremst wirken können und viel freistehende Angriffsflächen haben. Vor allem freistehende Bäume und Gebäude sind gefährdet. Aber auch Waldränder – dazu zählen auch Schneisen innerhalb des Waldes – ohne gestufte Waldsäume bieten gute Angriffsflächen für Stürme. Große freie Ackerflächen lassen Winde ungehindert walten.

Das Risiko für Sturmschäden kann reduziert werden, indem die Wirkung des Windes behindert oder abgeleitet und die Windgeschwindigkeit gebremst wird. Dies kann unter anderem durch hochwüchsige, aber stufig angeordnete Vegetation (vorzugsweise mit Gehölzen) gewährleistet werden. Gestufte Waldränder im Übergang zwischen Wald und Offenland oder Siedlungsräumen, stufige Säume um Einzelbäume und Alleen sowie Hecken und Gehölzreihen im Offenland sowie an Siedlungsrändern können das Risiko von Sturmschäden erheblich reduzieren.

Abbildung 15: Umgestürzter Baum nach einem Sturm.

4 Strategische Ziele und Maßnahmen

4.1 Ziele der Anpassung

Die Anpassungsstrategie verfolgt das Ziel, dass die Ökosysteme in Bernau auch unter dem Einfluss des Klimawandels – inklusive langfristige lokalklimatische Veränderungen und Zunahme von Extremen – **ökologisch funktionstüchtig** sind und die benötigten **Ökosystemleistungen**, die das menschliche Wohlergehen v.a. in Bernau beeinflussen, weiterhin **bereitstellen** können.

Wichtige Ökosystemleistungen sind neben den versorgenden Leistungen wie die Bereitstellung von Nahrung und Energie sowie von kulturellen Leistungen wie Erholung und kulturelle Identität vor allem die regulierenden Leistungen, die das Lokalklima und den Wasserhaushalt regulieren und die negativen Auswirkungen von Extremereignissen auf den Menschen abmindern können.

Die Anpassungsstrategie soll bewirken, dass

1. die Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökosysteme selbst abgepuffert werden können und
2. klimawandelbedingte Risiken für das menschliche Wohlergehen abgemindert werden.

Es geht also darum, die Vulnerabilität Bernaus gegenüber Klimawandel zu senken. Da Vulnerabilität auf verschiedenen Ebenen verursacht wird (siehe Kapitel 1.4), müssen auch diese verschiedenen Ebenen adressiert werden um die Vulnerabilität ganzheitlich zu reduzieren.

4.2 Senkung der ökosystemaren Vulnerabilität

Sowohl die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme selbst als auch die sich daraus ergebende Bereitstellung von Ökosystemleistungen ist abhängig von der (selbst-)regulierenden Kapazität der Ökosysteme. Es gilt daher diese langfristig wiederherzustellen, zu erhalten und zu stärken. Da die (selbst-)regulierende Kapazität von bestimmten charakteristischen Elementen, Eigenschaften und Prozessen abhängt, müssen diese demnach erhalten bzw. wiederhergestellt oder neu aufgebaut werden. Die konkreten Elemente und Eigenschaften unterschieden sich je nach Ökosystem, es gibt aber wiederkehrende Muster. Durch ihre unterschiedlichen Eigenschaften verfügen die einzelnen Ökosystemtypen in Bernau in ungleichem Umfang über die relevanten regulierenden Ökosystemfunktionen, die Klimawandelwirkungen sowohl für die Einzelsysteme als auch den Ökosystemverbund abpuffern können. Die Vulnerabilität Bernaus ergibt sich damit nicht nur aus der Funktionstüchtigkeit der einzelnen Ökosysteme, sondern auch aus deren Verteilung und Zusammenwirken. Aus diesen strukturellen und räumlichen Anforderungen der Ökosysteme lassen sich zur Stärkung der ökologischen Funktionstüchtigkeit der Bernauer Ökosysteme strategische Ziele ableiten und entsprechende ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen entwickeln.

4.2.1 Strategische Ziele ökosystembasierter Anpassung

Zieleigenschaften der einzelnen Ökosysteme

Z1. Erhaltung und Wiederherstellung der Bodengesundheit und naturnaher Bodenstrukturen

Der Boden ist die Grundlage für Pflanzenwachstum und ein wichtiger Speicher und Filter von Wasser. Beides spielt in der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel eine tragende Rolle. Die Beschaffenheit des Bodens beeinflusst daher die Funktionstüchtigkeit der (halb)terrestrischen Ökosysteme. Störungen wie Verdichtung, tiefgründige Bearbeitung oder Fremdstoffeinträge haben

Einfluss auf ökologische Funktionen wie Versickerung, Wasserspeicherung oder Verdunstung, aber auch auf die Entwicklung von Bodenlebewesen und das Pflanzenwachstum.

Z2. Erhaltung und Aufbau von pflanzlicher Biomasse

Pflanzliche Biomasse und dessen Aufbau spielt eine zentrale Rolle in der Speicherung und Verdunstung von Wasser und hat damit eine kühlende bzw. temperaturausgleichende Wirkung. Auch abgestorbene Pflanzenbiomasse fungiert in Form von Totholz, Streu und Humus als Wasserspeicher. Zusätzlich werden bei der Zersetzung wertvolle Nährstoffe ins System rückgeführt, die wiederum in den Aufbau von Biomasse fließen.

Z3. Erhaltung, Aufbau und Vernetzung von vertikalen Grünstrukturen

Vertikale Grünstrukturen wie Gehölzinseln, Hecken oder Einzelbäume fungieren nicht nur als verbindende Elemente zwischen Wald und urbanen Grünflächen, sondern erhöhen auch den Anteil von Biomasse in biomasseärmeren Systemen, wie landwirtschaftlich genutzten Flächen oder an Straßen. Damit sind sie essentiell für die Speicherung und Verdunstung von Wasser, was ihnen eine kühlende Funktion gibt. Zudem bremsen sie Wind und den Oberflächenabfluss, filtern die Sonneneinstrahlung bzw. sorgen für lokale Beschattung und halten Luftverschmutzung wie Staub auf.

Z4. Erhaltung und Herstellung von Vegetations- und Kronenschluss

Der flächendeckende Bewuchs des Bodens mit Pflanzen sowie Kronenschluss von Bäumen auf städtischen Einzelflächen, entlang von linearen Strukturen wie Straßen und Wegen und vor allem im Wald reduzieren das direkte Auftreffen von Sonnenstrahlung auf den Boden. Dadurch wird eine lokale Überhitzung und Austrocknung durch Beschattung verhindert. Zudem wird die direkte Verdunstung von Wasser aus dem Oberboden (Evaporation) reduziert und die Verdunstung über die größere Oberfläche der Pflanzen (Transpiration) erhöht. Zudem kann die Einwirkung von Wind durch die fehlende Angriffsfläche gemindert bzw. um- und abgeleitet werden. Auch starke Niederschläge können durch einen Vegetationsschluss gebremst werden; somit kann auch die Gefahr von Bodenerosion und starken Oberflächenabflüssen verringert werden. Wo kein permanenter Vegetationsschluss erzielt werden kann, sollte doch zumindest eine kontinuierliche Bodendeckung mit lebender oder toter Pflanzenbiomasse gewährleistet werden (z.B. auf Ackerflächen).

Z5. Erhaltung und Förderung von naturnaher, selbstregulierter Arten- und Strukturvielfalt

Das vielfältige Geflecht von Organismen und nichtlebenden Strukturen, die aus den selbstregulierten Prozessen hervorgehen, bildet die Grundlage für die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme. Vielfalt ist ein Schlüsselelement für die Widerstandsfähigkeit eines Systems gegenüber Störungen und Wandelprozessen wie Klimawandel. Das Risiko eines Systemzusammenbruchs wird durch eine naturnahe Arten- und Strukturvielfalt deutlich verringert, da Störungen und Verluste bis zu einem bestimmten Punkt ausgeglichen werden können. Zudem sind vielfältige Lebensformen und Strukturen für den Energie- und Wasserhaushalt der Systeme von großer Bedeutung.

Z6. Erhaltung und Förderung selbstregulierter Ökosystementwicklung

Funktionstüchtige Ökosysteme haben, je nach System, die Fähigkeit sich an sich ändernde Bedingungen anzupassen. Dafür ist es jedoch notwendig, dass die Prozesse im System sowie die allgemeine Dynamik der Entwicklung selbstreguliert ablaufen können, d.h. nicht durch menschliche Einwirkung zu stark vorgegeben oder verfremdet werden. Diese Selbstregulation sorgt für die passende Ausstattung des Ökosystems bezüglich der Standortbedingungen. So sorgt Naturverjüngung für die optimale Ausstattung passender Baumarten im Wald und für stabilere Individuen. Sukzession als Prozess der (Wieder-)Bewaldung bringt einen an den Standort angepassten und robusten Wald hervor, besser als es durch Pflanzung bewirkt werden kann. In stark genutzten oder anhaltend veränderten Ökosystemen können

solche Prozesse durch die Art und Weise entsprechender Maßnahmen sogar imitiert werden, z.B. einzelstammweise Holzernte oder bestandesorientierte Bejagung.

Z7. Erhaltung, Einrichtung und Vergrößerung von ruhenden bzw. ungenutzten Flächen

Ruhende Flächen – das heißt Flächen ohne Randeffekte, menschliche Eingriffe und Nutzung – bieten ein Höchstmaß der ökosystemaren Eigenschaften und ökologischen Funktionen, die für die ökologische Funktionstüchtigkeit des entsprechenden Ökosystems essentiell und damit auch für dessen Vulnerabilität bestimmend sind. Sie sind die Kerne der Selbstregulation und zudem wichtige Referenzflächen für die Anpassung der Landnutzung generell und speziell an den Klimawandel. Je größer diese Flächen sind und je mehr es von ihnen gibt, desto widerstandsfähiger und anpassungsfähiger ist das Gesamtsystem gegenüber (Klima-)Wandel. Die Größe der ruhenden Flächen ist von der Wirkungsstärke und Wirkfläche der Randeffekte abhängig. Randeffekte entstehen, wenn sich die Grenzen zwischen Ökosystemen abrupt und nicht fließend gestalten. Diese Effekte sind besonders groß, wenn sich die benachbarten Systeme stark unterscheiden, z.B. bezüglich ihrer Ausstattung, ihrer Nutzung oder ihres Alters. Dann wirken die Systeme stark aufeinander ein – meist überwiegen die ungünstigen, eher störenden Effekte auf naturnähere Ökosysteme. Die jeweilig beeinflussten Randbereiche verändern sich entsprechend der Wirkungen, die Fläche des „ursprünglichen“ ungestörten Systems verringert sich und damit dessen Funktionstüchtigkeit und (selbst-)regulierende Kapazität. Nutzungskontraste benachbarter Flächen sollten also möglichst gering sein. Des Weiteren sollte das Verhältnis des Randes zur Grundfläche möglichst gering sein – kompakte und runde Flächen haben geringere Randeffekte, als schmale längliche Grundflächen.

Z8. Erhaltung und Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Verhältnisse

Die hydrologischen Verhältnisse schließen verschiedene Eigenschaften und Prozesse des kleinen (bzw. regionalen) Wasserkreislaufs wie den Grundwasserstand, Grundwasserneubildung, den Wasserspiegel der Gewässer, die Wasserqualität, den Wasserfluss in Fließgewässern, den Wasserabfluss, die Versickerungsrate, Verdunstungsrate, lokale Niederschläge usw. ein. Die jeweiligen Ausprägungen hängen stark vom Standort und dem jeweiligen Ökosystem ab und können nicht pauschal beschrieben werden. Grundsätzlich sollte der Wasserhaushalt möglichst selbstreguliert sein und kaum Extreme ausprägen können, z.B. starker Oberflächenabfluss, zeitweise hohe Fließgeschwindigkeiten und große Wassermengen in Fließgewässern oder Austrocknung von Feuchtgebieten. Auch genutzte Systeme sollten weitestgehend ohne zusätzliche Bewässerung auskommen können. Lokale Niederschläge werden durch die lokale Vegetation und hydrologische Verhältnisse (Feuchtgebiete, Seen usw.) beeinflusst – feuchtere Gebiete ziehen Niederschläge eher an, als heiße, trockene Flächen.

Ziele der räumlichen Gestaltung des Ökosystemverbunds

Z9. Erhaltung und Vergrößerung von unversiegelter Fläche

Flächenversiegelung reduziert die Aufnahmefähigkeit und Versickerung von Regen und Überschwemmungswasser, verkleinert die Flächen für den Bewuchs mit Pflanzen und führt zu erhöhter Rückstrahlung von Wärme an Sonnentagen.

Z10. Erhaltung, Vergrößerung und Vernetzung von Waldfläche

Durch die herausragende Bedeutung der Wälder in Bezug auf die Bereitstellung regulierender Ökosystemfunktionen und -leistungen, besonders aber durch ihre lokalklimaausgleichende und wasserrückhaltende Wirkung, muss die höchste Priorität auf dem Schutz, der Förderung und dem Zusammenschluss naturnaher Waldökosysteme im Ökosystemverbund liegen.

Z11. Erhaltung und Wiederherstellung von Gewässern und Feuchtgebieten

Ähnlich wie Wald haben Gewässer und Feuchtgebiete eine besondere Bedeutung für die Bereitstellung regulierender Ökosystemfunktionen und -leistungen und wirken lokalklimaausgleichend und wasserrückhaltend. Sie durchziehen andere Ökosysteme und ihr Schutz sollte daher überall hohe Priorität haben.

Z12. Erhaltung, Wiederherstellung und Einrichtung von naturnahen Retentionsflächen und Wasserzwischenspeichern

Ergänzend zu bestehenden, naturnahen Gewässern und Feuchtgebieten sollten Flächen für die Aufnahme von Wasser nach Starkregen verfügbar gemacht werden (z.B. Überschwemmungsflächen, Sekundärauen) und zusätzlich naturnahe Kleingewässer vor allem in stärker genutzten Ökosystemen mit weniger klimaausgleichenden Funktionen, wie urbane Räume oder landwirtschaftlich genutztes Offenland, geschaffen werden.

Z13. Erhaltung, Aufbau und Verbindung von Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten und -schneisen

Naturnahe Ökosysteme in Siedlungsräumen und in ihrer Nähe fungieren als Entstehungsgebiete kühl-feuchter-Luft, die entlang von unverbauten zuführenden Grünschneisen (Frischluftkorridoren) in sich stärker erwärmende urbane Siedlungsräume gelangt und für Abkühlung bzw. einen Luftaustausch sorgt. Dies ist vor allem für solche Flächen von Bedeutung, wo aufgrund der baulichen Strukturen wenig Grünstrukturen geschweige denn Grünflächen vorhanden sind. Die Erhaltung bzw. die Entwicklung solcher Entstehungsgebiete sowie die Anbindung an klimatisch ungünstigere Räume mit Hilfe von Frischluftkorridoren muss stadtplanerisch gut vorbereitet und begleitet werden.

4.2.2 Handlungsstränge ökosystembasierter Anpassung

Die strategischen Ziele lassen sich durch die Umsetzung von Maßnahmen in drei Handlungssträngen verfolgen.

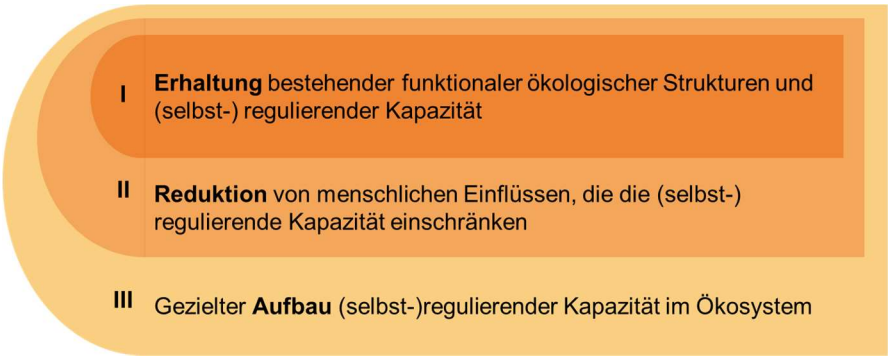


Abbildung 16: Handlungsstränge ökosystembasierter Anpassung.

4.2.2.1 Erhaltung bestehender funktionaler ökologischer Strukturen und (selbst-)regulierender Kapazität

Die Erhaltung bestehender funktionaler ökologischer Strukturen wie Bäume, Grünstrukturen oder Gewässer erhält in der Anpassung an den Klimawandel höchste Priorität und stellt den grundlegenden Handlungsstrang dar. Die Wiederherstellung von funktionstüchtigen Strukturen und Systemen ist schwer bis unmöglich – jeder Verlust funktionsreicher Flächen schmälert die Handlungsfähigkeit, sowohl in der Gegenwart als auch in der Zukunft. Wann und wo auch immer funktionsreiche Flächen erhalten werden

können, sollte dies prioritär angestrebt werden. Dabei soll der aktuelle Zustand mindestens erhalten bleiben und verhindert werden, a) dass sich vorhandene Stresse verstärken und b) dass neue Stresse entstehen. Diese Flächen können dann als Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen dienen. Z.B. können vorhandene Grünflächen in der Stadt als Ausgangs- und Kernflächen für die Entwicklung einer grünen Linie durch die Stadt fungieren. Maßnahmen innerhalb dieses Handlungsstrangs bewegen sich am ehesten auf strategisch-planerischer Ebene und setzen bei den Rahmenbedingungen an, d.h. den ursächlichen Faktoren für die aktuelle und potenzielle Störung der Ökosysteme.

4.2.2.2 Reduktion von direkten menschgemachten Stressen und menschlichen Faktoren, die die (selbst-) regulierende Kapazität einschränken

Dieser Handlungsstrang setzt an den menschlichen Aktivitäten an, die die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme stören und Stresse verursachen. Diese müssen reduziert werden um die Erhaltung der Ökosysteme zu unterstützen, aber auch um die Funktionstüchtigkeit wiederherzustellen bzw. zu erhöhen. Hierbei geht es um den Rückbau der vom Menschen erbauten Strukturen und die Reduktion von menschlichen Eingriffen in das ökosystemare Gefüge und dessen Entwicklung.

