



# Bachelorarbeit

## Klimafolgenanpassung bei Starkregen am Beispiel der Hansestadt Lüneburg

**Erstprüfer:** Sebastian Heilmann

**Zweitprüferin:** Prof. Dr. Brigitte Urban

**Semester:** Sommersemester 2018

**Name:** Lennart Stein

**Major:** Umweltwissenschaften B. Sc.

**Minor:** Rechtswissenschaften

**E-Mail:** lennart.stein@hotmail.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>I. Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>II. Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>III. Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Grundbegriffe.....</b>	<b>4</b>
2.1. Klimawandel .....	4
2.2. Klimafolgenanpassung.....	5
2.3. Starkregen als (zukünftige) Herausforderung in der Stadtplanung ....	9
<b>3. Methoden der qualitativen Sozialforschung .....</b>	<b>11</b>
3.1 Literatur- und Dokumentenanalyse .....	11
3.2 Experteninterview .....	13
3.3 Szenarien.....	15
<b>4 Empirie.....</b>	<b>17</b>
4.1 Klimafolgenanpassung in der Metropolregion Hamburg und in Niedersachsen.....	17
4.1 Bisheriges Auftreten von Starkregen.....	19
4.2 Derzeitige Strategien .....	23
4.3 Zukunftsausblick.....	32
4.4 Die Hansestadt Lüneburg und die Auswirkungen der Klimafolge Starkregen .....	34
4.5 Drei Szenarien für die Hansestadt Lüneburg .....	36
4.5.1 „Status quo-Szenario“ .....	37
4.5.2 „Szenario: Reduktion der Flächenversiegelung“.....	39
4.5.3 „Wasserspeicher Szenario“ .....	41
4.6 Resümee der empirischen Forschung.....	43
<b>5 Fazit und Methodenkritik .....</b>	<b>46</b>
<b>6. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>49</b>
<b>7. Eidesstaatliche Erklärung.....</b>	<b>55</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>56</b>

## I. Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Schematic framework representing drivers and impacts of and responses to climate change and their linkage. Eigene Darstellung nach: Filho 2015: 623, verändert .....	6
<b>Abbildung 2:</b> Der Szenariotrichter. Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328.....	16
<b>Abbildung 3:</b> Karte der Metropolregion Hamburg und Projektgebiet KLIMZUG-NORD 2009-2014. KLIMZUG-NORD Verbund 2014a: 11 .....	18
<b>Abbildung 4:</b> Es ist nasser geworden in Niedersachsen: Zeitreihe der Jahresniederschlagshöhen (Gebietsmittelwert) von 1881 bis 2017. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 19.....	20
<b>Abbildung 5:</b> Anzahl der Tage mit mindestens 10 mm Niederschlag (Gebietsmittelwert) von 1951-2017. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 19.....	21
<b>Abbildung 6:</b> Historischer Verlauf der jährlichen Niederschlagsengen in Sommer- und Winterhalbjahr, Station Hamburg Fuhlsbüttel. Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) 2015: 23 .....	22
<b>Abbildung 7:</b> Maßnahmen der dezentralen Wasserbewirtschaftung. KLIMZUG-NORD Verbund 2014a: 37 .....	25
<b>Abbildung 8:</b> Überschwemmte Flächen im Wandse Einzugsgebiet eines Hochwasserereignisses mit einer Wiederkehrzeit von einmal in 100 Jahren für ein Klimaszenario mit starken Auswirkungen und drei städtebaulichen Szenarien für 2050. Szenario 1: ohne DRWB-Maßnahmen; Szenario 2: teilweise Umsetzung von DRWB-Maßnahmen; Szenario 3: großflächige Umsetzung von DRWB-Maßnahmen. KLIMZUG-NORD Verbund 2014a: 39.....	26
<b>Abbildung 9:</b> Bebauungsplan Nr. 129 (1. Änderung) Schlieffen-Park: Versickerungsboxen. Niemann 2018 (Verwendungsgenehmigung s. Anhang) .....	29

<b>Abbildung 10:</b> Bebauungsplan Nr. 135 (1. Änderung) Am Meisterweg: Regenrückhalteanlage. Niemann 2018 (Verwendungsgenehmigung s. Anhang) .....	30
<b>Abbildung 11:</b> Darstellung der Bandbreite der vorhandenen Klimaprojektionen für die Niederschlagssumme von Niedersachsen. Dargestellt sind die vorliegenden Änderungssignale für den kurzfristigen (2021-2050) und langfristigen (2071-2100) Planungshorizont, jeweils als Änderungssignal zum Bezugszeitraum 1981-200. Es werden je Planungshorizont die Ergebnisse für das Klimaschutzszenario (RCP2.6, grün) denen des Weiter-wie-bisher-Szenarios (RCP8.5, blau) gegenübergestellt. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 20 .....	32
<b>Abbildung 12:</b> Logarithmus mit Basis 10 der relativen Häufigkeit der Tagessummen des Niederschlags an Tagen mit mehr als 1 mm Tagesniederschlag für Winter (a) und Sommer (b) im Referenzzeitraum 1971-2000 und den zukünftigen Zeiträumen 2036-2065 und 2071-2100. KLIMZUG-NORD Verbund 2014 b: 24 .....	33
<b>Abbildung 13:</b> Landkreis Lüneburg 2018 .....	34
<b>Abbildung 14:</b> Behns: 2018 (Verwendungsgenehmigung s. Anhang) .....	35
<b>Abbildung 15:</b> Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 18 .....	36
<b>Abbildung 16:</b> Der Szenariotrichter. Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328, verändert.....	37
<b>Abbildung 17:</b> Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328 verändert.....	39
<b>Abbildung 18:</b> Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328 verändert.....	41

## II. Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Klimawirksame Darstellungen in der vorbereitenden Bauleitplanung. Eigene Darstellung nach Diepes 2017: 56- 57 .....	8
<b>Tabelle 2:</b> Seitenangaben der Transkripte im Anhang.....	14
<b>Tabelle 3:</b> Mögliche Vorgehensweise zur Ermittlung der Überflutungsgefährdung. Eigene Darstellung nach: DWA 2013: 10, verändert.....	45

## III. Abkürzungsverzeichnis

Abwasser, Grün & Lüneburger Service GmbH	AGL
Anstalt öffentlichen Rechts	AöR
Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung	BMVBS
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall	DWA
Deutscher Wetterdienst	DWD
Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung	DRBW
Europäische Union	EU
Generalentwässerungsplan	GEP
Klimaanpassungsstrategie	KLAS
Koordinierte Starkregen- Regionalisierung- Auswertung	KOSTRA
Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband	OOWV
RegenInfraStrukturAnpassung	RISA
Umweltbundesamt	UBA
Water sensitive Cities: the Answer To Challenges of extrem weather events	CATCH

## 1. Einleitung

Der Klimawandel gehört zu den globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts (Diepes 2017: 1). Die Folgen des Klimawandels machen sich u.a. in Form von Hitze, Stürmen oder Starkregen bemerkbar. Dem Klimawandel kann sowohl mithilfe des Klimaschutzes (Mitigation) in Form der Ursachenbekämpfung als auch mithilfe der Klimaanpassung (Adaption), welche sich in Form von Anpassungsmaßnahmen an das sich ändernde Klima darstellt, begegnet werden (Filho 2015: 622-623). Aufgrund ihrer Struktur sind insbesondere urbane Strukturen von Klimafolgen betroffen (MVI BW 2012: 22 u. 29; Herberg u. Kube 2013: 256-257). Der Raum- und Umweltplanung komme dabei hinsichtlich der sozial-ökologischen Naturverhältnisse eine wichtige Rolle zu, sofern sie die Aufgaben der Krisenbewältigung annehmen und verantwortungsvoll wahrnehmen will (Heinrichs u. Michelsen et al. 2014: 314-315).

Auch die Hansestadt Lüneburg steht zukünftig vor einigen Herausforderungen. Durch den allgemeinen Trend der Urbanisierung und als Teil der Metropolregion Hamburg gilt Lüneburg als beliebter Wohnraum (Bertelsmann Stiftung 2012). Folglich werden auch zukünftig neue Baugebiete erschlossen, Wohnraum geschaffen und Verdichtung sowie Flächenversiegelung vorgenommen. Im aktuell bearbeiteten Klimagutachten für Lüneburg werden bereits bisherige Risikogebiete bezüglich Hitze und Frischluft aufgezeigt. Das Klimagutachten wurde bisher noch nicht veröffentlicht, weshalb darauf kein konkreter Bezug genommen werden kann.

Generell kann eine Veränderung des Klimas sowohl auf natürliche als auch auf anthropogene Einflüsse zurückgeführt werden. Oberflächennahe Luftschichten haben sich laut Deutschem Wetterdienst (DWD) seit 1950 maßgeblich erwärmt (DWD 2017: 8). Der Klimawandel zeigt sich unter anderem in der „veränderten Häufigkeit von extremen Niederschlägen in den letzten Jahrzehnten in einigen Regionen“ (ebd.: 8). Wesentlich dazu haben der Ausstoß von Emissionen sowie eine Veränderung der Landnutzung beigetragen. Insbesondere Abholzung und Flächenversiegelung sind hier die entscheidenden Faktoren (ebd.: 8).

Die Zunahme von Starkregen wird dabei eine Form der zukünftigen Klimafolgen sein. Dabei ist weniger eine gesamte Zunahme des Jahresniederschlags zu erwarten, sondern viel mehr ein verstärktes Auftreten von Extremwetterereignissen sowie eine saisonale Verlagerung (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 18). Speziell in urbanen Räumen kann dies zu starken Problemen führen, wie jüngste Beispiele (10.05.18) aus dem Hamburger Osten belegen. Auch in der Hansestadt Lüneburg standen an diesem Tag zahlreiche Keller unter Wasser (NDR 2018). Die Veränderungen treten regional bedingt jedoch stark differenziert auf. „Gründe hierfür liegen in den groß- wie kleinräumig differenzierten klimatischen Veränderungen, den räumlich wie sektoral variierenden Sensitivitäten von Raum und Gesellschaft sowie den Unterschieden bezüglich der Anpassungsfähigkeit, d.h. den Möglichkeiten auf klimatische Veränderungen vorsorgend zu reagieren“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) 2013: 6). Der Bau und der damit einhergehende zusätzliche Regenabfluss von neuen Wohngebieten werde „die Entwässerungssysteme der Stadt (Sielnetz, Gräben, Gewässer) zunehmend belasten“ (Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) 2015: 11). Zudem bestehe die Gefahr, dass es infolge des Klimawandels zu einer weiteren Belastung der Entwässerungsstrukturen durch die Zunahme von Starkregen kommen kann (ebd.: 11). Damit mit dem Extremwetterereignis und seinen Folgen umgegangen werden kann, müssen dementsprechend Strategien und konkrete Maßnahmen im urbanen Raum erstellt und durchgeführt werden.

Daraus ergibt sich die Frage, inwiefern Lüneburg von Starkregenereignissen betroffen sein wird bzw. bereits ist und wie die Hansestadt mit dem sich verändernden Auftreten von Starkregenereignissen hinsichtlich einer Klimafolgenanpassung umgehen kann. Bisher gab es beispielsweise sowohl an der südlichen als auch an der nördlichen Bahnunterführung starke Überschwemmungen in Folge von Starkregenereignissen (Transkript AGL: 170.182). Durch die voraussichtlich zunehmenden Extremwetterereignisse (KLIMZUG NORD

Verbund 2014b; Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018) und anzunehmende, prozentual steigende Flächenversiegelung (UBA 2018) kann davon ausgegangen werden, dass die Regenwasserkanäle bei unveränderten Systemen zukünftig größere Mengen Wasser aufnehmen müssen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird daher untersucht, inwieweit sich Starkregenereignisse zukünftig auf Lüneburg auswirken und welche Maßnahmen und Strategien geeignet sein könnten, um sich an dieses Extremwetterereignis anzupassen. Zur Diskussion der Forschungsfrage wird auf bestehende Konzepte norddeutscher Städte und Regionen zurückgegriffen. Dazu werden u.a. das Projekt „KLIMZUG-NORD“, der „Klimareport Niedersachsen“ und der „RISA Strukturplan Regenwasser 2030“ betrachtet. Zusätzlich dazu werden Expert\_inneninterviews mit den zuständigen Entwässerungsinstitutionen in Oldenburg und Lüneburg durchgeführt, so dass die literaturbasierten Konzepte mit praktischen Erfahrungsberichten ergänzt werden können.