4.2.2.3 Gezielter Aufbau (selbst-)regulierender Kapazität im Ökosystem

Der dritte Handlungsstrang zielt auf die Unterstützung bestimmter Ökosystemfunktionen im Ökosystem bzw. auf einer Fläche ab. Maßnahmen dieses Handlungsstrangs können nur wahrlich wirksam werden, wenn auch Maßnahmen der anderen Handlungsstränge umgesetzt werden. Anders herum ergänzen und unterstützen Maßnahmen dieses Handlungsstrangs die Wirksamkeit der anderen. Der gezielte Aufbau (selbst-)regulierender Kapazität ist vor allem dort relevant, wo Ökosysteme stark von menschlicher Nutzung beeinflusst sind, wo Funktionstüchtigkeit nicht ganzheitlich wiederhergestellt werden kann oder wo schnell bestimmte Wirkungen erzielt werden sollen (z.B. Gründächer in der Stadt, Hecken im Offenland). Insgesamt bietet dieser Handlungsstrang den größten Handlungsspielraum, folgt häufig aber den Ansätzen des Ökosystemdesigns[11]. Eine klare Abgrenzung zu technischen Anpassungsmaßnahmen ist nicht immer gegeben, gegebenenfalls sind Mischansätze förderlich.

4.2.3 Maßnahmen zur Stärkung der Ökosystemfunktionalität

Den strategischen Zielen folgend lassen sich nun für jeden Handlungsraum (Ökosystem) und jeden der drei Handlungsstränge konkrete ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen ableiten, die in direktem Zusammenhang mit den Ergebnissen der Vulnerabilitätsanalyse (Kapitel 3) stehen. Der jeweilige Zustand der Ökosysteme und identifizierte Einflussfaktoren bieten die konkreten Ansatzpunkte für ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen. Sie müssen im weiteren Anpassungsprozess entsprechend angepasst werden, sobald sich grundlegende Analyseergebnisse und Zielsetzungen ändern.

4.2.3.1 Anpassungsmaßnahmen für Wälder

Bernau verfügt über ein großes, zusammenhängendes System von Waldökosystemen, das es in diesem Umfang zu erhalten und möglicherweise zu vergrößern gilt. Grundsätzlich sollte es im Wald und dessen Bewirtschaftung darum gehen, naturnahe und selbstregulierte Prozesse und Strukturen zu erhalten, zuzulassen und zu fördern. Das sind Prozesse, die von selbst ablaufen, d.h. Pflanzenwachstum, Sukzession

[11] Ökosystemdesign ist die menschlich bewirkte Schaffung von Lebensräumen und Lebensgemeinschaften, welche am betreffenden Ort vorher nicht existierten (Ibisch & Kreft 2008), z.B. gezielter Einsatz von bestimmten Pflanzenarten oder aktive Gestaltung von Oberflächenstrukturen wie beim Anlegen von Teichen, Wällen oder Senken.

mit Alterung und Verjüngung unterschiedlicher Arten im Wechselspiel, Interaktion aller Organismen einschließlich der Tiere, Pilze und Mikroorganismen, Anreicherung von lebender und toter Biomasse, Bodenbildung, mikroklimatische Selbstregulierung usw., und Strukturen die durch diese Prozesse gebildet werden, z.B. alte Bäume, Totholz, Humus, alters- und artengemischte Bestände.

Die naturnahen Laub- und Laubmischwälder mit vorwiegend heimischen Arten verfügen über eine Arten- und Strukturvielfalt, die eine wichtige Grundlage für deren Resilienz gegenüber Klimawandel bildet und nicht beeinträchtigt werden sollte. Aufgrund der herausragenden Bedeutung dieser Bestände in Bezug auf die regulierenden Leistungen, muss die höchste Priorität auf Schutz und Förderung sowie dem Zusammenschluss der naturnahen Waldökosysteme im Ökosystemverbund liegen. Zudem sollten Flächen eingerichtet werden, in denen eine natürliche Waldentwicklung mit möglichst geringer anthropogener Einflussnahme geschehen kann.

Auch naturfernere Nadelholzbestände erfüllen trotz ihrer geringeren ökologischen Wertigkeit wichtige regulierende Funktionen, z.B. Frischluftentstehung, und sollten daher erhalten bleiben, jedoch auch ökologisch aufgewertet werden. Der Fokus liegt hier auf dem gezielten Aufbau von regulierender Kapazität, d.h. auf der Entwicklung von Strukturen wie funktionalen Waldrändern und Anreicherung mit Totholz.

W	**Ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen im Wald**
W.I	**Erhaltung bestehender funktionaler ökologischer Strukturen und (selbst-)regulierender Kapazität**
W.I.1	Erhaltung von bestehenden Waldflächen
W.I.2	Erhaltung von alten Bäumen bzw. alten Beständen
W.I.3	Erhaltung von naturnahen Beständen auf Feuchtstandorten
W.I.4	Erhaltung von bestehender naturnaher Struktur- und Artenvielfalt
W.II	**Reduktion von direkten menschgemachten Stressen und menschlichen Faktoren, die die (selbst-)regulierenden Kapazität einschränken**
W.II.1	Rückbau von baulichen Strukturen und Entwässerungsstrukturen
W.II.2	Reduktion von Nutzung und Eingriffsstärke
W.II.3	Reduktion von Erschließung, Befahrung und anderer bodenverwundender Praktiken
W.III	**Gezielter Aufbau (selbst-)regulierender Kapazität im Ökosystem**
W.III.1	Zulassen und Förderung von Naturverjüngung und Sukzession
W.III.2	Pflanzen von Laubbäumen
W.III.3	Einsatz eines natürliche Dynamiken imitierenden Wildtiermanagements
W.III.4	Zulassen und Förderung von Totholz im Wald
W.III.5	Entwicklung funktionaler Waldränder und -säume

4.2.3.2 Anpassungsmaßnahmen für Gewässer und Feuchtgebiete

Gewässer und Feuchtgebiete sind in Bernau in die anderen Ökosysteme eingebettet und damit gewissermaßen Teil von ihnen. Viele Maßnahmen, die auf die Funktionstüchtigkeit der Still- und Fließgewässer und der Moore und anderen Feuchtgebiete abzielen, müssen tatsächlich auf den umgebenden Flächen umgesetzt werden bzw. beeinflussen diese maßgeblich. Relevante Maßnahmen, die vor allem zum Wasserrückhalt, zur Verringerung des Oberflächenabflusses und zur Kühlung der Gewässer

beitragen, führen über die Gestaltung der Gewässer selbst hinaus und zielen auf vegetationsreiche Ufersäume, ein breiteres Flussbett und die Schaffung anderweitiger Retentionsflächen ab. Auch werden die Gewässer von Anpassungen in der Nutzung anderer Ökosysteme, v.a. im Wald und Offenland, begünstigt. Die Wiedervernässung von Mooren und anderen Feuchtgebieten ist eine systemübergreifende Maßnahme, der im gesamten Gebiete hohe Priorität zukommen sollte.

G	Ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen für Gewässer und Feuchtgebiete
G.I	**Erhaltung bestehender funktionaler ökologischer Strukturen und (selbst-)regulierender Kapazität**
G.I.1	Erhaltung von bestehenden Gewässern und Feuchtgebieten
G.I.2	Erhaltung von bestehenden naturnahen Gewässerstrukturen
G.I.3	Erhaltung und Unterhaltung von bestehenden Pufferzonen bzw. Gewässerrandstreifen
G.I.4	Erhaltung von bestehenden natürlichen Retentionsflächen
G.II	**Reduktion von direkten menschgemachten Stressen und menschlichen Faktoren, die die (selbst-) regulierenden Kapazität einschränken**
G.II.1	Rückbau oder Umgestaltung von Längsverbauung bei Fließgewässern
G.II.2	Rückbau oder Umgestaltung von Querbauwerken und anderen wasserbaulichen Strukturen
G.II.3	Rückbau von baulichen Strukturen in der Pufferzone bzw. Gewässerrandstreifen
G.II.4	Reduktion der Entnahme von pflanzlicher Biomasse
G.II.5	Reduktion von Entwässerungsmaßnahmen von Mooren, Söllen und anderen Feuchtgebieten
G.III	**Gezielter Aufbau (selbst-)regulierender Kapazität im Ökosystem**
G.III.1	Wiedervernässung und Revitalisierung von Mooren, Söllen und anderen Feuchtgebieten
G.III.2	Renaturierung bzw. naturnaher Ausbau von Fließgewässern
G.III.3	Anlegen bzw. Entwicklung von Gewässerrandstreifen mit komplexer, naturnaher Vegetationsstruktur
G.III.4	Anlegen bzw. Einrichtung von Retentionsflächen und naturnahen Kleingewässern
G.III.5	Zulassen und Förderung naturnaher Strukturelemente

4.2.3.3 Anpassungsmaßnahmen für Ökosysteme des Offenlands

Die Systeme des Offenlandes sind durch die teilweise sehr intensive Nutzung, vor allem durch Landwirtschaft, in ihrer Funktionstüchtigkeit stärker beeinträchtig als der Wald. Für die Anpassung des Offenlandes an den Klimawandel, d.h. für die Wiederherstellung und Stärkung der (selbst-)regulierenden Kapazität, gibt es im Offenland zwei Ansatzpunkte: die Anpassung der Bewirtschaftung und die Anpassung der Landschaftsstruktur. Bei der Bewirtschaftung sollte der Schutz und Aufbau von Boden und dessen Wasserrückhaltefähigkeit an vorderster Stelle stehen und eine Diversifizierung von Nutzflächen, Arten und Sorten angestrebt werden. Strukturell sollte das Offenland durch (dauerhafte) Grünstrukturen wie Gehölzinseln, Hecken oder auch Einzelbäume aufgewertet werden. Dabei sollte möglichst mit einheimischen Pflanzen, die sich spontan selbst ansiedeln, gearbeitet werden. Sowohl die Strukturvielfalt selbst als auch der damit verbundene Aufbau von Biomasse erhöhen die Funktionstüchtigkeit des Offenlandes. Außerdem dienen sie u.a. auch der Vernetzung von Wald im Ökosystemverbund. Grundsätzlich sollte Neuversiegelung vermieden werden (z.B. kein Neubau von Straßen, keine Erschließung für Gewerbe und Wohnen „auf dem Acker“) und vorhandene bauliche Strukturen, besonders

Entwässerungsgräben und Straßen, nach Möglichkeit zurückgebaut werden. Agroforstsysteme bieten einen vielversprechenden und variantenreichen Mischansatz, bei dem durch eine veränderte Bewirtschaftung von Flächen auch die Flächenstrukturen maßgeblich umgestaltet werden.

O	**Ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen im Offenland**
O.I	**Erhaltung bestehender funktionaler ökologischer Strukturen und (selbst-)regulierender Kapazität**
O.I.1	Erhaltung von bestehenden Gehölzen und anderen naturnahen Grünstrukturen
O.I.2	Erhaltung von bestehenden kleinflächigen Mosaikstrukturen aus diversen Offenlandsystemen
O.I.3	Erhaltung von bestehenden Gewässern und Feuchtgebieten mit entsprechende Pufferzonen bzw. Gewässerrandstreifen
O.I.4	Erhaltung von bestehenden unversiegelten und unbebauten Flächen
O.II	**Reduktion von direkten menschgemachten Stressen und menschlichen Faktoren, die die (selbst-)regulierenden Kapazität einschränken**
O.II.1	Rückbau von baulichen Strukturen und Entwässerungsstrukturen
O.II.2	Reduktion von Befahrung und Bodenbearbeitung
O.II.3	Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln und Pestiziden
O.II.4	Reduktion der Nutzungsintensität
O.II.5	Anpassung der landwirtschaftlichen Verfahren, Feldfrüchte und Nutztiere an kleinlokale Standortbedingungen
O.III	**Gezielter Aufbau (selbst-)regulierender Kapazität im Ökosystem**
O.III.1	Aufbau von dauerhaften vertikalen Grünstrukturen
O.III.2	Aufbau und Entwicklung einer kleinteiligen Mosaikstruktur
O.III.3	Zulassen und Förderung einer kontinuierlichen Bodenbedeckung
O.III.4	Diversifizierung der landwirtschaftlichen Verfahren, Feldfrüchte und Nutztiere und Anpassung an sich ändernde Standortbedingungen
O.III.5	Umwandlung bzw. Umgestaltung von intensiv genutzten Flächen in extensivere Flächen
O.III.6	Umwandlung von Offenlandflächen in Wald
O.III.7	Wiedervernässung von Kleingewässern und Feuchtgebieten sowie Anlegen von naturnahen Pufferzonen und Gewässerrandstreifen

4.2.3.4 Anpassungsmaßnahmen im urbanen Siedlungsraum

Die Funktionstüchtigkeit des urbanen Raumes hängt vor allem vom vorhandenen Grünvolumen, d.h. Grünflächen und -strukturen und deren Produktivität (Biomasseaufbau), ab. Diese sollen daher erhalten und möglichst vergrößert bzw. vermehrt und möglichst biomasse-, arten- und strukturreich gestaltet werden. Wildnisinseln und sich selbst überlassene Flächen sollten als wertvolle Kerne der ökologischen Funktionstüchtigkeit Raum auch im (Innen-)Stadtbereit bekommen. Der Anteil von Gehölzen in der Stadt, die möglichst alt werden können sollten, muss erhöht werden, sowohl auf bestehenden Grünflächen als auch an Straßen, auf Höfen und Plätzen. Grundsätzlich sollte heimischen Arten mit reichem Angebot nichtgefüllter Blüten den Vorzug gegeben werden. Mehrjährigen Pflanzen (Gehölze und Stauden) sind einjährigen Bepflanzungen vorzuziehen. Essbaren und anders nutzbare Gehölzen und Stauden können

vermehrt zum Einsatz kommen. Je nach Standort können auch hitze- und trockenheitstolerante Gehölze aus anderen Regionen erprobt werden, zumal wenn sie ess- und anderweitig nutzbar sind. Flächen sollten entsiegelt oder zumindest teilentsiegelt werden, wo möglich. Frischluftschneisen sind zu beachten und (wieder) einzurichten. Für den urbanen Raum sind alle strategischen Ziele relevant.

S	Ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen im urbanen Siedlungsraum
S.I	**Erhaltung bestehender funktionaler ökologischer Strukturen und (selbst-)regulierender Kapazität**
S.I.1	Erhaltung von Baum- und Gehölzbeständen
S.I.2	Erhaltung von bestehenden Grünflächen und Grünstrukturen
S.I.3	Erhaltung von bestehenden unversiegelten und (für den Luftaustausch relevanten) unbebauten Flächen
S.I.4	Erhaltung von bestehenden Gewässern und Gewässerrandstreifen
S.II	**Reduktion von direkten menschgemachten Stressen und menschlichen Faktoren, die die (selbst-)regulierenden Kapazität einschränken**
S.II.1	Rückbau von bodenversiegelnden baulichen Strukturen
S.II.2	Rückbau von Gebäuden und anderen vertikalen baulichen Strukturen
S.II.3	Rückbau von Entwässerungsstrukturen
S.II.4	Ökologisches Grünflächenmanagement
S.III	**Gezielter Aufbau (selbst-)regulierender Kapazität im Ökosystem**
S.III.1	Anlegen von naturnahen Kleingewässern und Retentionsflächen
S.III.2	Pflanzen von langfristig lebensfähigen und entwicklungsfähigen Bäumen und anderen Gehölzen
S.III.3	Umwandlung von pflegeintensiven, arten- und strukturarmen Grünflächen in reichere, extensive Ökosysteme
S.III.4	Erweiterung und Neuerschließung von Grün- und Freiflächen
S.III.5	Begrünung von vertikalen Strukturen
S.III.6	Begrünung auf Dachflächen
S.III.7	Begrünung versiegelter Bodenflächen durch aufgesetzte Pflanzenbehälter
S.III.8	Zulassen und Förderung von toter Pflanzenbiomasse

4.2.4 Relevanteste Flächen für ökosystembasierte Anpassung

4.2.4.1 Priorisierung nach Funktionstüchtigkeit

Je höher der Grad der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme, desto geringer ist deren Vulnerabilität gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels und desto besser können sie Wandelprozesse und Extremereignisse im Ökosystemverbund in Bernau regulieren. Um eine möglichst hohe ökologische Funktionstüchtigkeit in Bernau zu erreichen, lassen sich verschiedene Handlungsbedarfe für die einzelnen funktionalen Klassen ableiten (Tabelle 8).

Tabelle 8: Handlungsbedarfe nach funktionalen Flächenklassen.

Funktions-tüchtigkeit		Flächenklasse mit Handlungsraum*		Handlungs-bedarf	Handlungsstränge
1	sehr hoch	Laub- und Laubmischbestände mit standortheimischen Hauptbaumarten	W	Sichern	erhalten und langfristig sichern
		Moore	G		
2	hoch	Kiefer-Laub-Mischbestände	W	Entwickeln lassen	erhalten und Stresse reduzieren
		Laub- und Laubmischbestände mit nicht standortheimischen Hauptbaumarten	W		
3	mittel	Flächen mit niedrigem Bebauungsgrad - überwiegender Baumbestand	S	Entwickeln	Stresse reduzieren und aufwerten
		Grünland und sonstige Offenlandsysteme	O		
		Kieferreinbestände und Kiefer-Nadel-Mischbestände	W		
		Kleingärten	S		
		Sonstige Nadelbestände	W		
		Überlandleitung	O		
		Unversiegelte Freiflächen mit Grünstruktur	S		
		Vor- und Jungwälder	W		
4	gering	Ackerland	O	Umgestalten	umgestalten, Stresse reduzieren, aufwerten
		Einfamilienhäuser - ausgeprägter Baumbestand	S		
		Einfamilienhäuser - mäßiger Baumbestand	S		
		Mehrstöckige Großgebäude - ausgeprägter Baumbestand	S		
		Unversiegelte Freiflächen ohne Grünstruktur	S		
5	sehr gering	Einfamilienhäuser - geringer Baumbestand	S	Umwandeln	grundlegend umwandeln, Stresse reduzieren, aufwerten
		Flächen mit hohem Versiegelungsgrad	S		
		Mehrstöckige Großgebäude - geringer Baumbestand	S		
		Mehrstöckige Großgebäude - mäßiger Baumbestand	S		
		Sondernutzungsflächen	S		

*Handlungsraum: W=Wald, G=Gewässer & Feuchtgebiete, O=Offenland, S=Urbaner Siedlungsraum

4.2.4.2 Priorisierung Beitrag zur Risikoreduzierung

Wie in Kapitel 3.3 dargestellt, tragen verschiedene Ökosysteme bzw. Flächen in unterschiedlichem Maße dazu bei, klimawandelbedingte Risiken für das menschliche Wohlergehen zu reduzieren. Je nach dem konkreten Beitrag bestehen für unterschiedliche Flächen folglich entsprechende Handlungsbedarfe, wenn das Ziel verfolgt wird, die Risiken weiter zu verringern. Je höher der ökosystemare Beitrag zur Risikoreduzierung, desto geringer ist der Handlungsbedarf. Je geringer der Beitrag, desto höher ist der Handlungsbedarf, die entsprechenden Flächen mit ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen in ihrer Funktionstüchtigkeit und regulierenden Wirkung zu unterstützen. Eine Priorisierung von Flächen kann sich an diesem Zusammenhang orientieren (vgl. Karten 7-9). Die Auswahl der konkreten Maßnahmen richtet sich darüber hinaus nach dem jeweiligen Risiko, welches prioritär reduziert werden soll (siehe Hilfstafel 3 Maßnahmen-Risiken).

Um **Hitze** zu vermeiden, besteht prioritärer Anpassungsbedarf für Flächen des Stadtkerns und angrenzender Wohngebiete wie etwa Puschkinviertel oder Blumenhag. Aber auch Wohngebiete ferner vom Stadtzentrum sollten in ihrer Wirkung bezüglich der Eindämmung von Hitze entwickelt werden: v.a. Teile von Schönow und Ladeburg, Friedenstal, Bernau Süd oder Lindow. Weiterhin sind die Gewerbe- und Industrieflächen in Bernau (einschließlich der Kiesgrube) bedeutend für die Minderung extremer Hitzeentwicklung in Bernau (siehe Karte 10: Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung – Hitze). Zwar trägt auch die große Offenfläche der Schönower Heide lokal zu einer Hitzeentwicklung bei, jedoch ist hier der Handlungsbedarf aufgrund ihres Status und ihrer Lage nicht vorrangig.

Flächen, die dem Risiko einer **Überschwemmung** am geringsten entgegenwirken und damit den größten Anpassungsbedarf aufweisen, sind neben dem Stadtkern und den Gebieten im Gründerzeitring vor allem sämtliche Gewerbegebiete (v.a. Albertshofer Chaussee, östlich vom Panke-Park, westlich der Viehtrift, Rehberge, Schönow- Helmut-Schmidt-Allee), aber auch intensiv bebaute Wohnviertel wie der nördliche Teil von Schönow oder Bernau Süd (siehe Karte 11: Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung – Überschwemmung nach Starkregen). Der dringlichste Handlungsbedarf besteht allerdings im Stadtkern.

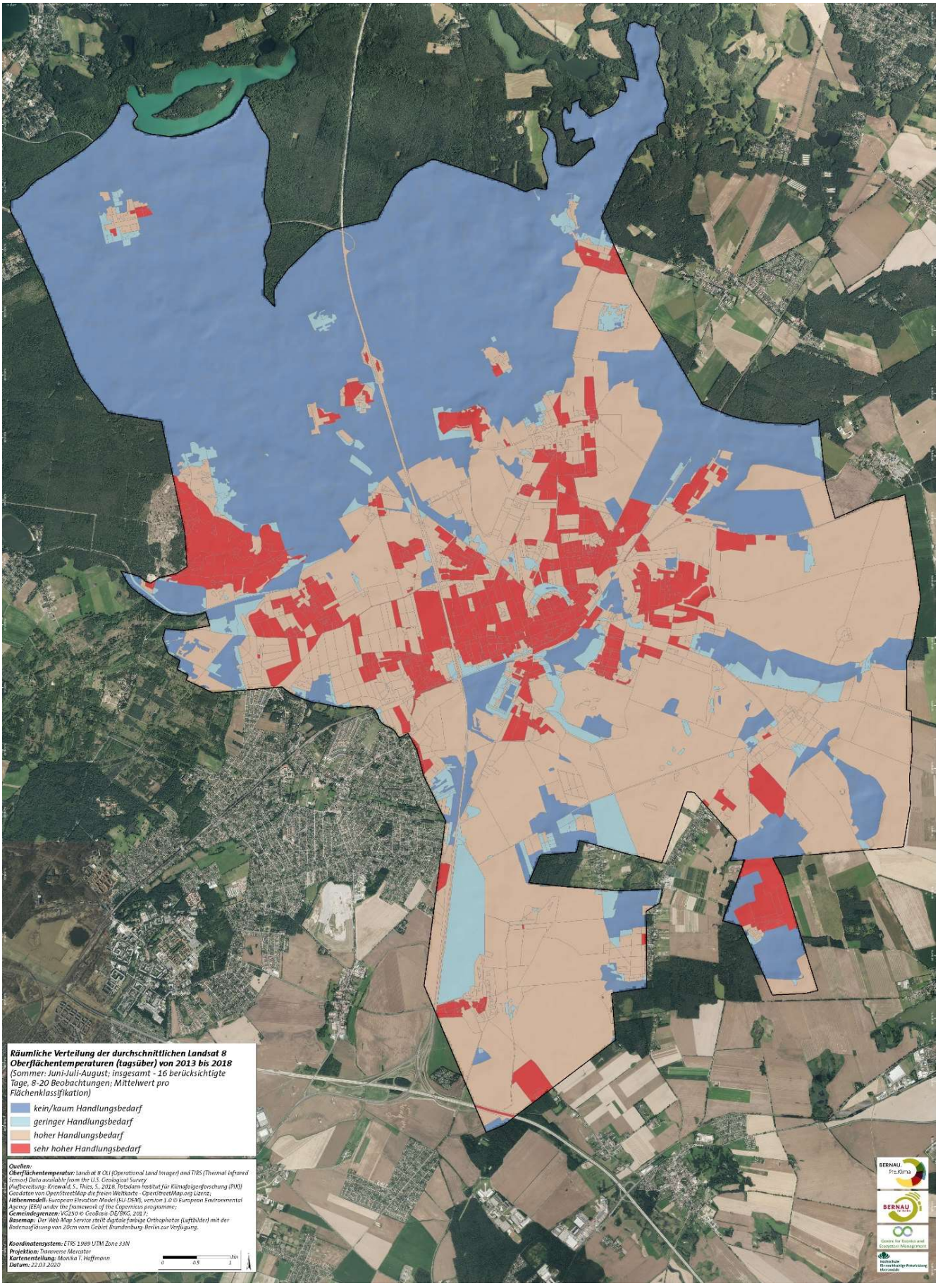
Handlungsbedarf zur Reduzierung des **Waldbrandrisikos** besteht für den überwiegenden Teil der Waldflächen. Den größten Handlungsbedarf zeigen die stadtnahen kieferdominierten Forste nördlich der Stadt, z.B. angrenzend an Ladeburg, um die Kiesgrube, oder entlang der Überlandleitung nordwestlich von Waldfrieden, sowie die Waldflächen nordöstlich der Stadt kurz vor der Gemeindegrenze entlang der B2 und der Albertshofer Chaussee (siehe Karte 12: Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung – Waldbrand). Um die von und für Waldbrand ausgehenden Gefahren durch und für die Siedlungsgebiete möglichst gering zu halten, besteht der dringlichste Handlungsbedarf in den Waldgebieten in einem 1 km breiten Gürtel entlang der besiedelten Flächen.

Um **Sturmschäden** zu vermeiden, sollte der Wind in seiner Geschwindigkeit abgemindert und in seiner Richtungswirkung abgelenkt werden. Für die Entwicklung stufig angelegter vertikaler Grünstrukturen, die Winde behindern und umlenken können, eigenen sich besonders lineare Strukturen und Grenzbereiche: an Siedlungs- und Quartierrändern in der Stadt, zwischen Ackerflächen im Offenland, an Feldwegen und Feldrainen und entlang von Straßen. Grundsätzlich sollten große Freiflächen von Windschutzstrukturen durchzogen werden.

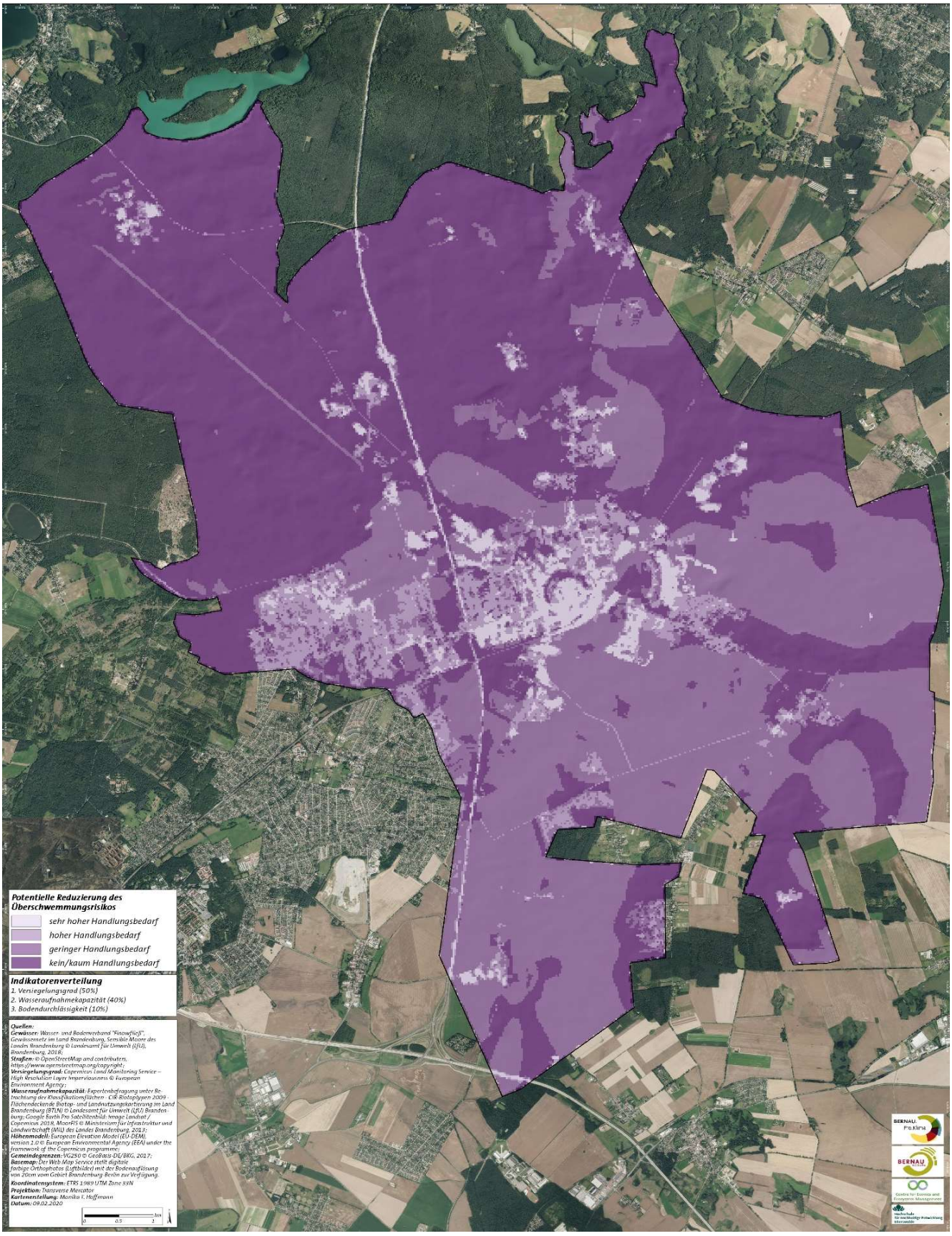
Das Risiko der **Austrocknung** muss vor allem auf vegetationsarmen Flächen ohne Windschutz gesenkt werden. Für Maßnahmen zur Minderung der Windwirkung (Wind kann auch austrocknend wirken) sollten bereits erwähnte lineare Strukturen priorisiert werden (siehe oben). Große Flächen ohne permanenten Bewuchs, z.B. Ackerflächen, unversiegelte Grünflächen ohne Grünstrukturen oder stark überwiegend versiegelte Flächen erhöhen das Risiko der Austrocknung und zeigen den größten Handlungsbedarf. Aber auch Flächen, die für das Risiko Hitze priorisiert werden müssen, sind zur Minderung der Austrocknung relevante Flächen für Anpassungsmaßnahmen.

Um einer Staubbelastung entgegenzuwirken muss einerseits ähnlich wie zur Reduzierung von Sturmschäden die Windwirkung abgemindert werden (siehe oben). Andererseits sind zur Verminderung der **Staubentwicklung** vor allem die großen intensiv bewirtschafteten Ackerflächen und andere bodennackte Flächen im Offenland und im urbanen Siedlungsraum von Bedeutung – dort wo durch Austrocknung, eine ungebremste Windwirkung und die Exponiertheit loser Bodenpartikel windgebundene Bodenerosion stattfinden kann.

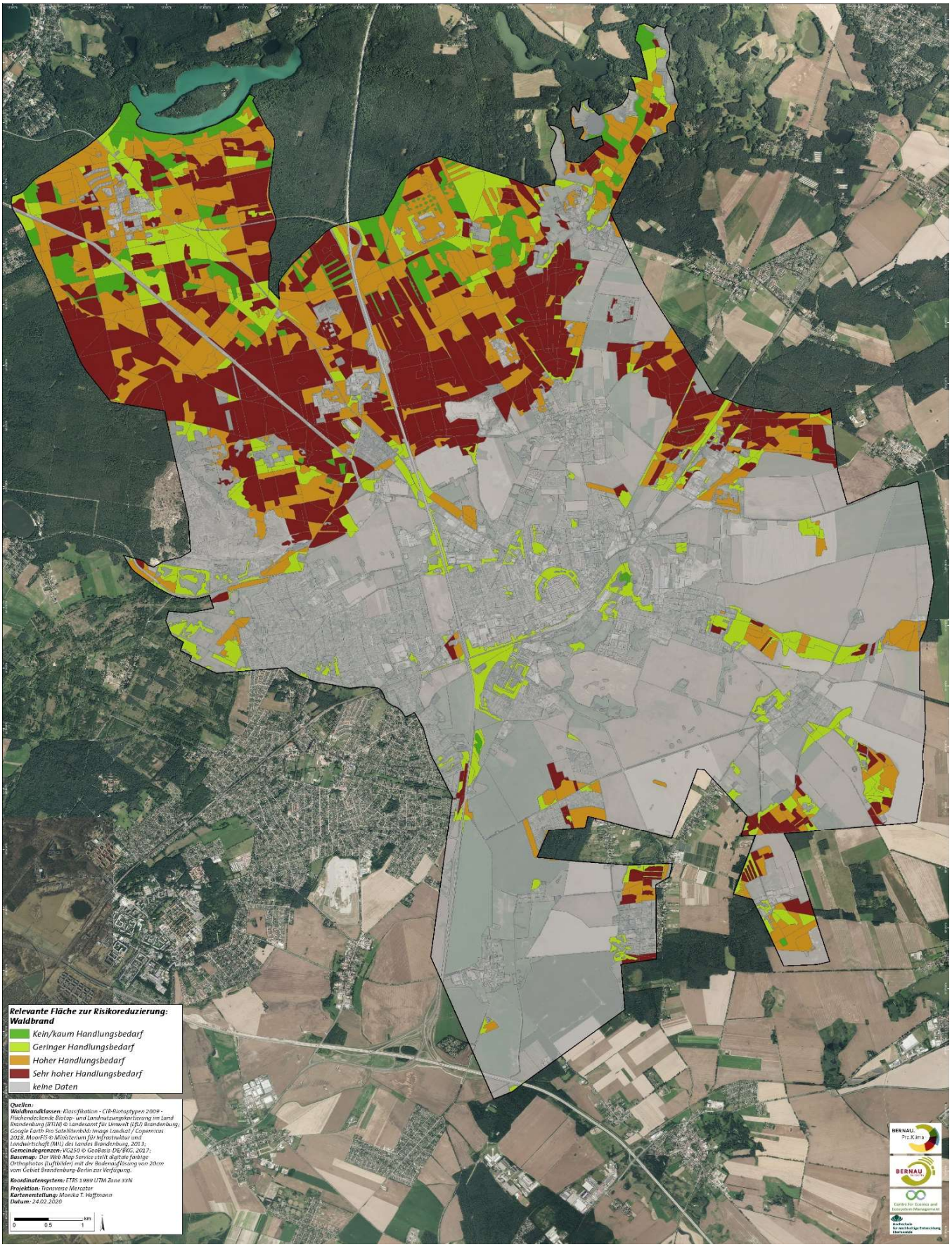
Karte 10: Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung – Hitze



Karte 11: Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung – Überschwemmung nach Starkregen



Karte 12: Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung – Waldbrand



4.3 Senkung der Vulnerabilität des Ökosystemmanagements – Grundlegende Handlungsempfehlungen

4.3.1 Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement

Um die Vulnerabilität Bernaus gegenüber dem Klimawandel senken zu können bzw. um Bernau an den Klimawandel anzupassen ist es sehr wichtig, neben den ökosystembasierten Anpassungen auch strukturelle und institutionelle Anpassungen des Ökosystemmanagements vorzunehmen. Die Klimawandelrobustheit des Managements der Bernauer Ökosysteme kann vor allem über die Anpassung von Planungsprozessen und entsprechenden Planwerken sowie der Verwaltungsstrukturen und -prozesse erreicht werden. Es wird empfohlen bei der Anpassung wegweisenden Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement zu folgen (vgl. Ibisch et al. 2012, Geyer et al. 2017, Krause et al. 2018b):

1. Klimawandel und Anpassung thematisieren und konkret adressieren

Um kommunale Planung und Verwaltung auch in Zeiten des Klimawandels wirksam aufrecht zu erhalten, muss Klimawandel mit all seinen Auswirkungen als aktiver und grundlegender systemischer Faktor in der Planung berücksichtigt werden und sämtliche Planungs- und Verwaltungsschritte entsprechend angepasst werden.