In der vorliegenden Arbeit werden zunächst die der Ausarbeitung zugrundegelegten Begriffe (Kapitel 2.1 u. 2.2) sowie die Bedeutung von Starkregenereignissen in der Stadtplanung (Kapitel 2.3) definiert und näher erläutert. Darauf folgt die Darstellung der zur Beantwortung der Forschungsfrage verwendeten Methoden (Kapitel 3.3). Anschließend werden in der empirischen Forschung (Kapitel 4) das bisherige Auftreten von Starkregen analysiert (Kapitel 4.2), bestehende Adaptionsstrategien norddeutscher Städte und Regionen aufgezeigt (Kapitel 4.3), ein Zukunftsausblick auf Grundlage wissenschaftlicher Prognosen gegeben (Kapitel 4.4) und konkrete, auf die Hansestadt Lüneburg bezogene, Analysen und Szenarien erstellt (Kapitel 4.5 u. 4.6), bevor ein Resümee der empirischen Forschung gezogen werden kann (Kapitel 4.7). Abschließend wird das methodische Vorgehen reflektiert, die Ergebnisse diskutiert und ein kurzer Ausblick auf zukünftige Herausforderungen gegeben (Kapitel 5).



## **2. Grundbegriffe**

Folgend wird in die der Arbeit zugrundgelegten Begriffe eingeführt. Dazu zählen Klimawandel (Kapitel 3.1), Klimafolgenanpassung (Kapitel 3.2) und das Extremwetterereignis Starkregen in seiner Rolle als Herausforderung für die Stadtplanung (Kapitel 3.3).

### **2.1. Klimawandel**

Laut Umweltbundesamt (UBA) ist Klima der „mittlere Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort oder in einem bestimmten Gebiet über einen längeren Zeitraum. Als Zeitspanne empfiehlt die Weltorganisation für Meteorologie (WMO – World Meteorological Organization) mindestens 30 Jahre, aber auch Betrachtungen über längere Zeiträume wie Jahrhunderte und Jahrtausende sind bei der Erforschung des Klimas gebräuchlich. Das Klima wird durch statistische Eigenschaften der Atmosphäre charakterisiert, wie Mittelwerte, Häufigkeiten, Andauerverhalten und Extremwerte meteorologischer Größen (UBA 2013).“ Die WMO definiert Klima ferner als die „Synthese des Wetters über einen Zeitraum, der lang genug ist, um dessen statistische Eigenschaften zu bestimmen“ (Hupfer 1996: 18).

Entscheidend für die Beeinflussung des Erdklimas ist die Atmosphäre. In einem Klimaraum, der generell durch ein einheitliches Makroklima geprägt wird, wie z.B. eine Klimazone, können sich lokal geprägte Klimate entwickeln. Solche Klimate weisen oft eindeutige Differenzierungen und eine signifikante Abweichung zum Makroklima auf (Hupfer 1996: 18-20).

Klimafaktoren beeinflussen das Klima. Sie können das Klima generieren, aufrechterhalten oder sogar verändern. Natürliche Faktoren sind beispielsweise Sonneneinstrahlung oder das Meeresniveau. Ein weiterer Klimafaktor ist die Zusammensetzung der Atmosphäre. Hier gilt es vor allem einen Blick auf den Anteil von Spurenelementen, welche strahlungsaktiv sind, zu werfen. (ebd.: 21)

Laut den Ausführungen des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) hat sich die globale Erwärmung durch den Ausstoß an Treibhausgasen beschleunigt. Als das am wesentlichsten anthropogen

emittierte Gas ist CO<sub>2</sub> zu nennen. Obwohl es Unsicherheiten hinsichtlich der Klimaprojektion gibt, kann mittlerweile zweifelsfrei bestätigt werden, dass sich das Weltklima verändert (IPCC 2007). Generell kann eine Veränderung des Klimas sowohl auf natürliche als auch auf anthropogene Einflüsse zurückgeführt werden. Oberflächennahe Luftschichten haben sich seit 1950 maßgeblich erwärmt (DWD 2017: 8).

Insbesondere der Anstieg der Durchschnittstemperaturen gilt als eine der derzeit bereits zu beobachtenden Auswirkungen des Klimawandels. 15 der 16 wärmsten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnung 1880 befinden sich laut Deutschem Wetterdienst in diesem Jahrtausend (DWD 2016: 19). Außerdem zeigt sich der Klimawandel in der „veränderten Häufigkeit von extremen Niederschlägen in den letzten Jahrzehnten in einigen Regionen.“ (DWD 2017: 8) Starkregenereignisse treten, bedingt durch eine erhöhte Wasserdampfaufnahmekapazität in der Atmosphäre, häufiger auf. Dadurch entwickelt sich ebenso ein erhöhtes Potential für Stürme (Diepes 2017: 12). Generell kann zusammengefasst werden, dass das „jüngste Element des Klimasystems die menschliche Zivilisation ist. Sie wird einerseits über großflächige Veränderungen der Landschaft und andererseits über Veränderungen der Atmosphäre durch Emissionen von Treibhausgasen und Luftverschmutzung zum Klimafaktor. Die Wirkung entspricht den natürlichen Ursachen, übertrifft aber inzwischen an Stärke die natürlichen Ursachen. Diese Entwicklung wird Klimawandel genannt.“ (ARL 2004: 497)

## **2.2. Klimafolgenanpassung**

Der Klimawandel stellt damit eine der zentralen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Der Umgang mit dieser Herausforderung wird nach Diepes in zwei grundlegende Strategien unterschieden. Eine der Strategien ist der Klimaschutz (Mitigation), dabei sollen fossile Ressourcen geschont und erneuerbare Energien eingesetzt werden, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern. Die zweite Strategie soll Maßnahmen für bereits vorhandene und zukünftige, nicht mehr abzuwendende Klimafolgen entwickeln und anwenden. (Diepes 2017: 1)

„Diese als Klimaanpassung bezeichnete Strategie (Adaption) schützt die Gesellschaft vor den Folgen des Klimawandels und verringert die

Verwundbarkeit gegenüber zukünftigen Klimaereignissen (ebd.: 1).“ Die Einordnung der beiden Strategien in ein System, welches ein Wirkungsgefüge zwischen menschlichen und natürlichen Systemen hinsichtlich der Auswirkungen auf den Klimawandel sowie auf die sozio-ökonomische Entwicklung aufzeigt, ist in der folgenden Abbildung (s. Abb. 1) dargestellt.

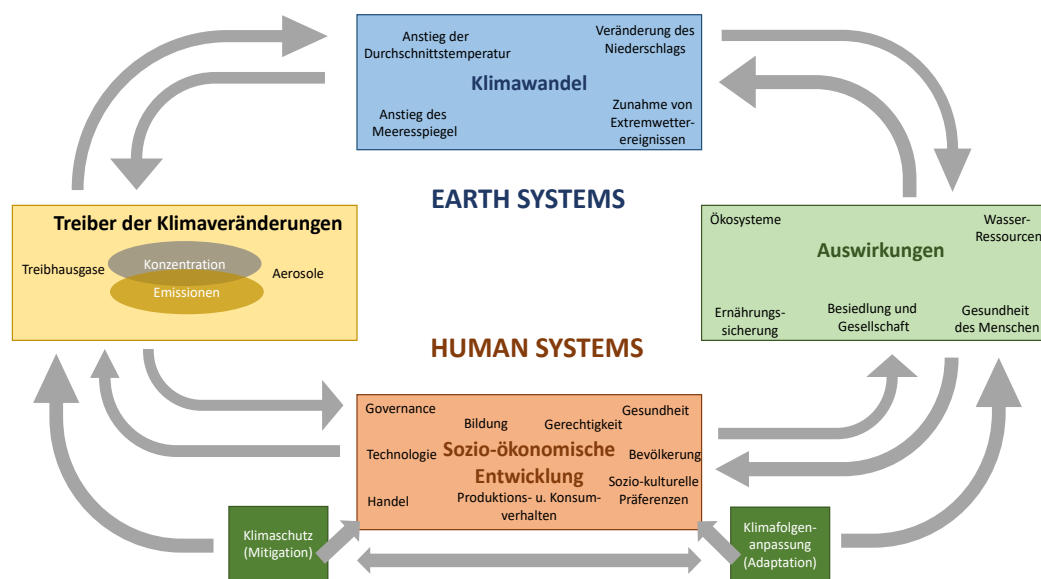


Abbildung 1: Schematic framework representing drivers and impacts of and responses to climate change and their linkage. Eigene Darstellung nach: Filho 2015: 623, verändert

„Parallel zu völkerrechtlichen Vereinbarungen, europäischen und nationalen Zielsetzungen sowie lokalen Anstrengungen, welche Aspekte des Klimawandels in den vergangenen Jahrzehnten verstärkt in den Fokus genommen haben, haben sich auch die Anforderungen an eine klimagerechte Planung im Städtebaurecht verändert (Diepes 2017: 2).“

Das Baugesetzbuch (BauGB) verdeutlicht diese Veränderungen auch auf der formellen Ebene:

„Sie (die Bauleitpläne) sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern (...).“ (§1 Abs. 5 Satz 2 BauGB)

Außerdem ist gesetzlich festgeschrieben: „Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden.“ (§1a Abs. 5 Satz 1 BauGB)

Aufgrund der Weiterentwicklung auf der Gesetzesebene hinsichtlich der Entgegenwirkung des Klimawandels (Mitigation) und auch der Klimafolgenanpassung (Adaption) ergebe sich sowohl eine stärkere Verantwortung als auch eine größere Handlungsmöglichkeit in der Planung. Ein Flächennutzungsplan ist das Instrument innerhalb der Bauleitplanung, welches die elementare Form der Bodennutzung innerhalb des Gemeindegebiets vorgibt. Damit trägt dieser zur grundlegenden Entwicklung der Stadt oder Kommune bei. (Diepes 2017: 54)

Eine der möglichen Auswirkungen dieser vorbereitenden Bauleitplanung stellt sich insbesondere in den Ausführungen des § 5 BauGB dar, die teilweise sogar den direkten Effekt der Anpassung an Extremwetterereignisse aufzeigen (s. Tab. 1). Beispielsweise kann die Darstellung von Flächen für Sport- und Spielanlagen (§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB), Frei- und Grünflächen (§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB), Wasserflächen (§ 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB), Flächen für Forst- und Landwirtschaft (§§ 5 Abs. 2 Nr. 9a und 9b BauGB), Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft (§ 5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB) sowie Ausgleichsflächen (§ 5 Abs. 2 a BauGB) zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme beitragen, wichtige Frischluftentstehungsgebiete freihalten, Wärmeinseln minimieren und eine größere Versickerungsfläche für Niederschläge schaffen, so dass Kanalsysteme entlastet werden. (ebd.: 54)

In der Flächennutzungsplanung sind Aspekte der Klimaanpassung nicht nur indirekt steuerbar, sondern auch direkt akzentuiert (Söfker 2011: 42). Zwar wird mit einem Flächennutzungsplan nicht über spezifische Grundstücke entschieden, aber aus einem Flächennutzungsplan heraus entwickelt sich ein Bebauungsplan, so dass eine Bindungswirkung zur nachgelagerten Ebene erfolgt (Mitschang 2010: 535).

Tabelle 1: Klimawirksame Darstellungen in der vorbereitenden Bauleitplanung. Eigene Darstellung nach Diepes 2017: 56- 57

Darstellung	Regelungsinhalt	Effekt	Wirkungsdimension
§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB	Sport- und Spielanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaffung von Durchlüftungsbahnen</li> <li>- Reduktion des Wärmeinseleffekts durch geringeren Versiegelungsgrad</li> <li>- Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten</li> </ul>	Klimaanpassung
§ 5 Abs. 2 Nr. 2b BauGB	Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, insbesondere Nutzung, Speicherung, Verteilung, Erzeugung von elektr. Strom.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderung klimaneutraler Energieträger</li> <li>- Förderung Kraftwärmekopplung</li> </ul>	Klimaschutz
§ 5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB	Einrichtungen, Anlagen und Maßnahmen zur Klimaanpassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaffung von Durchlüftungsbahnen</li> <li>- Reduktion des Wärmeinseleffekts durch geringeren Versiegelungsgrad</li> <li>- Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten</li> <li>- Erhöhung der mikroklimatischen Verdunstungsleistung</li> <li>- <b>Anpassung an Extremwetterereignisse</b></li> </ul>	Klimaanpassung
§ 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB	Flächen für Versorgungsanlagen, Abfall- und Abwasserbeseitigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integration von dezentralen Versorgungseinrichtungen und rationelle Energieversorgung</li> <li>- <b>Anpassung an Extremwetterereignisse</b></li> </ul>	Klimaschutz/ Klimaanpassung
§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB	Grünflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaffung von Durchlüftungsbahnen</li> <li>- Reduktion des Wärmeinseleffekts durch geringeren Versiegelungsgrad</li> <li>- Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten</li> <li>- Bindung von CO<sub>2</sub> in Natur und Landschaft</li> <li>- Schaffung von Schatten durch Vegetation</li> <li>- Erhöhung der mikroklimatischen Verdunstungsleistung</li> </ul>	Klimaanpassung
§ 5 Abs. 2 Nr. 6 BauGB	Vorkehrungen zum Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Förderungen klimaneutraler Energieträger durch Verbrennungsverbote</li> </ul>	Klimaschutz
§ 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB	Wasserflächen, Hochwasserschutz und Regeln des Wasserabflusses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaffung von Durchlüftungsbahnen</li> <li>- Reduktion des Wärmeinseleffekts durch geringeren Versiegelungsgrad</li> </ul>	Klimaanpassung
§ 5 Abs. 2 Nr. 9a BauGB	Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten</li> </ul>	Klimaschutz/ Klimaanpassung
§ 5 Abs. 2 Nr. 9b BauGB	Wald	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bindung von CO<sub>2</sub> in Natur und Landschaft</li> </ul>	Klimaschutz/ Klimaanpassung
§ 5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB	Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaffung von Schatten durch Vegetation</li> </ul>	Klimaschutz/ Klimaanpassung

§ 5 Abs. 2 a BauGB	Flächen zum Ausgleich für Eingriffe in Natur und Landschaft	- Erhöhung der mikroklimatischen Verdunstungsleistung - <b>Anpassung an Extremwetterereignisse</b>	Klimaschutz/ Klimaanpassung
§ 5 Abs. 3 Nr. 1 BauGB	Kennzeichnung von baulichen Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen und Naturgewalten	- <b>Anpassung an Extremwetterereignisse</b> - Hochwasserschutz	Klimaanpassung
§ 5 Abs. 4a BauGB	Überschwemmungsgebiete		Klimaanpassung

### 2.3. Starkregen als (zukünftige) Herausforderung in der Stadtplanung

Besonders von Klimaveränderungen betroffen sind urbane Strukturen. Städte besitzen meist ein spezifisches Kleinklima, das sie deutlich vom Umland unterscheidet (Diepes 2017: 23). Aufgrund eines erhöhten Versiegelungsgrades, Abwärmeproduktion und eines reduzierten Vegetationsbestands treten Veränderungen des Wärmehaushalts und des lokalen Windfelds auf. Außerdem sind in Städten verstärkte Konzentrationen von Schadstoffen nachweisbar. Dadurch die eben aufgelisteten Faktoren entstehen lokale Wärmeinseln, welche hohe Hitzebelastungen und geringe Luftfeuchtigkeit aufweisen. (MVI BW: 2012, S. 22 u. 29; Herberg u. Kube: 2013: S. 256-257) Insbesondere bei windschwachen Hochdrucklagen in der Nacht bilden sich solche städtischen Wärmeinseln. Dieses spezifische Kleinklima spiegelt sich auch in langjährigen Klimaaufzeichnungen wider. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt in der Stadt 1- 2°C mehr als im Umland. (Kuttler 2009: 195) Des Weiteren kann ein Zusammenhang zwischen der Bevölkerungsdichte und der Oberflächentemperatur hergestellt werden. Eine größere Einwohnerzahl führt zu einer höheren Temperatur. (Fezer 1995: 44) Auch das Extremwetterereignis Starkregen steht mit hohen Temperaturen in Verbindung. Starkregen können daher vor allem in den gewitterreichen Sommermonaten auftreten. Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann gespeichert werden und desto voluminöser ist ein Starkregenereignis (Transkript OOWV: 270-272). Der DWD definiert Starkregen als „große Niederschlagsmenge pro spezifische Zeiteinheit, welche vor allem aus konvektiver Bewölkung fällt. Starkregen kann dabei zu schnell ansteigenden Wasserständen und (bzw. oder) zu Überschwemmungen führen, häufig einhergehend mit Bodenerosionen

(DWD 2018).“ Weiterhin unterscheidet der DWD Niederschlagsereignisse in Starkregen (kurze Dauer mit hoher Regenintensität) und Dauerregen (lange Dauer und geringere Intensität) in drei Stufen bei Überschreitung folgender Schwellenwerte:

- Regenmengen 15 bis 25 l/m<sup>2</sup> in 1 Stunde oder 20 bis 35 l/m<sup>2</sup> in 6 Stunden (Markante Wetterwarnung)
- Regenmengen > 25 l/m<sup>2</sup> in 1 Stunde oder > 35 l/m<sup>2</sup> in 6 Stunden (Unwetterwarnung)
- Regenmengen > 40 l/m<sup>2</sup> in 1 Stunde oder > 60 l/m<sup>2</sup> in 6 Stunden (Extremes Unwetter, urbane Sturzflut) (ebd.: 2018)

In urbanen Räumen kann aufgrund der starken Flächenversiegelung ein großer Anteil des Regenwassers üblicherweise nicht versickern. Dieser gelangt zunächst über Rinnen und Neigungen in die Kanalsysteme. Für diese Kanäle sind die städtischen Entwässerer zuständig. Die in der Arbeit betrachteten Städte haben dabei folgende zuständige Entwässerer: In Lüneburg liegt diese Zuständigkeit bei der „Abwasser, Grün & Lüneburger Service GmbH“ (AGL), in Oldenburg beim „Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband“ (OOWV) (mit beiden wurde ein Expert\_inneninterview durchgeführt) und in Hamburg bei „Hamburg Wasser.“ Aufgabe der Entwässerer ist es dementsprechend dafür zu sorgen, dass im Falle eines Niederschlags eine ausreichende Aufnahmekapazität besteht. Diese kann einerseits durch genügend Speicher- oder Versickerungsflächen (beispielsweise in Form von Regenrückhaltebecken oder Freiflächen) und andererseits in einer ausreichenden Kapazität von Kanalsystemen bestehen. Die Herausforderung besteht derzeit vor allem darin, dass sich Starkregenereignisse häufen. Die früher als „hundertjährliches Ereignis“ proklamierten Regenfälle sind in einigen Städten mehrfach innerhalb einer Dekade aufgetreten. In der Stadt Oldenburg gab es gemäß Aussagen des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbands (OOWV) sowohl 2010 als auch 2011 und 2014 mehrere heftige Starkregen, welche in diesem Ausmaß nicht erwartet wurden und demnach auch statistisch aus dem Rahmen fallen. Derartige Probleme gab es im letzten Jahrzehnt auch in anderen Städten und Kommunen (Transkript OOWV: 12-35). Gesetzlich muss ein Kanal, der das Regenwasser im Falle eines Starkregens aufnehmen soll, bestimmte Anforderungen erfüllen. Zu diesen

Anforderungen gehört die Gerichtsfestigkeit. Das bedeutet, dass der Kanal den gängigen Normen und Regelwerken entsprechen muss. Innerstädtisch ist dies gleichbedeutend mit einem Starkregenereignis, das je nach Bemessungsstandort und vorab vorgenommener Analyse und Risikobewertung beispielsweise einmal in fünf Jahren zu erwarten ist. In Deutschland haben sich hier als fachlicher Standard die „DWA-Regelwerke“ durchgesetzt, wobei hier im speziellen Fall das DWA Arbeitsblatt A-118 zu nennen ist. (DWA 2013; DWA 2006)

### **3. Methoden der qualitativen Sozialforschung**

Dieses Kapitel befasst sich mit den Methoden der qualitativen Sozialforschung, welche genutzt werden, um die Forschungsfrage beantworten zu können. Die quantitative Methodik wurde nicht gewählt, da diese durch standardisierte Fragebögen und Beobachtungsschemata etc. komplexe Strukturen nur sehr vereinfacht und reduziert darstellen würde (Lamnek 1988: 4). Die qualitative Methodik forscht im Gegensatz zur konventionellen Methodologie insbesondere nach dem „Wie“ der Zusammenhänge und deren innerer Struktur, vor allem aus Sicht der jeweils Betroffenen (Kiefl u. Lamnek 1984: 474). Insgesamt werden drei Methoden zur Bearbeitung der Fragestellung genutzt. Die zur Beantwortung der Forschungsfrage verwendeten Methoden sind die Literatur- und Dokumentenanalyse (Kapitel 3.1), das Experteninterview (Kapitel 3.2) und die Szenarientechnik (Kapitel 3.3).

#### **3.1 Literatur- und Dokumentenanalyse**

Die Literatur- und Dokumentenanalyse ist eine Datenerhebungsmethode. Die Methode besteht darin, dass eine strukturiert angelegte Analyse von Schriftstücken erfolgt. Besonders bei der Erhebung von qualitativen sowie quantitativen Daten und Erkenntnissen, die bereits als Schriftstücke vorliegen, eignet sich dieses methodische Vorgehen. Sowohl nominal- und ordinal- als auch intervallskalierte Daten und Variablen können mit dieser Methode analysiert werden. Gegebenenfalls ist eine statistische Auswertung möglich. (Lamnek 1988: 193-198)



Zur Einarbeitung in das Themengebiet der Klimafolgenanpassung, insbesondere in die Problematik von Starkregenereignissen in Städten, wurden schriftliche Informationsquellen in einer Prozessanalyse, welche als dokumentenorientiert zu bezeichnen ist, analysiert. Die primär genutzten Werke für die Bearbeitung der Forschungsfrage stammen von folgenden Autoren: Diepes (2017), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2018), KLIMZUG-NORD Verbund (Hrsg.) (2014) und Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) (2015).

Außerdem dient die Methode der Literatur und Dokumentenanalyse auch der Kontrolle und Ergänzung von Wissen, welches durch andere Methoden, wie beispielsweise mithilfe der Durchführung von Expert\_inneninterviews, erworben wurde. „The literature can be a stimulus to research in several ways. Sometimes it points to a relatively unexplored area or suggests a topic in need of further development. At other times there are contradictions or ambiguities among the accumulated studies and writings. The discrepancies suggest the need for a study that will help to resolve those uncertainties.” (Corbin u. Strauss 2008: 22)

Die Durchführung der Methode der Literatur- und Dokumentenanalyse ist notwendig, um die anderen zur Bearbeitung der Forschungsfrage hinzugezogenen Methoden, zu verwenden. Expert\_inneninterviews benötigen auch seitens der interviewenden Person fundiertes Vorwissen, um eine wissenschaftliche Durchführung mit entsprechender Forschungsfrage gewährleisten zu können (Helfferich 2011: 26). Auch die Methode der Szenariotechnik kann nur in einem entsprechenden Rahmen durchgeführt werden, sofern sich mit der Problematik und den Besonderheiten des für die Erstellung der Szenarien ausgewählten Raums vorab intensiv auseinandergesetzt wurde (Fürst u. Scholles 2008: 382-383).

Allgemein zeichnet sich das Arbeiten mit dieser Methodik durch einen vergleichsweise geringen Aufwand zur Erhebung von Daten auf. Hinzukommend können Daten nicht durch einen bestehenden Untersuchungsanlass verfälscht werden. Als negativ an der Methode der Literatur- und Dokumentenanalyse können hingegen, je nach

Informationsquelle, eine möglicherweise bereits überholte Aktualität, die Unvollständigkeit von Daten oder ein zu großer Interpretationsspielraum genannt werden. (Lamnek 1995: 193)

### **3.2 Experteninterview**

Im Rahmen der Bearbeitung der Forschungsfrage wurden zwei Interviews mit Expert\_innen durchgeführt. Ein Interview wurde mit dem Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband (OOWV) in Oldenburg geführt. Ein weiteres Interview wurde mit der AGL (Abwasser, Grün & Lüneburger Service GmbH) in Lüneburg geführt. Die Interviews sind als qualitative Leitfadeninterviews durchgeführt worden. Die Methode des qualitativen Leitfadeninterviews begründet sich darin, dass man in der Regel Forschungsinteressen bearbeitet, innerhalb derer man etwas Bestimmtes in Erfahrung bringen oder bei denen man mehrere Interviews miteinander vergleichen möchte (Kruse 2015: 209). Die interviewende Person formuliert während der Durchführung über vorgängige Kenntnisnahme und am Problem orientierte Fragen und Nachfragen. Die Fragen basieren dabei teilweise auf einer vorab erstellten Fragensammlung in der Form eines Leitfadens, welche als Hintergrundkontrolle der Interviewleitung dient, jedoch mit spontanen Nachfragen ergänzt werden kann. (Helfferich 2011: 36) Beide Interviews wurden mit männlichen Vertretern durchgeführt. Dies ist auf keine spezielle Auswahl des Interviewpartners, sondern auf die zuständige besetzte Position des jeweiligen Entwässerungsunternehmens zurückzuführen.