2. Funktionstüchtigkeit und Resilienz der Ökosysteme als prioritäres Ziel verfolgen

Die Funktionstüchtigkeit von Ökosystemen spielt eine wesentliche Rolle in der Bereitstellung von Ökosystemleistungen sowie für die Aufrechterhaltung der Widerstandsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit des Ökosystems. All dies ist gleichermaßen wichtig für den Umgang mit und die Anpassung an lokale Auswirkungen des Klimawandels. Da menschliche Systeme (soziale Systeme, Wirtschaftssystem) von Ökosystemen abhängen, können auch diese in Zeiten des Klimawandels nur mit der Hilfe funktionstüchtiger Ökosysteme weiterbestehen. Die Funktionstüchtigkeit und Resilienz eines Ökosystems wird am ehesten durch eine ganzheitliche Betrachtung statt einer Fokussierung auf Teilsysteme, z.B. Arten oder Lebensgemeinschaften, gefördert. Funktionstüchtigkeit steigt mit dem Anteil an Biomasse im System, dem Grad an im System beinhalteten Informationen und dem Maß an Interaktionen und Verbundenheit zwischen den Systemkomponenten. Dieses Prinzip kann durch die Verfolgung der strategischen Ziele und Umsetzung der ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen (siehe Kapitel 4.2) dieser Anpassungsstrategie erfüllt werden.

3. In angemessenen räumlichen Dimensionen planen und handeln

Die räumlichen Dimensionen von Planung und Management müssen an die jeweiligen Ökosysteme angepasst werden; in den meisten Fällen ist ein größerer Maßstab angebracht. Ökoregionale Ansätze sowie die Berücksichtigung des regionalen Kontextes bei Zielstellungen und Strategiebildung unterstützen die Erhaltung und den Aufbau der ökologischen Funktionstüchtigkeit. Dazu zählt auch, dass Einflussfaktoren aus umgebenden Gebieten berücksichtigt und der Wirkung von Managementaktivitäten angrenzender Ökosysteme Rechnung getragen wird. Ökosystemmanagement mit angemessenen räumlichen Dimensionen ermöglicht einen flexibleren Umgang mit durch den Klimawandel hervorgerufenen Veränderungen wie Verschiebungen in der Verbreitung einzelner Arten oder ganzer Systeme.

4. In angemessenen zeitlichen Dimensionen planen und handeln

Die zeitlichen Dimensionen von Planung und Management müssen den jeweiligen Ökosystemen sowie dem Wirkhorizont des Klimawandels angepasst werden. Die meisten klimawandelbedingten Veränderungen verlaufenen über lange Zeiträume und einige Auswirkungen werden erst später spürbarer

auftreten. Die Planungsperspektive sollte daher möglichst langfristig angelegt sein (z.B. erweiterter Planungshorizont, zukunftsorientiertes Strategiedesign). Zukünftige Entwicklungen müssen bereits in heutigen Überlegungen und entsprechenden Maßnahmen berücksichtigt werden, um die Wirkungserfolg von Anpassungsmaßnahmen sicherzustellen.

5. Ganzheitliches Wissensmanagement – Ganzheitlich und transparent mit Wissen und Nichtwissen umgehen

Um ein System effektiv verwalten zu können, ist es wichtig, so viel wie möglich über das System sowie über die Auswirkungen des Klimawandels auf das System zu verstehen und dafür verschiedene Wissensquellen zu nutzen. Verschiedene Formen von Wissen und Nichtwissen sollten ganzheitlich und konstruktiv in die Planung einbezogen werden. Dafür ist die Zusammenarbeit mit anderen Kommunen, Institutionen, Organisationen und weiteren Akteuren verschiedener Disziplinen und Sektoren wichtig und nützlich, um Wissen und Kapazitäten gezielt auszutauschen und gemeinsam aufzubauen. Im Umgang mit Unsicherheiten ist es ebenso ratsam, sich über das Nichtwissen bewusst zu werden und auch dies im Auge zu behalten. Um Wissen zu mehren, sollte dies nicht nur aufgebaut, sondern auch an relevante Akteure, benachbarte Gemeinden und die Bevölkerung weitergegeben werden.

6. Systemische und strategische Kohärenz – Systemische Abhängigkeiten beachten und strategische Stimmigkeit zwischen den Planungs- und Verwaltungsebenen und -einheiten bewahren

Der Klimawandel betrifft nicht nur ein einzelnes (Öko-)System, sondern auch dessen eingebettete Teilsysteme sowie das übergeordnete (Öko-)System, wenn auch mit jeweils anderer Wirkung. Diese Veränderungen können sich dann wiederum indirekt auf das betrachtete (Öko-)System auswirken. Daher müssen alle Systemebenen berücksichtigt und ihre Verwaltung aufeinander abgestimmt werden. Die systemische Verschachtelung und Zusammenhänge einzelner Ökosysteme und deren Subsystemen müssen anerkannt und auch als Teil des globalen Ökosystems berücksichtigt werden. Eine strategische Abstimmung in Management und Planung sowohl zwischen den verschiedenen Ebenen von Verwaltung und Planung als auch mit anderen Raumplanungseinheiten derselben Ebene, z.B. benachbarte Kommunen oder Schutzgebiete, ist daher unerlässlich.

7. Adaptives Management anwenden

Die Anpassung an den Klimawandel ist ein fortlaufender und ein sich in Teilen wiederholender Prozess. Adaptives Management kann dieses zyklische Vorgehen unterstützen. Mit adaptiven Managementansätzen können (klimatische) Veränderungen frühzeitig erkannt und in die Planung integriert werden. Es ermöglicht die rechtzeitige Anpassung von Zielen, Strategien und Maßnahmen zur Steigerung deren Effektivität. Die Flexibilität (ohne dabei beliebig zu sein) und Fehlerfreundlichkeit dieses Ansatzes kann den Umgang mit der beträchtlichen Unsicherheit und Unwissenheit im Zusammenhang mit dem Klimawandel ein Stück weit erleichtern. Dabei sollten Zielsetzung, Maßnahmenentwicklung, Monitoring, Erfolgskontrolle und das Lernen daraus kontinuierlich, schrittweise und zyklisch angepasst werden um mit Unsicherheiten umgehen zu können und mögliche Fehler nach und nach zu verringern. Die erworbene Erfahrung kann dann bei der zukünftigen Planung berücksichtigt und das Wissen auch an andere Gemeinden weitergegeben werden.

8. Proaktives Risikomanagement – Mögliche Risiken frühzeitig antizipieren und proaktiv angehen

Im Umgang mit dem Klimawandel sind eher proaktive als reaktive Planungsansätze angebracht. Proaktives Risikomanagement ermöglicht die Vorbereitung auf mögliche Veränderungen durch Voraussicht und systematische Risikoanalyse. Dies ermöglicht die Anpassung von Strategien und Maßnahmen, bevor sich Änderungen tatsächlich spürbar auswirken. Somit können Planungseffektivität sichergestellt und letztendlich auch Kosten gespart werden. Plausible zukünftige Entwicklungen, Risiken und Verwundbarkeit der Bernauer (Öko-)Systeme sollten in den Zielsetzungen und der

Maßnahmenplanung berücksichtigt werden. Planung sollte trotz vorhandenem Nichtwissen und Unsicherheiten mit Vorausschau und alternativen Optionen durchgeführt werden. Dabei sollte das Vorsorgeprinzip angewendet und robuste Strategien, d.h. solche, die für die meisten möglichen Zukünfte effektiv sind (No- oder Low-Regret-Strategien), priorisiert werden.

9. **Institutioneller Kapazitätsaufbau – Kapazitäten in der Verwaltung für funktionales Management und den Umgang mit Klimawandel aufbauen**

Nur mit ausreichender (institutioneller) Kapazität (d.h. Kenntnisse und Fähigkeiten der Verantwortlichen, aber auch verfügbare Ressourcen) insbesondere zum Umgang mit dem Klimawandel, aber auch im Allgemeinen, können Planung und Verwaltung auch unter Einfluss des Klimawandels effektiv funktionieren. Fehlen entsprechende Kapazitäten, müssen diese schnellstmöglich aufgebaut und im Weiteren aufrechterhalten und weiterentwickelt werden. Dabei sollte Kapazitätsaufbau nicht allein innerhalb der Verwaltung vorangetrieben werden, sondern durch Informations- und Bildungsangebote auch bei relevanten Akteuren, bei Entscheidungsträger*innen und in der Zivilgesellschaft gefördert werden.

10. **Beteiligung und Information von Öffentlichkeit und Interessengruppen – Öffentlichkeit und Interessengruppen transparent informieren und an Planungsprozessen aktiv beteiligen**

Die Öffentlichkeit sollte regelmäßig und transparent über den Anpassungsprozess informiert werden, was auch die aktuellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Region einschließt. Sowohl bestimmte Interessengruppen als auch die Öffentlichkeit im Allgemeinen sollten an Planungsprozessen sowie bei der Umsetzung von Maßnahmen berücksichtigt und beteiligt werden. Nur mit der Akzeptanz und Unterstützung der Öffentlichkeit kann die Anpassung an den Klimawandel effektiv gelingen. Wenn Widerstand, Konflikte und Gegenmaßnahmen Planung und Verwaltung behindern, wird der Umgang mit dem Klimawandel bzw. eine kommunale Anpassung deutlich erschwert.

11. **Gemeinsam handeln – Kooperative und aktive Einbeziehung von Landnutzenden und anderen Akteuren in den Anpassungsprozess, auch über die Gemeindegrenzen hinaus**

Für die ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel sind vor allem die Gebiete von Bedeutung, die die naturnahen Ökosysteme umgeben bzw. zerschneiden, da von Ihnen die meisten Beeinträchtigungen auf diese Ökosysteme ausgehen und sie deren Vernetzung beeinflussen. Es gilt daher, Beeinträchtigungen über administrative Grenzen hinaus zu reduzieren und ökologische Verbindung zu erhöhen, um die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme sowie deren Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel zu erhalten oder gar aufzubauen. Dafür ist es notwendig Nutzung und Schutz von Biodiversität und Ökosystemen durch eine Zusammenarbeit mit Landnutzenden und andere Interessengruppen, deren aktive Einbeziehung in Entscheidungen und Umsetzung und ein gemeinsam abgestimmtes Vorgehen in Einklang zu bringen. Von besonderer Bedeutung sind hier auch deren aktuelle und anvisierte Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel sowie an die Klimaanpassung.

4.3.2 Maßnahmen zur Stärkung von Planung und Verwaltung

Die Handlungsempfehlungen zur Stärkung der Klimawandelrobustheit von Planung und Verwaltung in Bernau leiten sich, ähnlich wie die ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen, von der Vulnerabilitätsanalyse und den Prinzipien für klimawandelrobustes Management ab und müssen entsprechend der Entwicklung von Planung und Verwaltung angepasst werden. Grundsätzlich geht es um die Beseitigung und Verringerung der ursächlichen Faktoren, die die Funktionstüchtigkeit der Bernauer Ökosysteme bzw. eine ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel einschränken. Die Bandbreite der Maßnahmen ist groß und die unterschiedlichen Formen der Umsetzung vielfältig; sie reicht von

Maßnahmen, die auf großen privaten und öffentlichen Flächen durchgeführt werden müssen, bis hin zu Aufgaben, die individuell auf Hausdächern und in Gärten umgesetzt werden können. Um wirksam werden zu können, muss der Prozess der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel von mehreren Schultern getragen und verstetigt werden. Dafür werden Formate benötigt, die wesentlichen und interessierten Akteuren erlauben, sich regelmäßig untereinander auszutauschen, sich gemeinsam zu neuen Aktivitäten und Projekten zu inspirieren und vor allem auch zu überprüfen, ob die angewendeten Maßnahmen greifen und die strategischen Ziele erreicht werden. Eine Auswahl der wichtigsten Anpassungsmaßnahmen zur Reduktion der institutionellen Vulnerabilität gegenüber Klimawandel wird im Folgenden vorgestellt[12].

4.3.2.1 Anpassung von Ortsrecht und Verordnungen

Die vorliegende Anpassungsstrategie kann nur dann ihre volle Wirkkraft entfalten, wenn sie verbindlich wird, d.h. von der Stadtverordnetenversammlung als Leitfaden für das Handeln in der Stadt, auch für die Verwaltung und die Zivilgesellschaft, in Kraft gesetzt wird.

Begleitend zur Anpassungsstrategie sind Anpassungen und Ergänzungen des Ortsrechts, d.h. vor allem Satzungen, förderlich für den ökosystembasierten Anpassungsprozess. Eine wichtige Anpassung wäre die Beschließung eines Grünordnungsplans als Satzung für Bernau, die „die Zweckbestimmung für Flächen und Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen im Sinne von Absatz 2 sowie die zur Erreichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege erforderlichen Ge- und Verbote“ festsetzt (§5 Absatz 3 BbgNatSchAG[13]). Dies würde auch die Möglichkeit der Veränderungssperre für relevante Flächen einräumen, für die „zu befürchten ist, dass durch Veränderungen der Zweck beabsichtigter Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen gefährdet würde“ (§14 BauGB[14]). Über diese Satzung könnte ein großer Teil der in der Anpassungsstrategie empfohlenen Maßnahmen umgesetzt werden und böten ein verbindliches Pendant zu den Bebauungsplänen bzw. ein übergeordnetes Grünkonzept für die Stadt einschließlich der Festsetzung für relevante Flächen zur ökosystembasierten Anpassung.

Die Festlegung von Vorgaben für Bauvorhaben und Bebauungspläne, z.B. bezüglich der Begrünung von Gebäuden und Flächen sowie zur Flächenversiegelung, zur Versickerung und weiteren klimawandelrelevanten Aspekten, zumindest aber ein Kriterienkatalog für klimawandelrobustes Bauen, könnte ein hilfreiches Instrument für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen im urbanen Raum darstellen.

Des Weiteren birgt eine Anpassung der Bernauer Gestaltungssatzung[15] Potenzial zur Anpassung an den Klimawandel in der Bernauer Innenstadt. Die Einschränkungen zur straßenseitigen Fassadenbegrünung sollten überdacht und gelockert werden. Empfehlenswert wäre sogar eine gewisse Verpflichtung zu Fassadenbegrünung, besonders für Sanierungen und Neubauten. Auch die Bepflanzung der Vorgärten und Höfe sollte weniger eingeschränkt, sondern eher angeregt werden. Die Satzung könnte gar verpflichtende Vorgaben zur Bepflanzung der Vorgärten machen, etwa bezüglich der Bevorzugung heimischer, mehrjähriger, insektenfreundlicher Bepflanzung und von Laubbäumen. In den Vorgärten verwurzelte Begrünung der straßenseitigen Fassaden sowie Pergolen in Richtung Straße wären eine

[12] Eine Übersicht der von Akteuren und der Öffentlichkeit genannten Anpassungsbedarfe bzw. konkreter Vorschläge zur Stärkung von Ökosystemmanagement, Planung und Verwaltung in Bernau befindet sich im Anhang.

[13] Brandenburgisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz (Brandenburgisches Naturschutzausführungsgesetz - BbgNatSchAG) vom 21. Januar 2013 (GVBl.I/13, [Nr. 3]) geändert durch Artikel 2 Absatz 5 des Gesetzes vom 25. Januar 2016 (GVBl.I/16, [Nr. 5])

[14] Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das durch Artikel6 des Gesetzes vom 27. März 2020 (BGBl. I S. 587) geändert worden ist

[15] Satzung der Stadt Bernau bei Berlin über besondere Anforderungen an die äußere Gestaltung von baulichen Anlagen in der Bernauer Innenstadt (Gestaltungssatzung) vom 8. Juli 1999

galante Lösung, die sehr zur Beschattung und Kühlung der Innenstadt besonders an heißen Tagen beitragen könnte, in der jetzigen Form der Satzung aber kaum umsetzbar wäre. Der Versiegelungsgrad der Hinterhöfe sollte nicht etwa auf ein „Mindestmaß“, sondern auf ein Minimum reduziert werden, welches festgelegt werden und 20 % nicht überschreiten sollte.

Eine stadteigene Baumschutzsatzung wird gelegentlich diskutiert und als eine notwendige Ergänzung zur Verordnung des Landkreises Barnim zum Schutz von Bäumen (BarBaumSChV, 12. Februar 2014) angesehen. Eine Satzung zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung bzw. eine Niederschlagswasser-satzung wäre hilfreich zur Regelung der Versickerung und Speicherung von Niederschlagswasser auf den Grundstücken. Auch könnten weitere für den Anpassungsprozess relevante Aspekte wie der Grad der Versiegelung auf Privatgrundstücken oder beispielsweise der Wasserverbrauch zum Gießen in Satzungen geregelt werden.

4.3.2.2 Anpassung von Planungsprozessen

Der ökosystembasierte Anpassungsprozess erfordert nicht nur eine inhaltliche Anpassung der Planwerke selbst, sondern auch der Planungsprozess muss angepasst werden, um in Zeiten des beschleunigten (Klima-)Wandels robust zu funktionieren. Erfolge können nur erzielt werden, wenn sich möglichst viele Akteure einbringen, wenn sie an Prozessen beteiligt werden und letztendlich miteinander kooperieren. Dafür müssen zuerst einmal das Bewusstsein und die Handlungsbereitschaft gefördert werden. Die Bürger*innen müssen stärker in Planung und Umsetzung von Maßnahmen einbezogen werden, von den ersten Analysen bis hin zur Evaluation und Anpassung des Anpassungsprozesses. Neue Formen und Angebote für eine intensivere und vor allem aktive **Beteiligung**, wie sie im Projekt *Bernau.Pro.Klima* angewendet wurden (siehe Kapitel 2.3) spielen hierbei eine wichtige Rolle.

Die Grundlage für eine erfolgreiche und ganzheitliche Beteiligung ist der gezielte und systematische Aufbau von relevantem und aktuellem **Wissen**, z.B. zu Klimawandel, dessen lokalen Wirkungen und Möglichkeiten der Anpassung sowie die Information, Bildung und Sensibilisierung der Bevölkerung. Daher muss im Zentrum ein Wissensmanagement stehen, das allen Akteuren auf einfache Art und Weise erlaubt, sich über den Zustand der Ökosysteme in und um Bernau sowie über den Stand von relevanten Plänen und Maßnahmen zu informieren. Das ständig wachsende und sich regelmäßig erneuernde Wissen – Studien, Karten, Pläne und relevante Dokumente – muss für alle Akteure leicht verfügbar und nutzbar sein. Wichtig ist, dass das sich wandelnde und vermehrende Wissen regelmäßig eingepflegt wird. Die Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie und die entsprechende Überarbeitung des Landschaftsplans sowie der Bauleitplanung, aber auch anderer Konzepte und Satzungen, müssen in kürzeren Abständen als bisher erfolgen. Eine sehr regelmäßige Überarbeitung und Erweiterung ist unabdinglich, damit mit den Informationen in der laufenden Planung gearbeitet werden kann. Hinzu kommt eine regelmäßige Evaluation über die bisherigen Formen der ökologischen Umweltbeobachtung hinaus, die die Wirksamkeit der Maßnahmen prüft und notwendige Anpassungen rechtzeitig einleiten kann. Dies erfordert ein **adaptives Management** das den Akteuren erlaubt, aus Fehlern und Nicht-Erfolgen zu lernen, sich systematisch an wandelnde Rahmenbedingungen anzupassen und dabei auch mögliche zukünftige Szenarien und Risiken im Blick zu haben.

Des Weiteren sollte Klimawandel und eine entsprechende Anpassung daran in allen weiteren Aspekten der Stadtplanung berücksichtigt werden. Zum Beispiel ist die Anpassung an den Klimawandel eng mit dem Thema Klimaschutz verwandt. Beide Themen hängen so stark voneinander ab, dass wirkungsvolle Synergien erzielt werden können, aber auch destruktive Konflikte und Widersprüche entstehen können, wenn Zielstellungen beider Themen nicht integrativ verwoben werden (z.B. Grün-Dachgestaltung vs. Solaranlagen, Solaranlagen im Freiland auf Kosten von kühlendem Grünland oder [potenziellen] Waldstandorten). Es empfiehlt sich daher, ergänzend zur oder aufbauend auf der Anpassungsstrategie

auch ein Klimaschutzkonzept zu erstellen und die Umsetzung entsprechender Maßnahmen gemeinsam zu gestalten. Aber nicht nur für den Klimaschutz, sondern für nahezu alle Planungsbereiche ist Klimawandel ein relevantes Thema – ein **Querschnittsthema**.

Der Anpassungsprozess darf sich nicht allein auf das Gemeindegebiet von Bernau und schon gar nicht nur auf die Flächen im Eigentum der Stadt beschränken, denn die Ökosysteme in und um Bernau funktionieren nicht isoliert und müssen ganzheitlich und als Teile des größeren Systems verstanden und gemanagt werden. Die **Vernetzung und Kooperation** mit diversen Akteuren aus Verwaltung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Politik, mit Landbesitzenden und Landnutzenden, aber auch die strategische Abstimmung mit benachbarten Kommunen und den Akteuren angrenzender landschaftlicher Einheiten (z.B. Naturpark Barnim, Regionalpark Barnimer Feldmark) sind daher unabdingbar für einen erfolgreichen und nachhaltigen Anpassungsprozess

4.3.2.3 Anpassung der Planwerke

Neben den Satzungen sind auch Planwerke wie der Landschaftsplan und die Bauleitplanung wichtige Instrumente für die Umsetzung der Anpassungsstrategie und des Anpassungsprozesses. Sie können den Anpassungsprozess aber nur effektiv unterstützen, wenn sie den Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement folgen (siehe 4.3.1) und die konkreten strategischen Zielen und Maßnahmen der ökosystembasierten Anpassung an den Klimawandel (siehe 4.2) integrieren. Wie die Analyse der institutionellen Vulnerabilität (in Kapitel 4.3) zeigt, gibt es Anpassungsbedarf bezüglich der Planwerke.

Als Fachplan des Naturschutzes auf kommunaler Ebene sollte der **Landschaftsplan** unbedingt auf den Klimawandel und dessen lokale Auswirkungen auf die Bernauer Ökosysteme eingehen und die in der Anpassungsstrategie festgesetzten Anpassungsmaßnahmen räumlich und flächenspezifisch konkretisieren. Zudem gilt es, die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme zu analysieren und deren Erhaltung und Wiederherstellung als zentrales Ziel herauszustellen. Die strategischen Ziele der Anpassungsstrategie sollten in die Landschaftsplanung übernommen werden. Die einzelnen Schutzgüter müssen als Bestandteile der Ökosysteme verstanden werden. Für ein ganzheitliches Verständnis muss die Rolle der Ökosysteme (und Schutzgüter) für das menschliche Wohlbefinden in Bernau stärker herausgestellt werden. Hier geht es vor allem um die regulierenden Ökosystemfunktionen und Ökosystemleistungen, die die Grundlage für die versorgenden und kulturellen Leistungen bilden und auch in der ökosystembasierten Anpassung eine zentrale Rolle spielen. Der Landschaftsplan sollte zudem ein räumliches Nutzungskonzept vorsehen, welches einer Nutzungszonierung um ruhende Flächen besonders wichtiger und empfindlicher Ökosysteme (z.B. Wälder und Moore) folgt. Auch der ökosystemare Beitrag zur Reduzierung der klimawandelbedingten Risiken für das menschliche Wohlbefinden (siehe Kapitel 3.3 und 4.2.4.2) und die Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme in Bernau (siehe Kapitel 4.2.4.1) sollten hierbei berücksichtigt werden.

Für eine ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel ist es unerlässlich, dass sich die **Bauleitplanung** viel stärker als bisher nach naturschutzfachlichen Zielen bzw. ökosystembasiert ausrichtet. Die strategischen Ziele (Kapitel 4.2.1) sollten hier maßgeblich sein und in der Abwägung deutlich mehr Gewicht erhalten, als konkurrierende Ziele aus anderen Bereichen, z.B. Infrastrukturentwicklung. Einzelne ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen lassen sich durch Darstellungen in der Bauleitplanung auf den Weg bringen. Dabei können im Flächennutzungsplan naturschutzrelevante Flächen wie „Grünflächen“ (§5 Absatz 2 Nr. 5 BauGB) oder „Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft“ (§5 Absatz 2 Nr. 10 BauGB) oder „Wald“ (§5 Absatz 2 Nr. 9b) dargestellt werden, aber auch „die Ausstattung des Gemeindegebiets“ […] mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken […]“ (§5 Absatz Nr. 2b BauGB), „mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die der Anpassung an

den Klimawandel dienen“ (§5 Absatz Nr. 2c BauGB) oder die Darstellung von „Wasserflächen […] sowie die Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind“ (§5 Absatz 2 Nr. 7 BauGB). Im Bebauungsplan können beispielsweise Anpflanzung und Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und anderer Begrünung festgesetzt werden (§9 Absatz Nr. 25 BauGB). Weiterführende Empfehlungen für Anpassungen in der kommunalen Planung und Stadtentwicklung bieten diverse Leitfäden, z.B. Steinrücke et al. (2010), BBSR (2016a, 2016b), Inge Ahlhelm et al. (2016), Umweltbundesamt (2018), Sustainability Center Bremen (o. J.).

Letztendlich könnten die bestehenden Planwerke durch **Themenkonzepte** bzw. Handlungsleitfäden für die einzelnen Handlungsfelder ergänzt werden, z.B. Waldkonzept, Offenlandkonzept.

4.3.2.4 Anpassung von Verwaltungsstrukturen

Für die Koordination und Kooperation des Anpassungsprozesses mit vielfältigen Wegen der Umsetzung der Anpassungsstrategie ist die Schaffung einer dafür geeigneten internen Struktur zu empfehlen – beispielsweise eine Fachkraft, vielleicht auch ein ganzes Sachgebiet, ein neu einzurichtendes Amt oder eine Stabstelle im Bürgermeisteramt – die sich ausschließlich der Aufgabe widmen kann, die Entwicklung und Umsetzung der Anpassungsstrategie im steten Austausch mit Bürger*innen, Akteuren, und angrenzenden Gemeinden voranzubringen. Es liegt nahe, dass diese zentrale Aufgabe von der Stadtverwaltung Bernau übernommen wird. Gleichzeitig könnte dies auch eine Anlaufstelle für Fragen und zur Beratung der Bürger*innen darstellen.

Unterstützt werden sollte die Koordinationsstelle durch einen Klimawandel-Beirat und/oder eine Klimawandel-AG. Der Klimawandel-Beirat ist ein regelmäßig tagendes Gremium mit Vertreter*innen aus verschiedenen Bereichen der Verwaltung ebenso wie aus der Politik und Bürgerschaft. Im Klimawandel-Beirat sollten übergreifende Fragestellungen diskutiert und Kooperationsvereinbarungen zwischen Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Bürgerschaft getroffen werden. Zentrales Thema wäre die Entwicklung und Umsetzung der Anpassungsstrategie sowie die Gestaltung des partizipativen Anpassungsprozesses.

4.3.2.5 Beratung, Bildung und Kommunikation

Neben allen Planungen, Entscheidungen und Anpassungen ist es ebenso wichtig, die Bevölkerung und relevante Interessengruppen regelmäßig über den Prozess zu informieren. Auch sollten neuste Erkenntnisse und Ergebnisse zugänglich gemacht und erklärt werden. Es ist wichtig, die Bevölkerung und relevante Akteure auf dem laufenden Stand zum Thema Klimawandel, dessen Auswirkungen in Bernau und Möglichkeiten der Anpassung zu halten. Auch sollte es eine gezielte Beratung für Interessierte oder besonders bedeutsame Akteure für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen geben. Dafür braucht es einerseits eine konkrete Anlaufstelle, z.B. in der Verwaltung. Andererseits sind aber auch ergänzende Strukturen und Angebote notwendig, um einen umfänglichen Begleitprozess durch Beratung, Bildung und Kommunikation zu ermöglichen. Beispielsweise könnten Bildungsangebote zu verschiedenen Schwerpunkten der Klimawandel-Anpassung für unterschiedliche Bezugsgruppen angeboten werden, die sich an denen orientieren, die im Zuge der Erarbeitung der Anpassungsstrategie durchgeführt wurden: „klimafit“-Kurs an der Volkshochschule, Schüler*innen-Workshops mit Stadtrallye, Klimaradtour oder Fachworkshop zu Partizipation in der Klimawandel-Anpassung (siehe Kapitel 2.3). Dabei können durchaus verschiedene Akteure diese oder ähnliche Angebote offerieren. Empfehlenswert wären eine zentrale Koordination sowie eine inhaltliche Abstimmung der Bildungs- und Beratungsaktivitäten.

5 Umsetzung und Fortsetzung des Anpassungsprozesses

Die vorliegende Anpassungsstrategie ist der Auftakt eines adaptiven Anpassungsprozesses. Dieser wird mit den Analysen und der strategischen Planung angestoßen und danach zyklisch fortgeführt (Abbildung 17). Schritt I *Analysieren* und Schritt II *Planen* sind in der Anpassungsstrategie verarbeitet. Die weiteren Schritte und das Wiederholen bzw. Verweben der Arbeitsschritte gestalten den weiteren Anpassungsprozess.

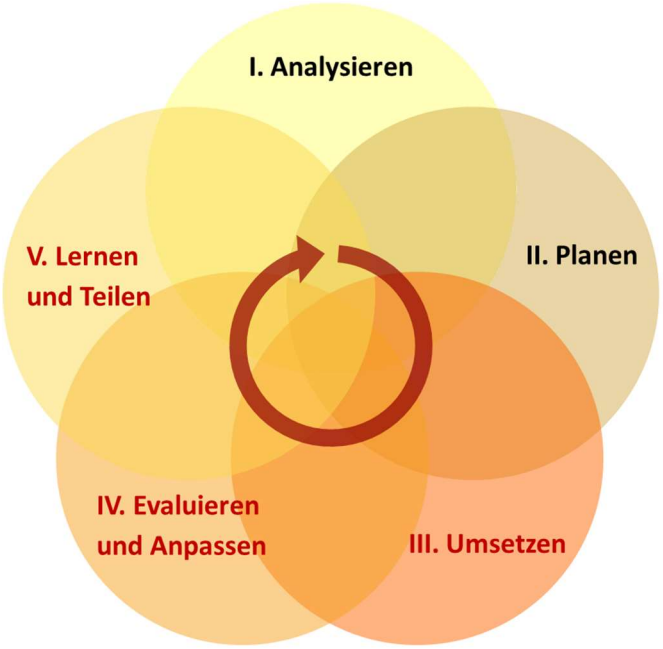


Abbildung 17: Arbeitsschritte eines zyklischen adaptiven Anpassungsprozesses (angelehnt an Ibisch & Hobson 2014, CMP 2020). Schritte in roter Schrift führen den mit der Anpassungsstrategie angestoßenen Anpassungsprozess fort.

5.1 Planung fortsetzen (Schritt II) und Strategie umsetzen (Schritt III)

5.1.1 Weitere Planung und Umsetzung der Maßnahmen zur Ökosystemfunktionstüchtigkeit

Für einen ganzheitlichen Effekt sollten alle strategischen Ziele gleichermaßen verfolgt und sämtliche Maßnahmen auf allen relevanten Flächen umgesetzt werden. Dies sollte zumindest die längerfristige Perspektive sein. Da dies im kommunalen Verwaltungshandeln schwer umzusetzen sein könnte, muss der Anpassungsprozess iterativ vorangebracht werden. Das heißt, Teilschritte werden nach und nach vollzogen das große Ganze im Blick behaltend. Dabei können Flächen oder konkrete Zielstellungen priorisiert werden und Maßnahmen entsprechend ausgewählt und in Maßnahmenbündeln bzw. Projekten zusammengefasst werden. Der Katalog der ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen zur Stärkung der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme (siehe Kapitel 4.2.3) kann als Baukasten dienen, aus denen Anpassungsprojekte zusammengestellt werden können. Die einzelnen Maßnahmen tragen unterschiedlich stark zur Erreichung der beiden Hauptziele der Anpassung (Kapitel 4.1) bei. Darüber

hinaus sind die Anpassungsmaßnahmen nach den vier Hauptökosystemgruppen aufgeschlüsselt und mehr oder weniger flächenspezifisch. Daher lassen sich die Maßnahmen nach verschiedenen Aspekten auswählen bzw. priorisieren. Nur darf es am Ende eben nicht bei Einzelhandlungen bleiben, um die Empfindlichkeit Bernaus gegenüber Klimawandel zu senken und dessen Anpassungsfähigkeit tatsächlich steigern zu können. Für eine schrittweise Umsetzung der Anpassungsstrategie empfehlen sich vier mögliche Ansätze:

1) Einer Zielstellung folgend werden Maßnahmenbündel zu einem Projekt geschnürt, z.B. „Mehr Wald in Bernau“
2) Umsetzung nach Risiko, z.B. „Weniger Hitze in Bernau“
3) Einzelne Maßnahmen werden ausgewählt und umgesetzt, z.B. „Mehr Gründächer in Bernau“
4) Flächen werden nach einem bestimmten Kriterium bzw. einer Zielstellung ausgewählt und passende Maßnahmen umgesetzt, z.B. Leuchtturmprojekt „Klimarobuster Bahnhofsvorplatz“.

Ein im Beteiligungsprozess entstandener Katalog von Projektvorschlägen für ökosystembasierte Anpassung in Bernau (siehe Anhang) liefert erste Ideen und Ansätze für die Operationalisierung der Anpassungsstrategie.

5.1.1.1 Umsetzung nach strategischer Zielstellung

Jedem strategischen Ziel können Anpassungsmaßnahmen zugeordnet werden, die dieses in den vier Handlungsfeldern fördern (siehe Hilfstafel 2 Maßnahmen – Ziele). Des Weiteren trägt die Verfolgung bestimmter strategischer Ziele durch verschiedene Anpassungsmaßnahmen in unterschiedlichem Maße zur Reduzierung der Risiken Hitze, Überschwemmung nach Starkregen, Waldbrand, Austrocknung bzw. Wasserverlust, Staubentwicklung und Sturmschäden bei (siehe Hilfstafel 1 Ziele – Risiken und Hilfstafel 3 Maßnahmen – Risiken). Um einem konkreten Ziel näher zu kommen, können passende Maßnahmen begründet ausgewählt werden. Wichtig hierbei ist die Anhängigkeit zwischen den Handlungssträngen (siehe Kapitel 4.2.2). Maßnahmen zur Erhaltung von Ökosystemen haben absolute Priorität, stressreduzierende Maßnahmen sollten bevorzugt umgesetzt und aufwertende Maßnahmen möglichst ergänzend angewendet werden. Hierbei ist es sehr wichtig, dass die strategischen Ziele bzw. die Reduzierung eines Risikos nur durch das Zusammenwirken aller relevanten Maßnahmen erreicht werden können. Dabei können relevante Maßnahmen mit verschieden Handlungsräumen verbunden sein. Die Auswahl einer Maßnahme wäre daher zwar ein erster und richtiger Schritt, aber strategischer Erfolg begründet sich vor allem in der Vielfalt und dem Zusammenwirken der einzelnen Maßnahmen.