Sofern Expert\_inneninterviews hauptsächlich mit den Funktionseleiten von Organisationen durchgeführt werden, müsse man nach Bogner et al. davon ausgehen, dass es sich in den meisten Fällen um männliche Führungskräfte handelt. Allerdings sei aufgrund dieses Fakts keine generelle methodische Schlussfolgerung auf die Auswahl der Expert\_innen angebracht, insbesondere da für diese Arbeit lediglich zwei Interviews geführt wurden. (Bogner et al. (Hrsg.) 2009: 182). Dabei gab es insgesamt drei männliche Experten.

Die Interviews wurden anschließend in der Form eines Transkripts dokumentiert (s. Tab. 2 und Anhang). Zur Transkription wurde dabei die

Prämisse verfolgt mit der Verschriftlichung des Interviews möglichst viele Informationen zu erfassen, die auch über die reine (wort-) semantische Ebene des Textes hinausgehen (Deppermann 2008: 39- 40). „Da die eigentliche Bedeutung eines Begriffs (...) erst durch den sprachlich-kommunikativen Vollzug, also seine performativische Formung generiert wird, ist es notwendig, diesen komplexen Sachverhalt in der Transkription verbaler Daten zu fokussieren und festzuhalten. (...) Insofern muss die Ebene dessen, „wie“ etwas versprachlicht wird durch die Transkription so umfassend wie möglich wiedergegeben werden. Ansonsten läuft man Gefahr, dass der kommunikative Sinn, der durch die spätere Analyse der verbalen Daten rekonstruiert werden soll, unscharf oder gar falsch gedeutet wird.“ (Kruse 2015: 343- 344)

In dieser Arbeit wurden bei der Transkription daher folgende Formatierungsregeln verwendet: das gesamte Interview wurde in kleinen Buchstaben transkribiert, um besondere Betonungen von Wörtern oder Silben mithilfe von Großbuchstaben hervorzuheben. Dadurch kann in dem Transkript den betonten Stellen der jeweils sprechenden Person eine besondere Relevanz entnommen werden. Zudem sind Pausen innerhalb des Gesprächs mit Zahlen in der jeweiligen Länge der Pause gekennzeichnet. In einem Gespräch können Pausen z.B. sowohl Verunsicherung als auch besondere Wichtigkeit des Satzes oder eines Wortes aufzeigen. Die Transkription wurde mit der Software „F5“ durchgeführt, welche über eine Fußsteuerungseinheit verfügt (Kruse 2015: 268). Eine Kodierung des Transkripts, also ein Kategorisieren und Versehen des Textes mit kondensierten Lesarten (ebd.: 379- 380), wurde nicht durchgeführt, da es sich in dieser wissenschaftlichen Arbeit um explorative Interviews handelt, die sich nicht in einem temporär geeigneten Rahmen mit der Auswahl vorab festgelegter Begrifflichkeiten auswerten lassen, so dass eine inhaltliche Strukturierung der Interviewaufzeichnungen manuell vorgenommen wurde.

Tabelle 2: Seitenangaben der Transkripte im Anhang

<b>Name des transkribierten Interviews bzw. der Interviewleitfäden</b>	<b>Seite im Anhang</b>
Interviewleitfaden AGL	56
Interviewtranskript AGL	68
Interviewleitfaden OOWV	79

### 3.3 Szenarien

Eine weitere der zur Betrachtung der Klimafolgen durch Starkregen für die Hansestadt Lüneburg gewählten Methoden ist die Erstellung von Szenarien. Diese ist insbesondere geeignet, um differenzierte Konzepte auf ihre möglichen zukünftigen Auswirkungen und Folgen hinsichtlich spezifischer Standorte zu untersuchen. Als Szenario versteht man dabei „ein systematisches, stufenweises Durchdenken eines Systems, das plausible Entwicklungen und Trends in ihrem Zusammenhang aufzeigt. Dabei kann man sowohl explorativ von derzeit feststellbaren Rahmenbedingungen und Trends verschieden denkbare Pfade in die Zukunft entwickeln als auch normativ von den gesteckten Zielen ausgehen und Wege und Maßnahmen diskutieren, die notwendig sind, um sie zu erreichen.“ (Jessel u. Tobias 2002: 257) Ziel von Szenarien werde es häufig sein, Problemfelder zu erkennen, diesen Struktur zu geben und daraus resultierend rechtzeitig Strategien zu ihrer Überwindung oder Verhinderung zu erörtern (ebd.: 259). Genau diese Problemfelder müssen im Bereich Starkregen in Lüneburg erkannt werden, so dass rechtzeitig Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung entwickelt werden können. Ein Vorteil ist nach Jessel und Tobias beispielsweise, dass in Szenarien sehr unterschiedliche Informationen und Methoden betrachtet werden können. Die Stärke liege insbesondere darin, unter „Integration unterschiedlichster Informationen komplexe Entwicklungen darzustellen, um wichtige Einflussgrößen (...)“ einzubeziehen. (ebd.: 259)

Dies ist für die Bearbeitung dieser Arbeit insofern ein Vorteil, da die einfließenden Daten und Erkenntnisse nicht ausschließlich auf Datensätzen, sondern vielmehr auf Aussagen, Erfahrungen oder Zukunftsprognosen, welche u.a. durch Expert\_inneninterviews erworben wurden, basieren.

Die Methode der Szenariotechnik verwendet vor allem qualitative Informationen. Dabei hat sie sowohl kreative als auch analytische Elemente. Folglich wird sie in der Wissenschaft eher zu den Kreativmethoden gezählt. Insbesondere wird diese Methode eingesetzt,

wenn quantitative Methoden aufgrund von Zeitspannen und Unsicherheit versagen. (Fürst u. Scholles 2008: 380)

Das trifft auf die Starkregenszenarien für Lüneburg zu. Denn weder das künftige Ausmaß noch die Entwicklung auf der Zeitachse sind für dieses Extremwetterereignis valide vorhersehbar. Insgesamt sollen drei verschiedene Szenarien (s. Abb. 2) für die Hansestadt Lüneburg ausgearbeitet werden, um abschließend einen bestmöglichen Ansatz hinsichtlich der Klimaadaptation anzugeben.

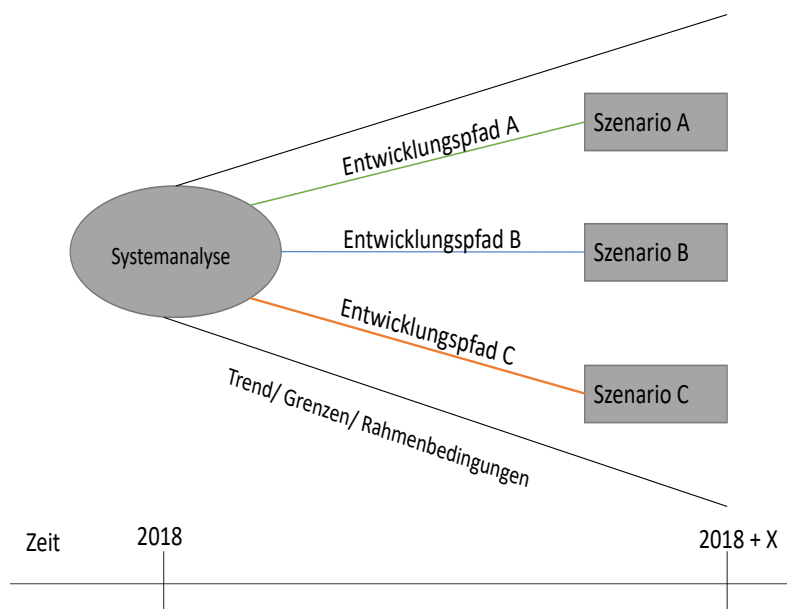


Abbildung 2: *Der Szenariotrichter*. Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328  
Um ein solches Szenario erstellen zu können, muss zunächst eine Systemanalyse des derzeitigen Zustands erfolgen. Eine solche Systemanalyse muss sowohl die wichtigen Elemente des Systems, wie z.B. Schlüsselfaktoren und Kenngrößen als auch die Beziehungen und Wirkungsgefüge erfassen. Anschließend werden die Rahmenbedingungen der denkbaren Entwicklung abgesteckt. Die verschiedenen Szenarien bewegen sich später alle innerhalb dieses abgesteckten Bereichs (grafisch dargestellt in den Abgrenzungen des Szenariotrichters in Abb. 2). Zu diesen Abgrenzungen gehören Grenzwerte, die Zustände darstellen, welche

beispielsweise zu einem Zusammenbruch des Systems führen würden. Abschließend werden Entwicklungspfade und Zukunftsbilder erstellt. Innerhalb der vorab gesteckten Grenzen wird eine begrenzte Anzahl an Entwicklungsfäden und Zukunftsbildern herausgegriffen. In der vorliegenden Arbeit wird es sich dabei wie in Abb. 2 um drei verschiedene Entwicklungspfade handeln. Diese Pfade sollen unter anderem aufzeigen, welche Konsequenzen die entsprechenden Zukunftsbilder haben können. Aus didaktischen Gründen werden die Zukunftsbilder benannt. (Fürst u. Scholles 2008: 382-383)

## **4 Empirie**

Im folgenden Kapitel wird untersucht inwieweit das Extremwetterereignis Starkregen in Norddeutschland, speziell in der Metropolregion Hamburg und in der Hansestadt Lüneburg, bereits Auswirkungen gezeigt hat und wie die wissenschaftliche Prognose für die mittelfristige Zukunft aussieht. Außerdem wird der Aspekt der möglichen Handlungsoptionen in Form der Klimafolgenanpassung (Adaption) untersucht, indem differenzierte Strategien aus Norddeutschland aufgezeigt werden. Abschließend werden speziell für Lüneburg Szenarien entwickelt, die mögliche zukünftige Zustände basierend auf differenzierten Ausgangssituationen aufzeigen. Diese Szenarien werden abschließend miteinander verglichen, um letztendlich ein Resümee ziehen zu können.

### **4.1. Klimafolgenanpassung in der Metropolregion Hamburg und in Niedersachsen**

Im Folgenden werden die Metropolregion Hamburg, zu welcher Lüneburg gehört, sowie das Bundesland Niedersachsen, in dem die Hansestadt Lüneburg im Nordosten ein Oberzentrum darstellt, betrachtet. Niedersachsen ist flächenmäßig das zweitgrößte Bundesland und weist eine Bevölkerung von 7,93 Millionen Einwohnern auf (Statista 2018). Die

Metropolregion Hamburg (s. Abb. 3) wird von 5,3 Millionen Menschen bewohnt (Statista 2015).



Abbildung 3: Karte der Metropolregion Hamburg und Projektgebiet KLIMZUG-NORD 2009-2014.  
KLIMZUG-NORD Verbund 2014a: 11

Für die Metropolregion Hamburg gibt es Betrachtungen hinsichtlich der bereits bestehenden und zukünftig möglichen Auswirkungen eines sich verändernden Klimas. Es wurden dazu langfristige Projekte und Studien wie beispielsweise „KLIMZUG-NORD“ durchgeführt. Hierbei

wurden konkrete Handlungsoptionen für die Region für diverse Klimafolgen ausgearbeitet (Klimzug-Nord Verbund 2014a). Weiterhin gibt es für die Hansestadt Hamburg den Strukturplan Regenwasser 2030 (RISA), welcher sich mit dem zukunftsfähigen Umgang mit Regenwasser beschäftigt (Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) 2015). Auch in Niedersachsen ist die Thematik mittlerweile öffentlich stärker in den Fokus gerückt. Der 2018 veröffentlichte „Klimareport Niedersachsen“ soll die Klimaentwicklung im Bundesland darstellen und mögliche Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung aufzeigen (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018). In der niedersächsischen Stadt Oldenburg hat der OOWV zudem einen Generalentwässerungsplan sowie eine Überschwemmungskarte erstellt, durch welche sowohl konkrete Gefahrenpunkte innerhalb der Stadt als auch konkrete Handlungsmaßnahmen im Kanalnetz dargestellt werden sollen (Transkript OOWV: 400-419). In der Hansestadt Lüneburg wurde zudem ein Klimagutachten erstellt, welches sich vor allem mit den Themengebieten Hitze und Frischluftzufuhr beschäftigt. Starkregenereignisse wurden in diesem Gutachten nicht betrachtet. Allerdings wurde dieses Gutachten

bisher noch nicht veröffentlicht, so dass auf dieses kein konkreterer Bezug genommen werden kann.