Beispielsweise kann das strategische Ziel *Z10 Erhaltung, Vergrößerung und Vernetzung von Waldfläche* nur vollwertig erfüllt werden, wenn sowohl Maßnahmen im Wald selbst als auch ergänzend in den anderen Handlungsräumen umgesetzt werden. Die Erhaltung von Waldfläche wird maßgeblich durch die Maßnahme *W.I.1 Erhaltung von bestehenden Waldflächen* erreicht und ist Voraussetzung für eine Vergrößerung und Vernetzung. Eine Vergrößerung von Waldfläche ist nicht durch Maßnahmen im Wald selbst, sondern vor allem im Offenland zu erreichen *(z.B. O.III.6 Umwandlung von Offenlandflächen in Wald).* Eine Vernetzung von bestimmten Waldsystemen kann zum einen im Wald selbst angestrebt werden, muss aber großräumig auch zwischen den Waldflächen, d.h. im Offenland und in den Siedlungsgebieten, entwickelt werden *(z.B. O.III.1 Aufbau von dauerhaften vertikalen Grünstrukturen, S.I.1 Erhaltung von Baum- und Gehölzbeständen)*.

5.1.1.2 Umsetzung nach risikobezogener Zielstellung

Ergänzend oder alternativ zur risikobezogenen Flächenpriorisierung (siehe Kapitel 4.2.4.2) können gezielt Maßnahmen ausgewählt werden, die dazu beitragen, ein bestimmtes Risiko für Bernau zu reduzieren

(siehe Hilfstafel 3 Maßnahmen – Risiken). Auch hier sollte für einen möglichst großen Effekt die Abhängigkeit der Handlungsstränge berücksichtigt und möglichst eine Kombination von Maßnahmen geplant und umgesetzt werden. Zielstellungen in Bezug auf konkrete Risiken (z.B. Hitze, Überschwemmung, Waldbrand) können quantifiziert werden.

Beispielsweise lässt sich aus Karte 7 ableiten, dass mehr als 50 % der Fläche in der Innenstadt (bebautes Gebiet zwischen Wallanlagen und Bahnschienen) über 4,6°C wärmer sind, als der Flächendurchschnitt. Daraus könnte die Zielstellung abgeleitet werden, das Hitzerisiko in der Innenstadt zu senken. Dies könnte entweder durch einen besseren Temperaturausgleich auf allen heißen Flächen angestrebt werden mit der Zielstellung die Abweichung vom Durchschnitt aller Flächen auf maximal 4,6°C zu senken. Oder der Flächenanteil mit einer Erwärmung von mehr als 4,6°C könnte beispielsweise auf 30 % gesenkt werden. Beide Varianten böten ein messbares Ziel, dessen Erreichung stetig nachverfolgt werden könnte.

5.1.1.3 Umsetzung einzelner Maßnahmen

Eine weitere Möglichkeit der Umsetzung, ist die Wahl einer konkreten Anpassungsmaßnahme. Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn es spezifische Fördermöglichkeiten oder ein starkes politisches oder öffentliches Interesse an bestimmten Maßnahmen gibt, z.B. Dachbegrünung, Pflanzen von Gehölzen. Einzelne Anpassungsmaßnahmen können aber auch deshalb überaus attraktiv sein, wenn sie große Synergien mit anderen Anpassungsmaßnahmen aufweisen oder einen interessanten Mehrwert, d.h. zusätzlichen Nutzen, haben (z.B. Erholungs- und Aufenthaltswert von Grünflächen, Energiekostensenkung durch Fassadenbegrünung).

Die ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen sind jeweils an eines der vier Handlungsfelder „Wald“, „Gewässer und Feuchtgebiete“, „Offenland“ und „Urbaner Siedlungsraum“ gebunden. Innerhalb dieser Handlungsfelder können sie ebenfalls einzelnen Ökosystemtypen (Flächenklassen; siehe Karte 1: Klassifikation der Ökosysteme in Bernau bei Berlin) zugeordnet werden, in denen die Maßnahmen jeweils umzusetzen sind (siehe Hilfstafel 4 Maßnahmen – Flächenklassen). Für die Umsetzung einer bestimmten Maßnahme können also in Frage kommende Flächen zugeordnet werden und dann nach weiteren fachlichen Kriterien wie die ökologische Funktionstüchtigkeit, der Beitrag zur Reduzierung bestimmter Risiken und anderen Kriterien wie Eigentumsverhältnisse, Größe und Lage im Ökosystemverbund priorisiert werden. Entsprechend der Flächen können dann passende Aktivitäten, d.h. die örtliche und zeitliche Konkretisierung der Maßnahme, festgelegt und umgesetzt werden.

Beispielsweise könnte eine Förderung von Gründächern räumlich begrenzt werden, z.B. auf den Innenstadtbereich, auf Gewerbeflächen oder bestimmte Wohngebiete, je nach dem wo ein entsprechender Effekt am meisten gewünscht wird.

5.1.1.4 Umsetzung nach ausgewählten Flächen

Kommt eine bestimmte Fläche für Anpassungsmaßnahmen besonders in Frage, z.B., weil sie

a) aufgrund ihres Handlungsbedarfes als prioritär eingestuft wird (siehe Kapitel 4.2.4; z.B. Hotspots der Hitzeentwicklung, hohe Waldbrandgefahr)
b) im kommunalen Planungs- und Verwaltungsprozess eine besondere Rolle spielt (z.B. Baulücken, Konversionsflächen)
c) auf anderen Kriterien basierend vorausgewählt wurde (z.B. Eigentumsverhältnisse, öffentliches Interesse),

können hierfür gezielt entsprechende Maßnahmen bestimmt werden. Eine vorausgewählte Fläche kann jeweils einem Handlungsraum und einer bestimmten Flächenklasse zugeordnet werden. Folglich können

bereits passende Maßnahmen selektiert werden (Hilfstafel 4 Maßnahmen – Flächenklassen). Des Weiteren können die Stufe der Funktionstüchtigkeit dieser Fläche, der jeweilige Beitrag zur Risikoreduzierung einzelner Risiken sowie der entsprechende Handlungsbedarf abgeleitet werden. Daraus ergibt sich ein für diese Fläche grundsätzlich passendes Maßnahmenbündel, welches mit weiteren Flächeneigenschaften (z.B. Eigentumsverhältnisse, Einbettung im Ökosystemverbund, konkrete Nutzung oder Entwicklungsziele der Fläche) abgestimmt werden sollte.

Beispielsweise gibt es in Bernau ein starkes öffentliches Interesse daran, den Bahnhofsvorplatz als derzeitige sommerliche Hitzeinsel mit geringem Aufenthaltswert im Sinne einer ökosystembasierten Anpassung mit einem angepassten Maßnahmenbündel umzugestalten. Dieses Unterfangen stellt das Leuchtturmprojekt des Anpassungsprozesses in Bernau dar.

5.1.2 Weitere Planung und Umsetzung der Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement

Auch die Umsetzung der Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement (Kapitel 4.3) wird im Verwaltungsalltag nur schrittweise erfolgen können. Die Prinzipien für klimawandelrobustes Klimawandelmanagement dienen hierbei als anzustrebende Zielsetzungen, die durch verschiedene Maßnahmen implementiert werden können, u.a. durch Maßnahmen zur Stärkung von Planung und Verwaltung (Kapitel 4.3.2). Zu Bedenken ist hier allerdings, dass die Umsetzung dieser Prinzipien und Maßnahmen grundlegend ist für die Erhaltung und Entwicklung funktionstüchtiger Ökosysteme in Bernau. Sie sollten daher Hand in Hand mit der Umsetzung der direkt ökosystembezogenen Maßnahmen gehen, bzw. immer einen kleinen Schritt voraus. Beispielsweise wird die Umsetzung der Anpassungsstrategie nur dann möglich, wenn es eine klare Verantwortlichkeit in der Stadtverwaltung gibt, bestenfalls eine verantwortliche, übergeordnete Koordinationsstelle (siehe 4.3.2.4).

5.2 Evaluieren und anpassen (Schritt IV)

Ökosystembasierte Anpassung an den Klimawandel legt für die Gestaltung des weiteren Prozesses bereits rein semantisch zwei wichtige Aspekte dar: es erfolgt eine permanente *Anpassung* an sich *ändernde* Bedingungen. Aus diesem Grund müssen sämtliche Ergebnisse, Erkenntnisse und Zielstellungen des Prozesses, auch die in der Anpassungsstrategie festgehaltenen, fortlaufend auf ihre Aktualität und Richtigkeit geprüft, um neue Erkenntnisse ergänzt und entsprechend angepasst werden. Mögliche Veränderungen können an verschiedenen Stellen greifen und müssen entsprechend verfolgt und aufgegriffen werden, z.B.:

- die klimatischen Verhältnisse in Bernau
- die prognostizierte Veränderung der klimatischen Bedingungen
- klimawandelbedingte Risiken für das menschliche Wohlergehen
- die konkreten lokalen Auswirkungen des Klimawandels in den Bernauer Ökosystemen
- der Zustand der Ökosysteme in und um Bernau
- gesetzliche Vorgaben und Richtlinien
- regionale Planvorgaben
- Inhalte, Form und Abläufe von Planung und Verwaltung in Bernau.

Die Analyse der Vulnerabilität von Bernau sowie die strategische Planung müssen ebenso fortwährend weiterlaufen und entsprechend in den Prozess einfließen, wie die eigentliche Umsetzung der Maßnahmen. Die Wirksamkeit von Maßnahmen muss stetig verfolgt und regelmäßig evaluiert werden.

Entsprechend kann und muss der Maßnahmenkatalog angepasst werden – umgesetzte, erfolgreiche Maßnahmen können abgehakt werden, andere Maßnahmen dafür intensiviert oder neue erforderliche Maßnahmen ergänzt werden. Um die Wirksamkeit von Maßnahmen bewerten zu können, d.h. Veränderungen bzw. Verbesserungen feststellen und aufzeigen zu können, empfiehlt es sich, Ziele zu quantifizieren, konkrete Zeiträume festzulegen und daraus messbare Indikatoren für die Zielerreichung zu entwickeln. Darauf könnte sich ein über die bisherige Umweltbeobachtung hinausgehendes Monitoring-Konzept aufbauen, welches den Anpassungsprozess stetig über Erfolge und Irrwege informiert und in damit realistisch gestaltet.

Auch sind Erkenntnisse von „außen“ – d.h. aus der Wissenschaft, aus anderen Kommunen, aus vergleichbaren Anpassungsprojekten usw. – wertvoll für den Prozess und sollten entsprechend fortlaufen gesammelt und eingearbeitet werden.

5.3 Lernen und teilen (Schritt V)

Letztendlich sollte Wissen und Erfahrung aber nicht nur angesammelt und eingelagert, sondern auch weitergegeben und geteilt werden. Ebenso wie die Stadt Bernau selbst von anderen lernen und neue Erkenntnisse für den eigenen Anpassungsprozess gewinnen kann, so kann auch deren Anpassungsprozess für andere ein Vorbild sein, zu neuen Handlungen anregen oder gar neue (wissenschaftliche) Erkenntnisse liefern. Als Grundlage dafür ist eine gute Dokumentation des Anpassungsprozesses, des damit verbundenen Wissens und neuer Erkenntnisse wichtig.

Die mit dem Anpassungsprozess verbundene Kommunikation, die auch gleichzeitig wichtiger Bestandteil dessen ist, sollte stets auf wesentliche Bezugsgruppen, deren Informationsbedarf sowie die bevorzugte Kommunikationsform abgestimmt sein. Es sollte ein regelmäßiger Austausch mit direkt Involvierten (z.B. Stadtverwaltung) als auch weiteren Interessengruppen erfolgen, um auch hier (mögliche) Auswirkungen auf und durch den Anpassungsprozess erfassen zu können. Anregungen für Formate und Inhalte bietet der Beteiligungsprozess der vorliegenden Anpassungsstrategie (Kapitel 2.3).

Der Anpassungsprozess stellt einen eigenen Lern- und Entwicklungsprozess dar, in dem alle Involvierten gleichzeitig Lernende und Lehrende sind und in dem angewandte Methoden (Kapitel 2) sowohl dem Zweck der Ergebnisgenerierung dienen als auch selbst Teil einer angewandten Methodenentwicklung sind. Regelmäßiges Feedback, Fragenstellen, Infragestellung und Experimentieren können den Anpassungsprozess vorantreiben. Der Austausch mit anderen hebt ihn auf eine höhere Ebene. So kann er einen wichtigen Beitrag leisten im gemeinsamen Umgang mit dem Klimawandel.

Letztendlich ergibt sich aus einem solchen Prozess des Lernens und Austauschens ein Mehrwert über die eigentliche Klimawandelanpassung hinaus. Er unterstützt gleichzeitig die Entwicklung einer fehlerfreundlichen, transparenten und partizipativen Arbeitskultur, die auch in anderen Bereichen der Planungs- und Verwaltungsarbeit befruchtend wirken könnte.

6 Literaturverzeichnis

Akbari, H., C. Cartalis, D. Kolokotsa, et al. (2016) Local climate change and urban heat island mitigation techniques – the state of the art. Journal of Civil Engineering and Management 22(1): 1-16.

BBSR, Hrsg. (2016a). Anpassung an den Klimawandel in Stadt und Region Forschungserkenntnisse und Werkzeuge zur Unterstützung von Kommunen und Regionen. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn.

BBSR, Hrsg. (2016b). Klimaresilienter Stadtumbau - Bilanz und Transfer von StadtKlimaExWoSt. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn.

BMUB, Hrsg. (2007). Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Berlin. Verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/nationale_strategie_biologische_vielfalt_2015_bf.pdf [22.07.2020].

BMVBS, Hrsg. (2013). Bewertung und Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Leitfaden zur Entscheidungsunterstützung bei der urbanen Klimaanpassung. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 11/2013.

Bundesregierung (2008) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf [22.07.2020].

CBD (2009) Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Technical Series No. 41, Montreal, Kanada.

CMP (2020) Open Standars for the Practice of Conservation. Version 4.0. Conservation Measures Partnership. Verfügbar unter https://cmp-openstandards.org/wp-content/uploads/2020/07/CMP-Open-Standards-for-the-Practice-of-Conservation-v4.0.pdf [22.07.2020].

Corburn, J. (2009) Cities, Climate Change and Urban Heat Island Mitigation: Localising Global Environmental Science. Urban Studies 46(2): 413-427

DWD (Deutscher Wetterdienst) (2020) Zeitreihen und Trends: Gebietsmittel Temperatur Jahr. https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html#buehneTop [28.07.2020].

Geyer, J., S. Kreft, F. Jeltsch und P. L. Ibisch. 2017. Assessing climate change-robustness of protected area management plans - The case of Germany. Page e0185972. PLoS ONE.

Geyer, J., L. Strixner, S. Kreft, et al. (2015) Adapting conservation to climate change: a case study on feasibility and implementation in Brandenburg, Germany. Regional Environmental Change 15139-153.

Grabsch, S., K. Heuschen und I. Trute (2007) Landschaftsplan der Stadt Bernau bei Berlin. Planfassung 2007.

Heiland, S., C. Wilke und K. Rittel (2012) Urbane Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Methoden- und Verfahrensansätze am Beispiel des Stadtentwicklungsplans Berlin. UVP-report 26(1): 44-49.

Helmholtz-Zentrum Geesthacht (2020) Norddeutscher Klimamonitor. Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung. Verfügbar unter: http://www.norddeutscher-klimamonitor.de [22.07.2020].

Ibisch, P. L. (2018) Die Grundlage: Ökosysteme und Ökosystemmanagement. S. 129-154 in P. L. Ibisch, H. Molitor, A. Conrad, H. Walk, V. Mihotovic, and J. Geyer, editors. Der Mensch im globalen Ökosystem - Eine Einführung in die nachhaltige Entwicklung. oekom, München.

Ibisch, P. L. und J. S. Blumröder (2019) Wälder im Klimawandel - Was zu tun und zu lassen ist. Naturmagazin Berlin-Brandenburg, Ausgabe 1/2019.

Ibisch, P. L. und P. Hobson, Hrsg. (2014). MARISCO - Adaptive MAnagement of vulnerability and RISk at COnservation sites. A guidebook for risk-robust, adaptive and ecosystem-based conservation of biodiversity. Centre for Econics and Ecosystem Management, Eberswalde.

Ibisch, P. L. und S. Kreft (2008) Anpassung an den Klimawandel: eine systematische Analyse von Handlungsoptionen für den Naturschutz. ANLiegen Natur 32(1): 3-23.

Ibisch, P. L. und S. Kreft (2009) Klimawandel gleich Naturschutzwandel? S. 36-58 in NABU-Bundesverband, Hrsg. Klimawandel und Biodiversität. Tagungsdokumentation 8-9 April 2008. NABU-Bundesverband, Berlin, Germany.

Ibisch, P. L., S. Kreft und V. Luthardt, Hrsg. (2012). Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel: Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in Brandenburg. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Eberswalde.

Ibisch, P. L., V. Luthardt, S. Kreft, et al. (2014) Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel in Brandenburg. Empfehlungen für Entscheidungsträger. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. http://www.inka-bb.de/.

Inge Ahlhelm, Stefan Frerichs, Ajo Hinzen, et al. (2016) Praxishilfe - Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre. Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

INSEK (2017) Integriertes Stadtentwicklungskonzept, Bernau bei Berlin.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Hrsg. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Cambridge, UK.

Krause, A., A. Dichte, J. Kloiber, et al. (2018a) Entwurf des Landschaftsrahmenplan LRP+ Landkreis Barnim, Teil II Bestand und Entwickungsziele https://www.barnim.de/fileadmin/barnim_upload/67_Natur_und_Denkmalschutz/Landschaftsrahmenplan/LRP_Teil_2_Entwurf.pdf.

Krause, A., A. Dichte, J. Kloiber, et al. (2018b) Entwurf des Landschaftsrahmenplan LRP+ Landkreis Barnim, Teil I Einleitung und Methodik https://www.barnim.de/fileadmin/barnim_upload/67_Natur_und_Denkmalschutz/Landschaftsrahmenplan/LRP_Teil_1_Entwurf.pdf.

Kravčík, M., J. Pokorný, J. Kohutiar, et al. (2007) Water for the Recovery of the Climate - A New Water Paradigm. Municipalia http://www.waterparadigm.org/.

Luthardt, V. (2014) Reich an Mooren. In: Landkreis Barnim - Reich an Natur: Einladung zum Entdecken, Verstehen und Handeln. Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Barnim, Eberswalde, S. 19-20.

MLUL und LfU (2016) Klimareport Brandenburg 2016 - Das Klima von gestern, heute und in Zukunft. Darstellung der Entwicklung des Klimawandels im 20. Jahrhundert aktuellen Problemen und von Szenarioergebnissen zum Ende des 21. Jahrhundert., Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Heft-Nr. 150, https://lfu.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/fb_150.pdf.

MLUV, Hrsg. (2008). Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MLUV), Potsdam.

MLUV, Hrsg. (2009). Gewässerentwicklungskonzept (Konzeptionelle Vorplanung für Maßnahmen zur Erreichung der Ziele für den guten ökologischen Zustand nach EU-WRRL) für die Panke vom Quellbereich am Pankeborn in Bernau bis zur Landesgrenze Brandenburg / Berlin, beauftragt von Ministerium für Ländliche Entwicklung Umwelt und Verbraucherschutz Brandenburg.

Möller, K. (2019) Waldschädlinge im Klimawandel. Naturmagazin Berlin-Brandenburg, Ausgabe 1/2019 S. 13.

MUGV, Hrsg. (2014). Nachhaltigkeitsstrategiefür das Land Brandenburg. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MUGV), Potsdam. Verfügbar unter https://mluk.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/nachhaltigkeitsstrategie_bb.pdf [22.07.2020].

Naumann, S. und T. Kaphengst (2015) Erfolgsfaktoren bei der Planung und Umsetzung naturbasierter Ansätze zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel - Ein kurzer Leitfaden. BfN-Skrpiten 406. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

rbb|24 (2019) Klimawandel: Das erwartet Berlin und Brandenburg bis 2100. Verfügbar unter https://www.rbb24.de/panorama/thema/2019/klimawandel/beitraege/klimawandel-berlin-brandenburg-zukunft-szenario-2100.html [28.07.2020].

Schmidt, M. (2010) A new paradigm in sustainable land use. Topos 7099-103, www.topos.de.

Stadtklimalotse (2020) Maßnahmenkatalog, beauftragt von Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Verfügbar unter: http://www.stadtklimalotse.net/massnahmenkatalog/ [22.07.2020].

Steinrücke, M., D. Dütemeyer, J. Hasse, et al. (2010) Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

Sustainability Center Bremen, Hrsg. (o. J.). Klimaanpassung in Planungsverfahren. Leitfaden für die Stadt- und Regionalplanung. Sustainability Center Bremen, Bremen.

Umweltbundesamt, Hrsg. (2016). Praxishilfe – Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt, Hrsg. (2018). Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge. Grundlagen, aktuelle Entwicklungen und Perspektiven. Climate Change 03/18. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

United Nations (1992) Convention on Biological Diversity. Verfügbar unter https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf [22.07.2020].

7 Anhang

Analyse der Klimawandelrobustheit relevanter Planwerke in Bernau bei Berlin

Bewertungskriterien			- keine Relevanz 0 nicht integriert, kaum Potential 1 nicht integriert, aber Potential 2 in Teilen integriert 3 umfassend integriert	Planwerke, Konzepte & Strategien			
				Land-schafts-plan	Flächen-nutzungs-plan	Bebauungs-pläne	INSEK
	Elemente	**Kriterien**					
1	**Klimawandel**	1.1	Die **Beschreibung der derzeitigen lokalen Situation** beeinhaltet Information zum Klimawandel und dessen Folgen.	1	1	0	0
		1.2	In der **Vision und/oder den Zielsetzungen** ist die Notwendigkeit der Anpassung/Minderung des Klimawandels beschrieben.	1	1	0	0
		1.3	**Optionen zur Klimawandelanpassung** sind systematisch untersucht, bewertet und beschrieben.	2	1	0	0
		1.4	**Überwachung** der Entwicklungen des Klimawandels erfolgt systematisch, Ergebnisse sind beschrieben.	1	0	0	0
2	**Ökosystem Funktionalität**	2.1	**Relevanz und anthropogene Abhängigkeit** von funktionstüchtigen und resistenten Ökosystemen ist beschrieben.	2	1	0	1
		2.2	Bestehende **Ökosysteme** (Umfang, Zustand, Entwicklung, Management etc.) sind beschrieben.	2	1	1	0
		2.3	Ökosysteme sind **ganzheitlich** betrachtet, d.h. auch deren Interaktion mit umliegenden Systemen (z.B. angrenzendes Agrarland), und beschrieben (=Systemisches Prinzip).	2	1	1	0
3	**Risiko-management**	3.1	Potentielle **Risiken und Schadenpotentiale** sind systematisch identifiziert und beschrieben.	2	2	1	2
		3.2	**Zukunftsszenarien** sind entwickelt und beschrieben.	1	1	1	1
4	**Planung**	4.1	Bewertete Optionen zur ökosystembasierten Klimawandelanpassung sind in **Entscheidungsprozessen** berücksichtigt.	0	1	1	1
		4.2	**Strategien und Entscheidungen** basieren auf den Kenntnissen aus Element 3 und in der Planungen berücksichtigt.	0	1	1	1
5	**Wissens-management**	5.1	**Übersich**t des bestmöglichen (verfügbaren internen und externen) Wissens und Wissensquellen ist enthalten.	1	1	1	0
		5.2	Bestmögliches verfügbares **Wissen** und Wissensquellen (5.1) werden **eingesetzt**.	1	1	1	0
		5.3	**Schulungen und Wissenstransfer** zu Klimawandel Management finden regelmäßig für Mitarbeiter statt.	0	-	-	-
6	**Partizipation**	6.1	Direkt betroffene **Öffentlichkeit** ist in **Entscheidungsprozessen** involviert.	0	2	2	2
		6.2	**Relevante Sektoren und Akteure der Kommune** werden ausgewählt und involviert.	0	2	1	2
7	**Kommunikation**	7.1	Die **Öffentlichkeit** wird regelmäßig über Entwicklungen des Klimawandels und dessen lokalen Aufwirkungen **informiert.**	-	-	-	-
		7.2	**Kooperation mit umliegenden Kommunen und Akteuren**, deren Planungsgebiete relevant für die Einhaltung von Element 1-4 sind, werden forciert.	1	1	1	2
		7.3	Aktive Steigerung der **Akkzeptanz** von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel und Evaluation.	-	-	-	1
8	**Umsetzung**	8.1	Anhand eines systematischen **Monitoring**s wird die Effektivität der Klimawandel Anpassungsmaßnahmen sowie Zielerreichungen gemessen und bewertet.	0	1	1	0
		8.2	**Adaptives Management** wird angewendet, so dass Vorhaben und Konzepte aufgrund von Änderungen des Klimawandels angepasst werden können.	1	2	1	1
		8.3	**Ressourcen** (personell und finanziell) stehen ausreichend für die Planung, Umsetzung, Monitoring, Evaluation zur Verfügung.	-	-	-	-
9	**Verbindlichkeit der Planwerkvorgaben bzgl. Klimawandel**	9.1	**Vorgaben** zur (ökosystembasierten) Klimawandelanpassung sind unmissverständlich formuliert und **obligatorisch**.	0	1	1	1
		9.2	**Regelungen zu Zeitvorgaben und Verantwortlichkeiten** sind unmissverständlich formuliert zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel.	0	0	1	0
		9.3	**Konsequenzen bei Nichteinhaltung** der Vorgaben zur Klimawandelanpassung sind unmissverständlich definiert.	-	-	-	-

Beschreibung der Flächenklassen in Bernau bei Berlin.

Funktionale Klassen	Beschreibung	Flächen-größe (ha)	Einstufung Funktions-tüchtigkeit[a]
Waldökosystemtypen[b]	Baumartenzusammensetzung	4152	
Laub- und Laubmischbestände mit standortheimischen Hauptbaumarten	Naturnahe Laub-Laubmischwälder; Wälder mit der Hauptbaumart Buche (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); Hauptbaumart Birke (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); Hauptbaumart Eiche (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); Hauptbaumart Erle (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); Moor und Bruchwälder	597	1
Kiefer-Laub-Mischbestände	Nadel-Laub-Mischbestand, Hauptbaumart Kiefer, Mischbaumart Buche; Nadel-Laub-Mischbestand, Hauptbaumart Kiefer, Mischbaumart Birke; Nadel-Laub-Mischbestand, Hauptbaumart Kiefer, Nebenbaumart Buche; Nadel-Laub-Mischbestand, Hauptbaumart Kiefer, Nebenbaumart Birke; Nadel-Laub-Mischbestand, Hauptbaumart Kiefer, Mischbaumart, sonstige Laubholzarten als Misch- oder Nebenbaumart	1144	2
Laub- und Laubmischbestände mit nicht standortheimischen Hauptbaumarten	Laub-Nadel-Mischbestand, Hauptbaumart Pappel, Robinie, Rot-Eiche; Pappelbestand (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); Robinienbestand (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); sonstige Laubholzbestände	411	3
Kiefernreinbestände und Kiefer-Nadel-Mischbestände	Kiefernbestand ohne Mischbaumart; Kiefernbestand mit Misch- oder Nebenbaumart	1672	3
Sonstige Nadelbestände	Douglasien Bestand (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); Fichtenbestand (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten); Nadel-Laubmischbestand, Hauptbaumart Fichte/Douglasie/Lärche/sonstige Koniferen (Thuja, Chamaecyparis), (mit und ohne Misch-, und Nebenbaumarten)	246	3
Kahlflächen mit Überhältern, Vor- und Jungwälder	Junge Aufforstung; Kahlflächen, Rodungen, Blößen mit Überhältern, Vorwälder auf frischem Standort; Vorwälder auf trockenem Standort	81	3
Offenlandökosysteme			
Ackerland	Anbauflächen von Feldfrüchten wie Getreide, Ölpflanzen, Hackfrüchte usw. einschließlich Zwischenfrüchten (Gründüngung bzw. Grünbrache).	3325	4

Funktionale Klassen	Beschreibung	Flächen-größe (ha)	Einstufung Funktions-tüchtigkeit[a]
Grünland und sonstige Offenlandsysteme	Naturnahe Flächen (siedlungsfern) mit spärlichem bis in Gruppen stehendem Baumbestand	921	3
Gewässerökosysteme			
Fließgewässer	Gewässer II. Ordnung; Gewässer II. Ordnung Rohrleitung (63,5 km); Flüsse und Fließgewässer; Teich; Bach; offenes Gewässer; verrohrtes Gewässer; Durchlass; Gewässerabschnitt; Gewässerobjekt		-
Stillgewässer	Seen und Teiche (künstlich angelegte und natürliche Gewässer)	32	-
Moore und Feuchtgebiete	Schilfröhricht; Röhrichte und Binsenbestände in Mooren und Sümpfen; Moornutzung auf Biotopen, Gewässernah (MoorFIS); Sölle	39	1
Siedlungsökosysteme			
Unversiegelte Freiflächen ohne Grünstruktur	Grünflächen in Siedlungsnähe und innerhalb der Siedlung die keine Bäume enthalten	214	4
Unversiegelte Freiflächen mit Grünstruktur	Siedlungsnahe Grünflächen mit sporadisch oder in Gruppen auftretenden Bäumen	105	3
Kleingärten und Gärten	Kleinparzellierte Gartenanlagen mit kleinen Lauben oder Gartenhäusern, auch verwilderte Anlagen	125	3
Flächen mit niedrigem Bebauungsgrad – überwiegender Baumbestand	Überwiegend (alte) Gebäude/Gehöfte mit hohem (über 50%) Baumbestand; Alte Gärten mit großen Bäumen; z.B. parkartige Gärten alter Villen, baumreiche Gärten innerhalb alter Blockrandbebauung. Meist geringe Pflegeintensität, daher Entfaltungsmöglichkeit für Spontan- und Subspontanvegetation	86	3
Siedlungsbereiche mit Einfamilienhäusern	Siedlungsbereiche mit Einfamilienhäusern (Parzellen eingeschlossen von Straßen)		
mit ausgeprägtem Baumbestand	Mit ausgeprägtem Baumbestand (ab 30%)	174	4
mit mäßigem Baumbestand	Mit mäßigem Baumbestand (10-30%)	455	4
mit geringem Baumbestand	Mit geringem Baumbestand (bis 10%)	134	5
Siedlungsbereiche mit mehrstöckigen Großgebäuden	Mehrgeschossige, in Blöcken oder Reihen angeordnete Gebäude, die sich deutlich von Einfamilienhäusern unterscheiden, überwiegend mit Wohnfunktion.		
mit ausgeprägtem Baumbestand	Mit ausgeprägtem Baumbestand (ab 30%)	57	4
mit mäßigem Baumbestand	Mit mäßigem Baumbestand (10-30%)	173	5

Funktionale Klassen	Beschreibung	Flächen-größe (ha)	Einstufung Funktions-tüchtigkeit[a]
mit geringem Baumbestand	Mit geringem Baumbestand (bis 10%)	109	5
Flächen mit hohem Versiegelungsgrad	Versiegelte Flächen, Straßen, Industriegebiete, Parkplätze	214	5
Sondernutzungsflächen			
Sondernutzungsflächen	Recyclinghof, Bergwerkfeld, Deponie, Bahnschienen	101	5
Überlandleitung	Oberirdische Stromleitung	34	3

Im Beteiligungsprozess des Projektes *Bernau.Pro.Klima* vorgeschlagene Maßnahmen zur institutionellen Anpassung an den Klimawandel in Bernau bei Berlin geordnet nach den Prinzipien für klimawandelrobustes Ökosystemmanagement (Geyer et al. 2017)

Prinzipien für klimawandelrobuste Verwaltung und Planung	Handlungsfeld	Vorgeschlagene Maßnahme
Klimawandel und Anpassung in Planung und Verwaltung thematisieren.	Verwaltung	- Klima-AG - Klima als Thema in der Ausbildung der Förster - Klimawandelmanagement in der Stadtverwaltung – Stabstelle oder Person
	Planung	- Flächen zur Klimaanpassung im FNP ausweisen. - Umweltbericht: Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen, u.a. auch „Auswirkungen der geplanten Vorhaben auf das Klima (zum Beispiel Art und Ausmaß der Treibhausgasemissionen) und der Anfälligkeit der geplanten Vorhaben gegenüber den Folgen des Klimawandels“ (Anlage 1 BauGB 1)b)gg.
Funktionstüchtigkeit und Resilienz der Ökosysteme als prioritäres Ziel verfolgen.	Planung	- Grünordnungsplan erstellen - Standards für Bebauungspläne - Stadtwachstum drosseln bzw. ökologisch moderieren - Stärkere Zonierung im Wald - Bauverdichtung stoppen/minimieren - Weniger Wachstum - Keine Windkraftanlagen im Wald/ Keine Windräder mehr - Schluss mit Landschaftsverbrauch (WS)"
	Vorgaben	- Satzung der Stadt Bernau bei Berlin über besondere Anforderungen an die äußere Gestaltung von baulichen Anlagen in der Bernauer Innenstadt (Gestaltungssatzung) vom 8. Juli 1999 --- hier könnten konkreter fordernde Worte zu Fassadenbegrünung und Dachbegrünung und eine andere mutigere Art der Vorgartengestaltung rein; solch eine Satzung könnte auf andere Bereiche ausgeweitet werden - Kontrolle der in B-Plänen festgelegten Begrünungen - Bei der Erschließung/Bebauung von Wohngebieten (wie z.B. geplant beim Rewe-Markt) kleine Biotope oder Grünstreifen einplanen (Auflage für Investoren) - Verpflichtung Flachdächer zu Begrünen - Baumschutz + Baumerneuerung per Satzung - Kleingartengesetz ändern --> nicht Bäume über 2,5 m fällen müssen - Kommunale Vorgaben zu Baumbeständen auf Privatflächen - Eigene und strengere Baumschutzsatzung für Bernau" - gesetzliche Regelungen für Begrünungen --> z.B. Steuervergünstigungen bzw. -senkungen für Hausbesitzer mit Fassadenbegrünung - Verpflichtung zur Begrünung, bzw. Verbot von großen versiegelten Flächen ohne Begrünung

Prinzipien für klimawandelrobuste Verwaltung und Planung	Handlungsfeld	Vorgeschlagene Maßnahme
		- Lokale Verordnungen: Niederschlagswassersatzung, verschärfte Baumschutzsatzung, Versiegelungssatzung, Satzung zu Grünvolumen… - festgelegte Mindestprozentzahl an Grünflächen in Städten bzw. Dörfern --> nicht nur Grünflächen durch Parks + Wiesen, sondern auch Kombination zwischen Stadtelementen und Begrünung finden (wie z.B. Gründächer) - Grünordnungsplan erstellen als Satzung
In angemessenen **räumlichen** Dimensionen planen und handeln.	Planung	- Ausgleichsmaßnahmen im Gemeindegebiet umsetzen - Stärkere Zonierung im Wald - Waldklimaplan auf Landkreisebene
In angemessenen **zeitlichen** Dimensionen planen und handeln.	Planung	- Stärkere Zonierung im Wald
Ganzheitlich und transparent mit **Wissen** und Nichtwissen umgehen.	Sonstiges	- Mehr Mitspracherecht für Kinder- und Jugendliche
Systemische Abhängigkeiten beachten und strategische Stimmigkeit zwischen den Planungs- und Verwaltungsebenen und –einheiten bewahren.	Planung	- Stärkere Zonierung im Wald
Adaptives Management anwenden.	/	/
Mögliche **Risiken** frühzeitig antizipieren und proaktiv angehen.	Planung	- Perspektivisch denken, vorrausschauen denken, Wald rechtzeitig klimafit machen
Kapazitäten in der Verwaltung für funktionales Management und den Umgang mit Klimawandel aufbauen.	Verwaltung	- Festlegung eines zuständigen Sachgebiets - Einrichtung eines Klimabeirats - Klima als Thema in der Ausbildung der Förster - Klima-AG
Öffentlichkeit und Interessengruppen transparent **informieren** und an Planungsprozessen aktiv **beteiligen**.	Planung	- Kommunikation - Newsletter zu KW-Anpassung - Einführung einer Rubrik im Stadtmagazin und/oder Amtsblatt - Online-Dialog - GIS-gestützte Kommunikationsplattform als Teil des Online-Dialogs - Klimabriefkasten - Broschüren zu bestimmten Themen der anpassungs-Strategie - Broschüre zur Anpassungsstrategie allgemein