Der Fokus liegt folgend auf dem Extremwetterereignis Starkregen. Im niedersächsischen Klimareport wird ein Extremereignis als „sehr seltenes Ereignis, das stark von mittleren Bedingungen abweicht“ definiert. Ein Ereignis könne dabei aus vielfältigen Gründen zu einem Extremereignis werden. Dazu würden „auf den Tag bezogene Ereignisse, wie Orkanböen, langfristige Ereignisse, wie eine langanhaltende Trockenheit, oder ein für den Zeitpunkt im Jahr sehr untypisches Ereignis zählen.“ (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz: 2018, S. 7)

#### **4.1 Bisheriges Auftreten von Starkregen**

Die KOSTRA-Reihen (koordinierte Starkregen-Auswertung) von 1987 stellten erstmals die vom DWD ausgearbeiteten Auswertungen der Starkregenereignisse nicht nur in punktueller, sondern auch in einer regionalisierten Form dar (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau 1991: 1). Hierzu dienen Zellen, die mittlerweile auf eine Fläche von 66 km<sup>2</sup> eingegrenzt wurden. Diese Reihe wurde daraufhin ständig erneuert und weitergeführt. Das neueste KOSTRA-Werk erschien 2016 unter dem Namen „KOSTRA-DWD-2010“ und betrachtet Aufzeichnungen zu Niederschlägen aus der Zeitperiode 1951 bis 2010. (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) 2017: 1) Dabei hat sich die wissenschaftliche Untersuchung von Niederschlägen aufgrund der technischen Möglichkeiten bis ins digitale Zeitalter deutlich verändert und sowohl hinsichtlich der Dokumentation als auch der Vorhersage qualitativ verbessert.



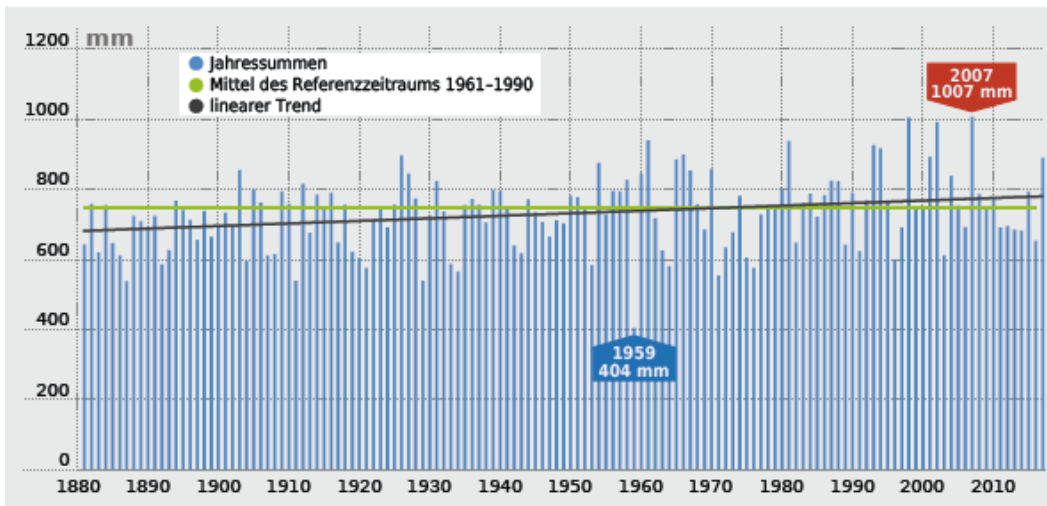


Abbildung 4: Es ist nasser geworden in Niedersachsen: Zeitreihe der Jahresniederschlagshöhen (Gebietsmittelwert) von 1881 bis 2017. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 19

Die KOSTRA-Reihen bilden noch heute eine wichtige Datengrundlage für regionale Betrachtungen von Niederschlagsereignissen.

In Niedersachsen ist eine Zunahme des Niederschlags erkennbar (s. Abb. 4). Allerdings ist für Starkregenereignisse weniger die Gesamtniederschlagsmenge, sondern vielmehr die kurze heftige Niederschlagsmenge entscheidend. Die Gesamtniederschlagsmenge kann an dieser Stelle lediglich als Indiz angesehen werden.

Betrachtet man die Entwicklungen der jeweiligen Jahreszeiten sind insbesondere die Winter und Herbstmonate zu nennen. Im Winter konnte ein Zuwachs von 55 mm festgestellt werden, im Herbst + 28 mm und im Frühjahr + 16 mm. Die immer noch regenreichste Periode des Sommers weist hingegen nur ein Plus von 2 mm auf. (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 18)

Insgesamt ist demzufolge ein Trend der Verschiebung des Niederschlags in Herbst und Wintermonate festzustellen. Allerdings ist in allen Jahreszeiten eine Zunahme messbar, so dass zukünftig in Niedersachsen mit mehr Niederschlag gerechnet werden muss. Die in Kapitel 2 aufgezeigten Grenzwerte des DWD können hier erneut aufgegriffen werden. Das Land Niedersachsen geht allerdings bereits bei einem Kenntag von mehr als  $\frac{10 \text{ mm}}{\text{Tag}}$  (entspricht  $\frac{10 \text{ l}}{\text{Tag}}$ ) von einem Extrem aus. Am häufigsten gebe es solche Ereignisse in den gewitterreichen

Sommermonaten Juli und August. (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 18)

Auffällig ist zudem eine anhand eines linearen Trends erkennbare Zunahme der Tage, die mindestens einen Niederschlag von 10 mm am Tag aufweisen (s. Abb. 5). Demnach gibt es eine Zunahme der gemäß des Klimareport Niedersachsen als Extremwert deklarierten Tage.

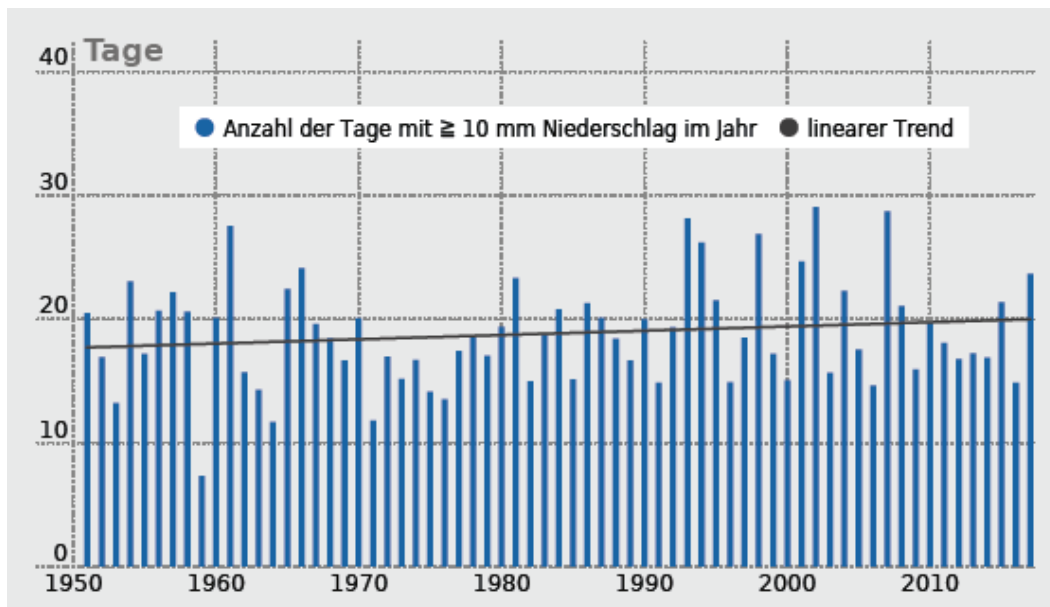


Abbildung 5: Anzahl der Tage mit mindestens 10 mm Niederschlag (Gebietsmittelwert) von 1951-2017. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 19

Ähnliche Ergebnisse konnte auch das RISA-Projekt in Hamburg feststellen. Hier ist ebenfalls ein linearer Anstieg der durchschnittlichen Niederschlagsmenge feststellbar (s. Abb. 6). Obendrein konnten auch immer wieder Starkregenereignisse innerhalb Hamburgs festgestellt werden. Diese waren in ihrem Ausmaß oft auf einzelne Stadtgebiete beschränkt. Im Rahmen einer statistischen Auswertung für die Zeitperiode von 1961 bis 2010 konnte zudem eine Änderung im Niederschlagsgeschehen der Kurzniederschläge ermittelt werden. Diese würden jedoch hinsichtlich der Dimensionierung der Kanäle keine

Bemessungsrelevanz darstellen. (Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) 2015: 33)

Eine „statistisch signifikante Häufung von Starkregen in den für das Sietnetz relevanten Dauerstufen konnte für den Raum Hamburg bislang nicht beobachtet werden“ (ebd.: 23). Folglich geht Hamburg derzeit davon aus, dass das bestehende Netz für die aktuelle Situation ausreichend dimensioniert ist. Nichtsdestotrotz ist sich die Hansestadt bewusst, dass aufgrund des angestrebten Wachstums der Stadt, wodurch eine zunehmende Flächenversiegelung entsteht, die einerseits durch Nachverdichtung und andererseits durch Neuerschließung erfolgt, von einer weiteren Belastung der bestehenden Systeme auszugehen ist. Der zweite Faktor, den Hamburg in diesem Zusammenhang mit in die Planung einbezieht, ist die zu erwartende Veränderung des Niederschlags als Folge des Klimawandels. Beide Faktoren lassen eine nicht vernachlässigbare Zunahme von Niederschlagsabflüssen erwarten, welche insbesondere bei Starkregen die bestehenden

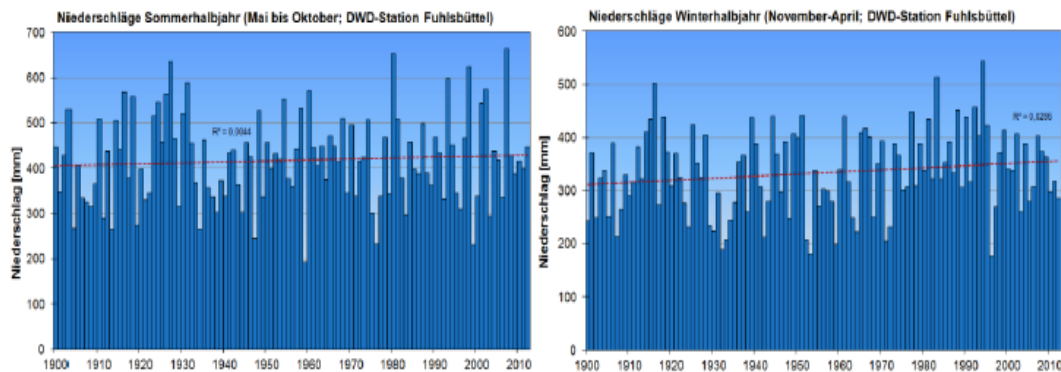


Abbildung 6: Historischer Verlauf der jährlichen Niederschlagsmengen in Sommer- und Winterhalbjahr, Station Hamburg Fuhlsbüttel. Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) 2015: 23

Systeme überlasten und bzw. oder eine zusätzliche Belastung der Gewässer darstellen würde. (ebd.: 6)

Auch das Projekt KLIMZUG-NORD konnte eine Zunahme des durchschnittlichen Niederschlags beobachten (KLIMZUG-NORD Verbund 2014b: 10).

Die Hansestadt Lüneburg wurde bisher noch nicht von schweren Starkregenereignissen getroffen. Immer wieder gab es heftige Regenfälle mit vollgelaufenen Kellern und überschwemmten Bahnunterführungen,

allerdings ohne Überschwemmungen in ganzen Stadtgebieten. Eine signifikante Zunahme an derartigen Extremwetterereignissen konnte bisher nicht festgestellt werden. (Transkript AGL: 50-66)

#### **4.2 Derzeitige Strategien**

Je nach Stadt oder Bundesland gibt es eine Reihe an Strategien, die für den spezifischen planerischen Raum als geeignet erscheinen. Die Strategien basieren meist auf Erfahrungen der jeweiligen Regionen oder Städte mit bereits aufgetretenen Starkregenereignissen. Auffällig ist, dass die meisten Strategien dabei auf vielfältigen Handlungsmaßnahmen beruhen.

Hamburg beschreibt in seinem RISA Plan auf der einen Seite, dass sielnetzbezogene Maßnahmen als Vorsorge durch die Leistungsfähigkeit der technischen Entwässerungssysteme bei Starkregen, welcher meist oberhalb des Bemessungsniveaus einzustufen ist, nur begrenzte Wirkung hat. Dennoch müsse man eine Optimierung der bisherigen Abflusskapazitäten anstreben, da das Sielnetz einen wichtigen Beitrag zum Überflutungsschutz leiste. (Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) 2015: 171)

Auf der anderen Seite würden vor allem flächenbezogene Maßnahmen dazu beitragen können die Auswirkungen von Starkniederschlägen im öffentlichen Bereich zu mindern. Insbesondere Stadt-, Landschafts- und Verkehrsplanung sowie die Wasserwirtschaft wären hier primär gefordert. Des Weiteren müsse man dezentrale Regenwasserbewirtschaftungs- und Retentionsmaßnahmen ausbauen, die zumindest bei schwächeren Starkregenereignissen Wirksamkeit aufweisen und somit zur Entschärfung lokaler Gefährdungslagen beitragen. (ebd.: 167)

Auch in dem vorherigen Projekt „Regenwassermanagement in Hamburg“ aus dem Jahre 2010 gab es bereits eine Definition zur Flächenmitbenutzung hinsichtlich Starkniederschlägen, die da lautet: „Mitbenutzte Flächen, wie beispielsweise Straßen, Parkplätze, Grünflächen, Sport- und Spielflächen, unterliegen einer Hauptnutzung und werden im Starkregenfall zur temporären Zwischenspeicherung und bzw. oder zum Transport von Abflussspitzen für den Überflutungs- und

Gewässerschutz genutzt. Bei den hier genannten extremen Regen handelt es sich um Ereignisse, die in der Regel seltener als alle zehn Jahre auftreten. Die Mitbenutzung von Flächen ist daher nicht der Normalfall, sondern die Ausnahme.“ (ebd.: 168) Ferner werden im RISA-Plan noch objektbezogene Maßnahmen wie beispielsweise konstruktive Maßnahmen an Gebäuden aufgezeigt, die ein vorhandenes Schadenspotential kurzfristig und effektiv verringern könnten. Besonders von Vorteil wären hierbei permanent installierte oder kurzfristig installierte Lösungen, die „ad hoc einsatzbereit oder automatisch und selbsttätig aktivierbar sind“ (ebd.: 166). Auch gewässer- und grabenbezogene sowie verhaltensbezogene Adaptionsmaßnahmen werden im RISA-Plan aufgezeigt. Hinsichtlich der gewässer- und grabenbezogenen Maßnahmen könne man insbesondere die überflutungsgefährdeten Siedlungsbereiche in Gewässernähe entschärfen und durch Schaffung von Retentionsräumen eine lokale Abflussverzögerung und daraus resultierend eine hydraulische Überlastung vermeiden. Zu verhaltensbezogenen Maßnahmen zählen vor allem Informationsvorsorge und Kommunikation. Diese bestünden sowohl aus Aufklärung und einer Förderung hinsichtlich eines Risikobewusstseins potentiell Betroffener. Auch meteorologische Frühwarnsysteme oder Elementarschadensversicherungen und Rücklagenbildung für den möglichen Schadensfall werden in diesem Zusammenhang von der Hamburger Behörde genannt. (ebd.: 171- 172)

Der KLIMZUG-NORD Verbund weist unterdessen daraufhin, dass Anpassungsmaßnahmen an klimatische und städtebauliche Änderungen möglichst kostengünstig und modular strukturiert sein müssten, da es eine hohe Bandbreite der möglichen Zukunftsauswirkungen hinsichtlich Gewässer und Kanalnetzbelastung gebe. Zudem würden Kanäle aufgrund ihrer hohen Abschreibungszeiten von ca. 80 Jahren ein unflexibles und nicht kurzfristig veränderbares System darstellen. Deshalb wäre eine pauschale Erhöhung der Aufnahmekapazitäten im innerstädtischen Bereich sowohl finanziell als auch baulich kaum umsetzbar. KLIMZUG-NORD setzt hier daher verstärkt auf dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (DRWB). Dazu würden Adaptionsmaßnahmen zählen, die eine vollständige oder anteilige Abspaltung der „abflusswirksamen Flächen vom Kanalnetz“

ermöglichen. Beispielhafte Maßnahmen sind in Abb. 7 dargestellt. Unter anderem können DRWB-Maßnahmen direkt auf öffentlichen Flächen wie Straßen, Sportplätzen oder Parkplätzen umgesetzt werden. Andererseits sind dezentrale Anpassungen auf privaten Grundstücken und Gebäuden eine Möglichkeit. Durch die DRWB verringere man folglich sowohl die Zuflussspitzen als auch die Zuflussmengen. Eine solche Umsetzung müsse schrittweise erfolgen, wobei unklar sei, wie die anstehenden Kosten gedeckt werden könnten. (KLIMZUG-NORD Verbund 2014: 37)

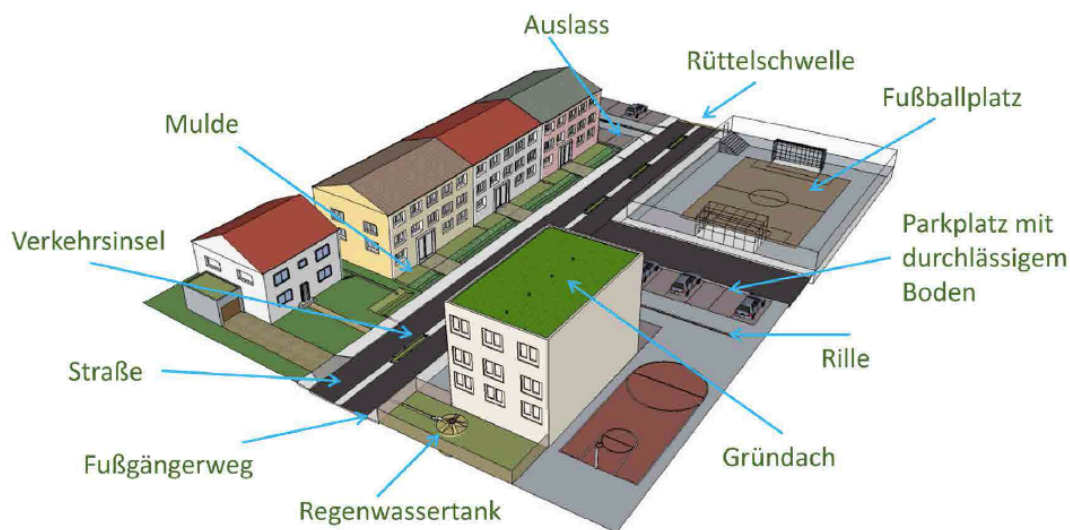
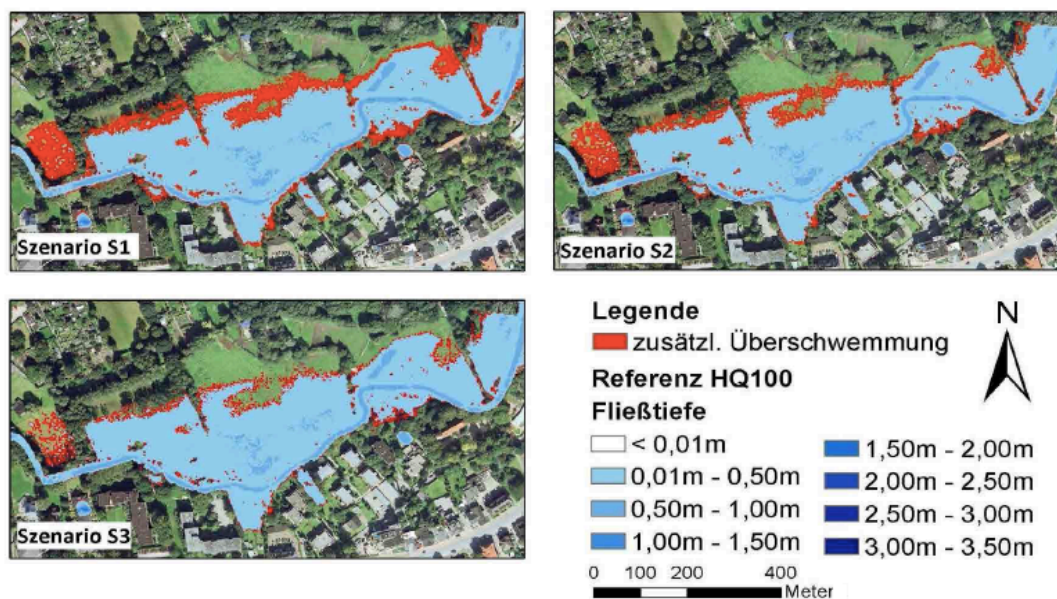


Abbildung 7: Maßnahmen der dezentralen Wasserbewirtschaftung. KLIMZUG-NORD Verbund 2014a: 37

Untersuchungen der DRWB in der Praxis haben am Modellgebiet „Einzugsgebiet Wandse“ aufgezeigt, dass eine dezentrale Organisation der Regenwasserbewirtschaftung zu einer messbaren Reduktion der Überschwemmungsflächen führen würde. Zum Konzept gehören unter anderem die Aufstockungen bestehender Gebäude, um eine weitere Zunahme der Versiegelung zu vermeiden, eine Erhöhung des Grünanteils auf privaten und öffentlichen Flächen, um die Bildung von Wärmeinseln zu verringern und Niederschlagswasser zurückzuhalten, der Ausbau von Rückhalte-, Versickerungs- und Verdunstungsmaßnahmen, die zu einer niedrigeren Überschwemmungsgefährdung beitragen sollen sowie die Schaffung von multifunktionalen Flächen, welche Überschusswasser bei Starkregenereignissen zurückhalten können. (ebd.: 49)

Grafisch dargestellt würden die Umsetzungen der DRWB für dieses konkrete Modellgebiet die in Abb. 8 dargestellten Auswirkungen haben. Szenario 1 stellt dabei die städtebaulichen und klimatischen

Veränderungen für 2050 hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Überschwemmungsflächen dar. Daher wurde hier eine Ausdehnung der überschwemmten Flächen berechnet. In Szenario 2 wurde eine teilweise erfolgte Umsetzung der DRWB-Anpassungsmaßnahmen modelliert. Folglich ist hier eine Verringerung der rötlich dargestellten, zusätzlichen Überschwemmungsflächen prognostiziert. Szenario 3 beinhaltet eine großflächige Umsetzung der Adaption mithilfe von DRWB-Maßnahmen, weshalb hier eine weitere Reduktion der Überschwemmungsflächen



erkennbar ist. (ebd.: 38)

Abbildung 8: Überschwemmte Flächen im Wandse Einzugsgebiet eines Hochwasserereignisses mit einer Wiederkehrzeit von einmal in 100 Jahren für ein Klimaszenario mit starken Auswirkungen und drei städtebaulichen Szenarien für 2050. Szenario 1: ohne DRWB-Maßnahmen; Szenario 2: teilweise Umsetzung von DRWB-Maßnahmen; Szenario 3: großflächige Umsetzung von DRWB-Maßnahmen. KLIMZUG-NORD Verbund 2014a: 39

Der OOWV, welcher 40 Abwasserkommunen inklusive des niedersächsischen Oberzentrums Oldenburg betreut, hat aufgrund von bisherigen Erfahrungen mit Starkregen eine umfassende Aufarbeitung der Ereignisse durchgeführt und unter anderem einen Generalentwässerungsplan (GEP) erstellt. Dieser GEP sei eigentlich dazu aufgestellt worden, die Stadtentwässerung dem Stand der Technik anzupassen. Der Stand der Technik beinhalte beispielsweise die Bemessung der Kanalsysteme auf Starkregenereignisse, welche in einer Größenordnung von 5 Jahren zu erwarten sind. Außerdem wurde eine Überflutungsbetrachtung gemacht. Die Überflutungsbetrachtung bilde

zusätzlich zum Kanalnetz das Gelände ab, sodass eine Simulation eines beliebigen Regens ermöglicht wird. Diese könne beispielsweise Aussagen darüber treffen, wo das Wasser hinfließt und wo sich spezielle Gefährdungspunkte bei etwaigen Extrema befinden. (Transkript OOWV: 25-95) Derzeit berate man über das kommunikative Vorgehen hinsichtlich der Veröffentlichung der Überflutungsbetrachtung. Tendenziell werde man hier jedoch, orientiert an dem Vorgehen der Stadt Bremen, eine eher defensive Kommunikation fahren, die eine Vorortberatung für die jeweiligen Privateigentümer\_innen beinhaltet. Vorteil wäre hier, dass die Karte nicht öffentlich einsehbar ist und dadurch keine Immobilienpreise sinken. Nachteilig wäre allerdings die Vorortberatung, die bei einer derartigen Kommunikation sehr zeit- und personalintensiv ist. (Transkript OOWV: 400-458)