Prinzipien für klimawandelrobuste Verwaltung und Planung	Handlungsfeld	Vorgeschlagene Maßnahme
	Sonstiges	- Infotafeln im öffentlichen Raum - Handreichung/ Maßnahmenvorschläge für Grundstücksbesitzer - Aufklärung der Bevölkerung zu Gewässern - Mehr Mitspracherecht für Kinder- und Jugendliche - kontinuierlicher öffentlicher Beteiligungsprozess für eine nachhaltige, ökologische Stadtbauplanung - Aktivitäten in den Schulen - Info-Veranstaltungen - Beratung für Privatpersonen zu ökologischen Bau-und Gartenmaßnahmen - Bildungsarbeit - Beratung - Mehr Mitspracherecht für Kinder- und Jugendliche - Abwasserverband soll Bürger*innen informieren - WBV-Zeitung wieder einführen - Anpassung Lehrplan bzgl. Klimawandel in Schulen, nicht als freiwilliges sondern verpflichtendes Thema - Mehr Jugendliche in Politik einbinden - Wasser muss erlebbarer werden -> Bewußtsein für Gewässer - Umweltbildung -> Müll etc. - Bildung Waldlehrpfad - Sensibilisierung Schüler Projekte, Aufforsten mit Förster - Bildungsseminare Waldbesitzer Sensibilisierung
Kooperative Einbeziehung von Landnutzenden und anderen Akteuren in den Anpassungsprozess, auch über die Gemeindegrenzen hinaus	Baumpatenschaften Bürger bei Baumpflanzungen beteiligen Kleinbauern und regionale Anbieter LWS stärken	- ganzheitliche Abstimmung von Maßnahmen aus verschiedenen Sektoren, concerted action - z.B. autofreie Innenstadt – weniger Parkplätze benötigt - mehr Fläche für Grün - Ausbau von Rad- und Fußwegen mit Entwicklung von Grünstrukturen koppeln - Solaranlagen auf Dächer in Kombination mit Begrünung - Waldklimaplan auf Landkreisebene - Kommunale Vernetzung und Kooperation, gerade im Wald - Erholung: Menschen lenken, Wald schonen"
	Sonstiges	- Wassertretanlagen (Kneipp)

In den Planungswerkstätten erarbeitete Projektvorschläge zur Umsetzung von ökosystembasierten Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in Bernau bei Berlin

lf. Nr	Ökosystem	Projekt/ Aktivität	Beschreibung	Geeignete Fläche(n)	Ökosystem-basierte Maßnahmen
1	Wald	**Rückbau von Entwässerung**	Schließung von Entwässerungsgräben, Rückbau der Entwässerungsinfrastruktur		**x**
2	Wald	**Bernauer Stadtwald als Klima-Modellwald in und für die Region**	Konsequenter Waldumbau von Kiefernforstflächen in Mischwald; natürliche und bodenschonende Bewirtschaftung inkl. Flächen, die ganz aus der Nutzung genommen werden; effizientes Jagdmanagement; Holznutzung als Baustoff für kommunale Vorhaben	Kommunalwald Bernau	**x**
3	Gewässer & Feuchtgebiete	**Rückbau der Rohrleitung zwischen Börnicke und Bernau**			**x**
4	Gewässer & Feuchtgebiete	**Sanierung der Feldsölle im FFH Gebiet Börnicke (Börnicker Feldmark)**	Feldsölle in sinnvoller Auswahl und in Abstimmung mit anderen Projektträgern sanieren	FFH-Gebiet Börnicke (513,03 ha)	**x**
5	Gewässer & Feuchtgebiete	**Renaturierung des Schulzenpfuhls**		Schulzenpfuhl in Birkholzaue	**x**
6	Gewässer & Feuchtgebiete	**Kleingewässer auf Schulhöfen**	Anlegen und Pflege von Teichen auf Schulhöfen mit thematischer Integration in den Unterricht (z.B. Biologieunterricht)	Schulhöfe	**x**
7	Offenland	**"Soll"-verträgliche Bewirtschaftung des FFH-Gebiets um Börnicke**	Renaturierung der Sölle; Kein oder reduzierter Einsatz von Pestiziden; Sicherung gegen Umpflügen; Entfernen von Drainagen	FFH-Gebiet Börnicke	**x**
8	Offenland	**Heckenpflanzung Zepernick**	Wäldchen arrondieren und am Wegrand Hecke pflanzen	Schlüterstr. in Zepernick.	**x**
9	Offenland	**"Das Heckensystem von/für Bernau" - Der Start**	Anpflanzung von 2,5 km Hecke auf Kirchenland und 0,75 km auf Flächen des Naturschutzfonds	Gemarkung Börnicke Flur 2, Gemarkung Bernau Flur 27+28	**x**

lf. Nr	Ökosystem	Projekt/ Aktivität	Beschreibung	Geeignete Fläche(n)	Ökosystem-basierte Maßnahmen
10	Offenland	**"Das Heckensystem für Bernau" - Fortsetzung**	100 km Feldhecken vor den Toren Bernaus	südliches-südöstliches Offenland vor Bernau	**x**
11	Offenland	**Blühstreifen/ Heckenpflanzungen**		Landbereich Birkholz	**x**
12	Offenland	**Begleitende Bepflanzung mit Bäumen, Hecken, Futter, Unterstand → Wachstum auch zukünftig**	Verbindungswege, die von touristischer, funktioneller Bedeutung sind		**x**
13	Offenland	**Baumpflanzungen, auch geeignetes Obst (klimaplastisch), entlang von Feldwegen**	Projekt "1000 Bäume für Bernau" erweitern auf den Weg zwischen Birkenhöhe und Lindow	Weg zwischen Birkenhöhe und Lindow	**x**
14	Offenland	**Pflanzung von Baum, Strauch & Buschreihen, die große Felder durchbrechen**	Teilung von großen Äckern in viele, kleinere Bereiche durch Pflanzung von Strauch-, Busch- & Baumreihen (Breite: ca. 3-4 m), Mögliche Arten: Weißdorn, Wildapfel, Pfaffenhütchen etc.	Barnimer Feldmark	**x**
15	Offenland	**Ökosystembasierte Anpassung des Offenlandes der Gemarkung Bernau in Richtung Börnicke**	Aufteilung durch Hecken- und Baumpflanzungen unter Ausnutzung der Feuchtgebiete	Zwischen Bernau und Börnicke	**x**
16	Urban	**Natürliche Düngung des Straßenbegleitgrün**	1) Pyrolyse von Grünschnitt 2) Ausbringung von Pflanzenkohle auf Grünstreifen	Grünstreifen neben Straßen	**x**
17	Urban	**Fruchtbare Böden mit Terra Preta**	Produktion von Terra Preta/ Pflanzenkohle zum Humusaufbau	nördl. Börnicke, ca. 7 ha	**x**
18	Urban	**Baumpflanzungen in Bildungseinrichtungen**	Baumpflanzungen in Form von Aktionen in den jeweiligen Einrichtungen und Pflege durch (Klassen-) Patenschaften	Schulhöfe, Kindergärten, Horte	**x**
19	Urban	**Umwandlung von Flächen in Hausgärten/ Bauerngärten**	Anbau von Gemüse, Beeren, Obst auf funktionsarmen Flächen keine Umwandlung von Wildnisinseln, Wildhecken, Blumenwiesen, Wald etc.	Private Grundstücke	**x**

lf. Nr	Ökosystem	Projekt/ Aktivität	Beschreibung	Geeignete Fläche(n)	Ökosystem-basierte Maßnahmen
20	Urban	**Bernauer Stadtgärten**	Schaffung von öffentlich zugänglichen (Schul-) Gärten, Gemeinschaftsgärten, die zum Mitmachen anregen		**x**
21	Urban	**Parkplatzentsiegelung/-reduzierung**	Ersatz von Asphaltflächen durch wasserdurchlässige Oberflächen, z.B. wassergebundene Decke, Pflaster mit Grasfugen	Entlang von Straßen, auf Neubauflächen und im Bestand	**x**
22	Urban	**Begrünung vertikaler Flächen**	Begrünung von Schallschutzwänden und anderen vertikalen Flächen (z.B. Fassaden)	Schallschutzwand entlang der Autobahn, Landstraßen und Bahntrasse, Fassadenbegrünung von Parkhäusern und Gebäuden (Schulen, Kindergärten etc.)	**x**
23	Urban	**Dachbegrünung**	Begrünung von Dachflächen (im Bestand und bei Neubauten) im Wohn- und Gewerbebau) mit einer Substratdichte von mindestens 10cm	Gebäude im Stadtkern und weitere Gebäude mit Flachdächern	**x**
24	Urban	**Grüngürtel Ladeburger Chaussee/Jahnstr.**	Schaffung eines Grüngürtels mit Baum- und Heckenpflanzungen von Norden her entlang der Ladeburger Chaussee bis zu den Wallanlagen	Straßenränder entlang der Ladeburger Chaussee, Ladeburger Dreieck	**x**
25	Urban	**Kaltluftschneise Albertshof-Bernau Bahnhof-Schwanebecker Chaussee**	Erhalt und weiterer Ausbau der Grünschneise Rüdnitzer-/ Albertshoferch. / Panke-Park/ Schwarzer Weg / Schwanebecker Chaussee	Albertshof-Bernau Bhf - Schwanebecker Chaussee; Zemke/Ladestr	**x**
26	Wald	**Förderprogramm für eine klimaangepasste Waldbewirtschaftung**	Landesforstverwaltung stellt Fördermittel für Privatwaldbesitzer zur Kompensation von Nutzungsverzichten sowie für Maßnahmen zum Waldumbau, Totholzverbleib, Aufforstung etc. bereit	Privatwald	
27	Wald	**Waldbaukonzept für Bernau**	Kommune erarbeitet Waldbaukonzept mit operativen Zielen und Vorgaben (z.B. Rückegassenbreite), Kontrolle der Zieleinhaltung durch Forstbetriebe		

lf. Nr	Ökosystem	Projekt/ Aktivität	Beschreibung	Geeignete Fläche(n)	Ökosystem-basierte Maßnahmen
28	Wald	**Ausweisung von Wald im Flächennutzungplan**	Wald als "Wald" im Flächennutzungsplan aktuell und verbindlich ausweisen und Mindeswaldfläche in Bernau festlegen, um Waldflächen zu erhalten		
29	Gewässer & Feuchtgebiete	**Förderung des Erhalts von Kleingewässern auf Privatgrundstücken**	Schaffung eines Förderprogramms zur Bezuschussung von Erhaltungsmaßnahmen von Kleingewässern durch die Stadt Bernau für Privathaushalte mit Zweckbindung (20-30 Jahre)	Teichlandschaft im Blumenhag, Erlengrund	
30	Gewässer & Feuchtgebiete	**Revitalisierung der Kleingewässer im Stadtgebiet**	Kartierung, Erfassung des Zustands- und des Wassererhaltepotenzials	Kleingewässer (Stadtteiche und -Sölle) im Stadtgebiet	
31	Gewässer & Feuchtgebiete	**Niederschlagswassersatzung für Bernau**	Erstellung einer Satzung über die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung in Bernau, bei der sich die Abgaben der Privathaushalte am Versiegelungsgrad orientieren	-	
32	Gewässer & Feuchtgebiete	**Renaturierung der Panke im gesamten Gemeindegebiet**	Förderung der Umsetzung und Erweiterung des Gewässerentwicklungskonzepts Panke im gesamten Gemeindegebiet	Weißenseer Str./ gegenüber Zemke Autohaus; Ernst-Moritz-Arndt Str.; Zepernicker Chaussee	
33	Gewässer & Feuchtgebiete	**Kommunikative Bildungsmaßnahmen für Grundstücks-eigentümer*innen**	Information und sensibilisierung für Klima-Themen durch Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit (z.B. in Form von Workshops, Info-Blätter etc.), Zeitschrift des Abwasserzweckverbands dafür nutzen		
34	Gewässer & Feuchtgebiete	**Wiedervernässung von (ehem.) Mooren und Feuchtgebieten**	Identifikation des Aufwertungs- und Renaturierungspotenzials zur Wiedervernässung (ehem.) Moorflächen im Gemeindegebiet im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit	Pankeaue zwischen Börnicker Chaussee und Weißenseer Straße, Niedermoor-grünland westlich der Autobahn	
35	Offenland	**Koordinierungsstelle für die Umsetzung diverser Klimaanpassungsmaßnahmen**	Ab 2020 Aufbau der Stelle, 2021 Aufnahme der Arbeit		

lf. Nr	Ökosystem	Projekt/ Aktivität	Beschreibung	Geeignete Fläche(n)	Ökosystem-basierte Maßnahmen
36	Urban	**Klimaanpassungsmanager*in**	Schaffung einer neuen Stelle in der Bernauer Stadtverwaltung (z.B. Klimaanpassungsmanager) zur Koordination der Strategieumsetzung		
37	Wald	**Vernetzungstreffen für Waldbesitzer*innen**	Jährliches Treffen zwischen privaten Waldbesiter*innen und dem Revierleiter und Stadtwaldförster zur Vernetzung und Informationsaustausch		
38	Wald	**Förderung waldpädagogischer Bildungsangebote**	Für Schüler*innen (z.B. Wandertag oder Praktikum im Wald, Beteiligung bei Waldumbaumaßnahmen) Für die Öffentlichkeit: Mit Angeboten im Wald (z.B. Waldlehrpfäden, Wanderungen, "Frühjarhsputz") den Wald erlebbar machen	Kommunalwald	
39	Offenland	**Solidarische, klimawandelangepasste Landwirtschaft**	Landwirte und Abnehmer von Produkten gehen einen Verbund ein, indem die Konsumenten die Abnahme von Produkten in bestimmtem Umfang und zu angemessenen Preisen für den Landwirt garantieren. Die Produkte sollten so gewählt sein, dass ihre Produktion die Klimaanpassung der Agrarfläche verbessert. Bsp.: Umwandlung von Äckern zu Grünland → Kühe, Schafe; Untersaaten für Futter; etc. Man kann von Erfahrungen existierender Beispiele für solidarische Landwirtschaft lernen Nähe zu Berlins potenziellen solidarischen Konsument*innen	Auf (Teil-)Flächen mit besonders verwundbaren Böden	
40	Urban	**"NUDGING"-verhaltensökonomische Methode zur Anregung der Verhaltensänderung über Schulungsangebote**	Nutzung der Nudging-Methode zur Aktivierung der Bürger*innen zur Eigenvorsorge (z.B. Umgestaltung von flachen in konkav gestaltete Gärten, Begrünung von Carports in Kombination mit Versickerungskästen etc.)	Im Sommer draußen, im Winter z.B. im Rathaus	

— Prozessdarstellung —

Wissensermittlung durch Beteiligung

Entwicklung der ökosystem-basierten Anpassungsstrategie für die Stadt Bernau bei Berlin

Fachwissen
durch wissenschaftliche Methoden generiert und bereitgestellt

Lokales Wissen
lokal gewachsen, durch Beteiligung und Konsultation gesammelt

Wissen aus Vorgängerprojekten

Gesammeltes Wissen fließt ein in Analysen etc.

Beteiligte

PKT – Projektkernteam; HNEE und Stadtverwaltung Bernau: Steuerung und Koordinierung des Projektes

PAG – Projektbelgeitende Arbeitsgruppe; PKT und weitere Vertreter*innen aus Hochschule und Stadtverwaltung

Hochschule; HNEE – Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Stadtverwaltung; Stadtverwaltung Bernau

Akteur*innen; u.a. Landnutzende, Behörden, Unternehmen, Wasser- und Bodenverband, politische Vertreter*innen, zivilgesellschaftliche Vereine und Initiativen, Private.

Nachbargemeinden

Öffentlichkeit

Beteiligungsformate
mit den jeweilig Beteiligten

Aktionen im öffentlichen Raum
- Öffentlichkeit

Gezielte Zusammenarbeit mit Akteur*innen
- Stadtverwaltung
- Akteur*innen
- Nachbargemeinden

Öffentliche Workshops
- Stadtverwaltung
- Akteur*innen
- Nachbargemeinden
- Öffentlichkeit

Akteur*innen-Workshops
- Hochschule
- Stadtverwaltung
- Akteur*innen
- Nachbargemeinden
- Öffentlichkeit

Wissen aus Vorgängerprojekten

Projektkernteam
- Hochschule
- Stadtverwaltung

Projektbegleitende Arbeitsgruppe
- Hochschule
- Stadtverwaltung
- Akteure

Analyse Klimawandel-betroffenheit

Analyse Vulnerabilität der Ökosysteme

Ökosystembasierte Anpassungsmaßnahmen

Analyse Vulnerabilität des Ökosystemmanagements

Anpassungmaßnahmen für Planung & Verwaltung

Strategische Ziele

Prinzipien klimawandel-robustes Ökosystem Management

Leuchtturmprojekt

Anpassungsstrategie

Kommunikation der Erkenntnisse

Icons CC-BY: Andi Nur Abdillah (Kompass), DailyPM (Beteiligung), Jacopo Bonacci (Megaphon), Maxim Kulikov (PAG), Shashank Singh (Leuchtturm), Vectors Point (Titel)

Grafik: CC-BY-SA 4.0: Bernau.Pro.Klima
Design: Jenni Ottilie Keppler
Stand: Juni 2020