Zur Umsetzung dieser bisher aufgezeigten Strategien sei es außerdem von besonderer Bedeutung „die Akteure an einen Tisch zu holen“ (Transkript OOWV: 106-108). Hier müsse zudem betrachtet werden, wer überhaupt gefährdet ist, um dies anschließend kommunizieren zu können. Allerdings komme man als Stadtentwässerer hinsichtlich des Zuständigkeitsbereichs und der Umsetzung schnell an seine Grenzen. Daher müsse auch beispielsweise die Straßenbaubehörde und die jeweils betroffene Kommune mit in den Prozess eingebunden werden. (Transkript OOWV: 106-114)

Das von der Stadt im Stadtentwicklungsplan gewünschte Wachstum Oldenburgs spiegle sich auch in der Flächenversiegelung wider. Jährlich würden so acht Hektar neu versiegelt werden. Als weitere Problematik sei in Oldenburg die sinkende Anzahl an Entwässerungs- und Straßenseitengräben bekannt. Trotz wasserrechtlich erforderlichen Genehmigungen für jede Veränderung der bestehenden Gräben, würden diese aufgrund von Verhältnismäßigkeitsprüfungen, beispielsweise hinsichtlich Schulwegsicherungen, immer wieder weichen müssen. (Transkript OOWV: 147-192)

Doch auch positive Veränderungen habe es im Laufe der letzten Jahre gegeben. So wurde ein oldenburgweites Potentialkataster für Gründächer geschaffen (Stadt Oldenburg 2018). Die Umsetzung dieser



Gründachstrategie sei möglich, wenn man dies formell innerhalb der Bauleitplanung verankere. Dies wäre in jüngsten Plänen bereits gelungen. Hier ist die Dachbegrünung nun bei bestimmten Dachneigungen verpflichtend zu installieren. Als Anreiz für die Begrünung von bestehender Bausubstanz denke die Stadt zudem über direkte Fördersummen nach. Derzeit bestehe an dieser Stelle eine indirekte Förderung in Form eines Nachlasses bei der Niederschlagswasserentgeltabrechnung. (Transkript OOWV: 192- 251)

Diese Vorgehensweise hinsichtlich der Dachbegrünung ist mit Lüneburg vergleichbar.

Auch direkte Anpassungsmaßnahmen in bisher besonders durch Starkregen betroffenen Teilen der Stadt wurden teilweise bereits umgesetzt oder seien in Planung. Dazu würde einerseits die Adaption eines Hauptsammlers innerhalb des Kanalsystems sowie die anstehende Umsetzung des Projekts „CATCH“ (Water sensitive Cities: the Answer To Challenges of extrem weather events) zählen. Dieses durch die EU geförderte Projekt soll unter anderem ein Problem angehen, das immer wieder bei Starkregenereignissen auftrat. Dieses Problem sei eine Überschwemmung einer Straße im innerstädtischen Bereich. Dabei wurde laut OOWV festgestellt, dass die Auswirkungen des Starkregens durch den Verkehr (insbesondere durch Pkw- und Lkw-Verkehr) noch einmal deutlich verschlimmert wurden. Eine entstehende Bugwelle von 20 bis 30 cm, die zusätzlich zur bestehenden Überflutung hinzukomme, Sorge dabei nicht nur für die Überflutungen von Kellern und angrenzenden Gebäuden, sondern stelle auch eine konkrete Gefahr für Passanten dar. Daher wurde ein Verkehrskonzept erstellt, um zumindest diese Bugwelle zu vermeiden und Auswirkungen zu minimieren. Dieses Konzept beinhalte eine deutschlandweit einmalige Ampelschaltung mit verschiedenen Warnstufen. Eine solche Ampel könne anhand des gemessenen Wasserstands deutlich schneller reagieren als beispielsweise eine manuelle Absperrung durch Polizei oder Feuerwehr. Die Warnstufen würden dabei ein Spektrum von „Gefährliche Situation- Wasser auf der Straße“ bis hin zu „Vollsperrung“ beinhalten. Die Durchquerung der Straße bei einer Vollsperrung sei dementsprechend auch strafbar. (Transkript OOWV: 285-390) Das

Pilotprojekt Oldenburgs innerhalb des EU geförderten CATCH Projekts, bei dem auch Städte aus Schweden, Belgien, Dänemark, England und den Niederlanden involviert sind, läuft offiziell unter dem Namen „traffic information for road users during heavy rainfall“ (Interreg North Sea Region CATCH 2018).

Im Bereich der Kommunikation habe man in Oldenburg bisher auch diverse Erfahrungen gesammelt. Auffällig sei, dass die Starkregenproblematik nach Ereignissen immer wieder aufblühe, sich ansonsten seitens der Bürger\_innen jedoch auch eine gewisse Abstumpfung hinsichtlich dieser Thematik entwickelt habe. Dennoch stoße man mit Adaptionenmaßnahmen wie Gründächern in Oldenburg, welche durchaus als grüne Stadt bezeichnet werden könne, „offene Türen auf“ (Transkript OOWV: 753-772). Auch die Hansestadt Lüneburg hat sich mit der Thematik von Starkniederschlägen bereits beschäftigt. Allerdings gibt es hier keine offiziell vorgegebene Strategie, sondern vielmehr eine Vielzahl von Maßnahmen, die u.a. durch die AGL bereits umgesetzt werden bzw. zukünftig umgesetzt werden sollen.

Derzeit sind hier einige konkrete Projekte zu nennen, die zukünftig auf unterschiedliche Art und Weise einen positiven Einfluss auf die Entwässerung von Niederschlagsereignissen haben werden. Einerseits wurden beispielsweise im Bereich des Hanseviertels (Tartuer Straße) unter dem grünen Stadtplatz, welcher zum Bebauungsplan Nr. 129 (1. Änderung)



Abbildung 9: Bebauungsplan Nr. 129 (1. Änderung)  
Schlieffen-Park: Versickerungsboxen. Niemann 2018

„Schlieffen-Park“ gehört, Versickerungsboxen (s. Abb. 9) eingebaut. (Hansestadt Lüneburg 2013)

Diese können große Wassermengen aufnehmen und aufgrund ihrer porösen Oberfläche eine

Versickerung des Niederschlags ermöglichen, so dass die Kanalsysteme an dieser Stelle entlastet werden.

Ein weiteres Projekt wird derzeit im Bereich unter der Elisabeth-Maske-Straße realisiert. Dieses Projekt ist Teil des Bebauungsplans Nr. 135 (1. Änderung) „Am Meisterweg.“ (Hansestadt Lüneburg 2015)

Hier wurde eine unterirdische Regenrückhalteanlage gebaut, um Niederschlagswasser des Quartiers in einem geeigneten Volumen aufnehmen und gedrosselt ableiten zu können. (s. Abb. 10).

Unter dem neuen Hauptgebäude der Leuphana Universität wurde u.a. auch ein großer Staukanal installiert. Eine Prämisse die bei Neubauten sowohl formell gefordert als auch planerisch gewollt ist. Diese Dezentralisierung führe nämlich dazu, dass bei Versagen eines Systems auch immer nur eine kleinräumige Überschwemmung auftrete. Generell habe Lüneburg hinsichtlich des bestehenden Kanalsystems die Strategie potentiell problematische Punkte, also Punkte an denen es in der Vergangenheit zu Überlastungen gekommen ist, besonders zu fokussieren. Deshalb würden



Abbildung 10: Bebauungsplan Nr. 135 (1. Änderung) Am Meisterweg: Regenrückhalteanlage. Niemann 2018

diese Stellen beispielsweise in einer höheren Frequenz und auch außerhalb des normalen Reinigungsturnus behandelt und dementsprechend öfter gereinigt und gespült würden als gängige Kanalabschnitte. So orientiere man sich auch an den

angekündigten Wetterlagen. Bei vorhergesagten starken Regenereignissen kontrolliere man noch einmal die potentiellen Gefahrenpunkte auf ihren Zustand und beispielsweise auf die Durchgängigkeit der jeweiligen Wehranlagen. Außerdem habe man festgestellt, dass diese Starkregenereignisse meist in der Verbindung mit Stürmen auftreten. Da diese Extrema sich meist im Sommer ereignen würden, käme eine weitere

Problematik hinzu. Aufgrund voll belaubter Bäume in den Sommermonaten, versperre das Laub dem Regenwasser oft den Abfluss in die Kanalsysteme, wodurch der Niederschlag sich seinen natürlichen Abflussweg suche und immer stärker potenziere. (Transkript AGL: 125-160)

Anders sehe das bei Neubaugebieten aus. Durch rechtliche Vorgaben muss der Abflusswert für diese Gebiete auf dem vorherigen Level bestehen bleiben. Dies könne folglich nur durch dezentrale Systeme, z.B. in Form von Regenrückhaltebecken, ermöglicht werden. Zudem sei es hier einfacher Klimafolgenanpassungsmaßnahmen zu verwirklichen, indem beispielsweise eine Dachbegrünung vorgeschrieben wird. (Transkript AGL: 377-396) Problematisch sei hier allerdings teilweise die so genannte „Insellösung“. Aus Sicht der Entwässerung könne man leider keine bzw. nur schwer zusammenhängende Baugebiete planen, die Wasser in ein großes dezentrales System leiten, sondern müsse jedes neu entstehende Baugebiet mit einzelnen kleiner dimensionierten Systemen ausrüsten. (Transkript AGL: 477-500)

Bei Bestandsbauten versuche man in Lüneburg vor allem bei anstehenden Sanierungsarbeiten Rückhaltekanäle zu integrieren oder Freiflächen zu schaffen. Ansonsten gestalte sich ein Eingriff in bestehende bauliche Anlagen jedoch sehr schwierig, da meist nur geringer Platz zur Verfügung stehe. Ein besonderes Augenmerk müsse zudem zukünftig auf die Notablaufwege bei Überschwemmungen gelegt werden, eine Thematik, die derzeit bearbeitet werde. Notablaufwege betrachten dabei den Weg des Wassers bei Versagen der Kanalsysteme. Ziel sei es zukünftig beispielsweise feststellen zu können, ob jetzige Tiefpunkte wie Bahnunterführungen durch die gewonnenen Erkenntnisse entlastet werden können, so dass beispielsweise in Seitenräumen in entsprechende Tiefpunkte abgeleitet werden kann. Solche Leitwege für Niederschläge könne man u.a. durch bauliche Maßnahmen wie die Heruntersetzung von Hochborden und Einleitung der Niederschläge in Richtung von Wällen umsetzen. Allerdings befinde man sich auch hier lediglich im Bereich der Schadensminimierung durch Dezentralisierung. (Transkript AGL: 548-582) Schwierig, das wurde auch in Lüneburg festgestellt, sei insbesondere die Klimafolgenanpassung bei bestehendem privatem Eigentum. Durch

fehlende bauliche Sicherungen und teilweise durch Verstöße gegen geltendes, bauliches Recht würden hier die meisten Schadensfälle entstehen. An dieser Stelle sind Rückstauverschlüsse von Kellern zu betonen. (Transkript AGL: 602-636)

Auch generell sei es schwierig Anpassungsmaßnahmen für Privateigentümer\_innen zu kommunizieren. So würden Bürger\_innen erst tätig, wenn positive oder negative finanzielle Anreize geschaffen werden oder sie selbst bzw. direkte Nachbarn von starken Niederschlägen betroffen sind. Doch auch dann ebbe das Interesse oft innerhalb weniger Wochen wieder ab. (Transkript AGL: 638-681) Freiwillige Leistungen können daher bisher keinen nennenswerten Beitrag zur Klimafolgenanpassung leisten.

Zukünftig wäre die Aktualisierung veralteter Rahmen- und Entwicklungspläne von besonderer Bedeutung, um geplante Maßnahmen an den effektivsten Stellen umsetzen zu können und diese dementsprechend auch vor den jeweiligen Entscheidungsgremien fundiert begründen zu können. Hier bestehe daher großer Handlungsbedarf. (Transkript AGL: 758-803)

#### 4.3 Zukunftsausblick

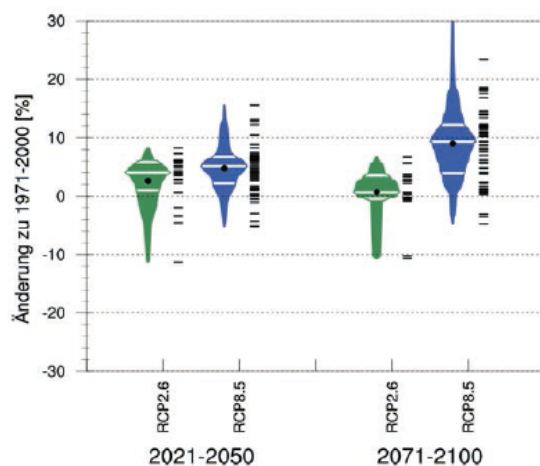


Abbildung 11: Darstellung der Bandbreite der vorhandenen Klimaprojektionen für die Niederschlagssumme von Niedersachsen. Dargestellt sind die vorliegenden Änderungssignale für den kurzfristigen (2021-2050) und langfristigen (2071-2100) Planungshorizont, jeweils als Änderungssignal zum Bezugszeitraum 1981-200. Es werden je Planungshorizont die Ergebnisse für das Klimaschutzszenario (RCP2.6, grün) denen des Weiter-wie-bisher-Szenarios (RCP8.5, blau) gegenübergestellt. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 20

Die Prognosen der norddeutschen Klimaforschung haben alle die gleiche Tendenz: Es ist mit einer Zunahme des Gesamtjahresniederschlags zu rechnen (KLIMZUG NORD Verbund 2014b; Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und

Klimaschutz 2018). Das blau dargestellte „weiter-wie-bisher-Szenario“ des Klimareports Niedersachsen (s. Abb. 11) zeigt im Vergleich zum „Klimaschutz-Szenario“ eine deutliche Abweichung. Diese Abweichung stellt sich in einer prognostizierten Zunahme von Niederschlägen bis in den zweistelligen Prozentbereich dar. Wobei speziell für den langfristigen Planungszeitraum 2071 bis 2100 noch einmal mit einer deutlich verstärkten Zunahme im „weiter-wie-bisher-Szenario“ zu rechnen ist. (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: S.20)

Der KLIMZUG- NORD Verbund geht in seinen Klimaprojektionen auch davon aus, dass es (s. Abb. 12 a) zu einer Zunahme an

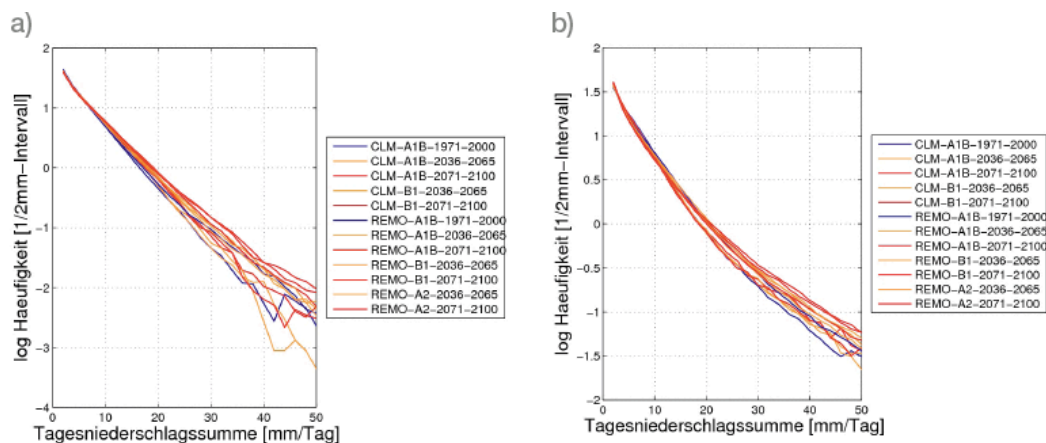


Abbildung 12: Logarithmus mit Basis 10 der relativen Häufigkeit der Tagessummen des Niederschlags an Tagen mit mehr als 1 mm Tagesniederschlag für Winter (a) und Sommer (b) im Referenzzeitraum 1971-2000 und den zukünftigen Zeiträumen 2036-2065 und 2071-2100. KLIMZUG-NORD Verbund 2014 b: 24

Starkregenereignissen kommen kann. Dabei wurden Szenarien für das Sommer- und Winterhalbjahr erstellt. Wobei sich eine generelle Tendenz einer Zunahme der Häufigkeit der Niederschlagsintensitäten für den Winter feststellen lässt. Im Sommer hingegen wird es voraussichtlich für die Niederschlagsintensitäten von 1 bis 10 mm, also Niederschlag unterhalb der Starkregengrenze, zu einer Abnahme kommen. Die Niederschlagsintensität über 10 mm ist jedoch tendenziell zunehmend.

Auch auf der Zuständigkeitsebene bezüglich des Umgangs mit dem Extremwetterereignis Starkregen könne es laut OOWV und AGL eine Verschiebung geben. Ab einem gewissen Punkt würde das städtische Entwässerungsunternehmen, die Stadtplanung und der Straßenbau, alle Ressourcen hinsichtlich Kanalsystemanpassungen, Flächen-

entsiegelungs- und Wasserspeicherungsadaptionen ausgeschöpft haben, so dass Privateigentümer\_innen sich um den Schutz ihrer Immobilie kümmern müssten (Transkript OOWV: 338-343).

#### 4.4 Die Hansestadt Lüneburg und die Auswirkungen der Klimafolge Starkregen

Bisher wurde Lüneburg als Stadt weitestgehend von heftigen Starkregenereignissen verschont. Man habe in letzter Zeit viel Glück gehabt und die auftretenden Starkniederschläge wären in den letzten Jahren hauptsächlich kleinräumig gewesen, so dass diese vorwiegend in geringem Ausmaß zu Problemen geführt haben (Transkript AGL: 52-55).

Die bisherigen Extremwetter hatten vollgelaufene Keller oder überschwemmte Bahnunterführungen zur Folge (s. Abb. 14). Diese Standorte waren hauptsächlich aufgrund der vorliegenden Topografie

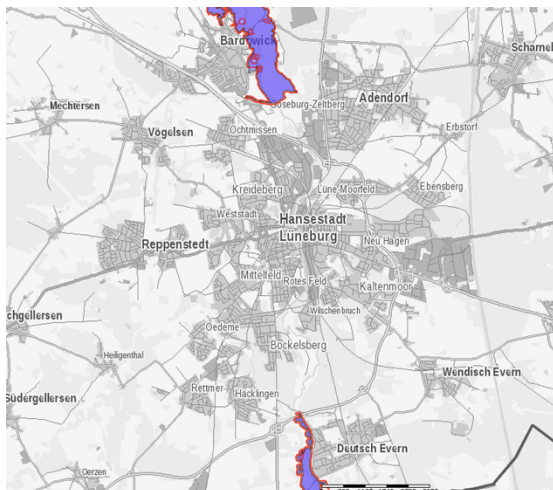


Abbildung 13: Landkreis Lüneburg 2018

betroffen. Des Weiteren ist die Hansestadt nicht Teil der Überschwemmungsgebiete von Ilmenau oder Elbe, wie der Abbildung 13 entnommen werden kann. Lediglich der Landkreis Lüneburg ist Teil dieser Überschwemmungsgebiete (s. Abb. 13), weshalb diese Betrachtung sich ausschließlich auf Starkregenereignisse beschränkt.

Innerhalb Niedersachsens gilt Lüneburg hinsichtlich einer außergewöhnlich hohen Niederschlagsmenge nicht als besonders gefährdet (s. Abb. 16). Hinzukommend habe man in Lüneburg kein hohes Gefahrenpotential aufgrund der Tatsache, dass sich die Stadt in der norddeutschen Tiefebene befindet und teilweise sehr durchlässige, für Versickerung gut geeignete, Böden habe (Transkript AGL: 591-598). Da es sich bei Starkregen um ein Extremwetterereignis handelt, ist die Wahrscheinlichkeit eines derartig schweren Regenfalls, wie bereits in Kapitel zwei dargestellt, dennoch nicht weniger wahrscheinlich als in

anderen norddeutschen Städten. Das beweisen auch Starkniederschläge im Landkreis Lüneburg aus der jüngeren Vergangenheit.

Im einige Kilometer nordwestlich von Lüneburg liegenden Handorf habe es am 10.05.2018 beispielsweise Regenfälle von ca. 30- 35 mm innerhalb einer halben Stunde gegeben. Diesen Dimensionen sei kein Abwassersystem gerüstet. (Transkript AGL: 830-836)

Einer der problematischen Punkte bei Starkniederschlägen ist in Lüneburg bei bisherigen Ereignissen immer wieder die Bahnunterführung Bleckeder



Abbildung 14: Behns: 2018

Landstraße gewesen. Derzeit gibt es in Lüneburg das Baugebiet „Am Meisterweg.“ Dieses beinhaltet ein großes Regenrückhaltebecken (s. Abb. 10), auf welches in Kapitel 5.3 bereits näher eingegangen wurde. Zuvor sind Niederschläge aus dem Bereich des Bebauungsplans „Am Meisterweg“ in Richtung Bleckeder Landstraße abgeleitet worden (s. Abb. 14). (Hansestadt Lüneburg 2015)

Folglich ist für zukünftige Starkregenereignisse, zumindest an dieser Stelle, mit einer Entlastung der Bleckeder Landstraße und dementsprechend mit einer geringen Anzahl an bzw. mit weniger starken Überflutungen der Bahnunterführung zu rechnen. Allerdings sind auch diese baulichen Anlagen nur für Niederschläge bis zu einer gewissen Dimension ausgelegt. Einen Starkregen nach Definition des DWD von über 25 l/m<sup>2</sup> in 1 Stunde oder > 35 l/m<sup>2</sup> in 6 Stunden (s. Kapitel 3.3.) könnte auch eine solche Anlage nicht von größeren Schäden abhalten. Dennoch kann sie zu einer



Entlastung und deshalb zumindest zu einer Abschwächung der Folgen beitragen.

#### 4.5 Drei Szenarien für die Hansestadt Lüneburg

Es gehe nach Fürst und Scholles bei der Erstellung eines Szenariums nicht darum die zukünftige Entwicklung möglichst präzise vorauszusagen, sondern vielmehr darum das Spektrum der realistischen Möglichkeiten sowie das Wirken von und die Zusammenhänge zwischen Unsicherheiten aufzuzeigen und Planungen oder andere Entscheidungen auf ihre Anpassungsfähigkeit in verschiedenen möglichen Zukunftsentwicklungen

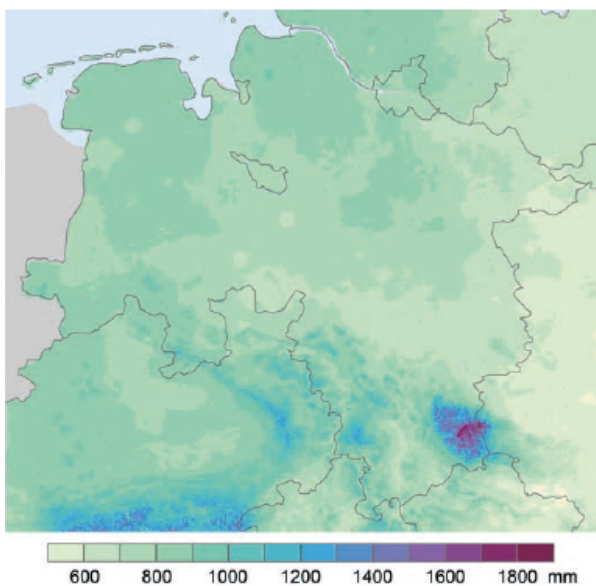


Abbildung 15: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018: 18

zu prüfen (Fürst u. Scholles 2008: 381).

Dieses Aufzeigen und diese Prüfung hinsichtlich der Zukunftsentwicklung soll im folgenden Kapitel mithilfe von drei auf Lüneburg bezogenen Szenarien umgesetzt werden. Die Szenarien werden für das Jahr 2035 erstellt. Dieser Zeitrahmen wurde ausgewählt, da ein kürzerer Zeitrahmen nur eine Umsetzung kurzfristiger

Projekte ermöglichen und keine großflächigen Konzeptumsetzungen von Adaptionenmaßnahmen ermöglichen würden. Ein längerer Zeitraum hingegen nicht mehr mit einem Stadtentwicklungskonzept verknüpft werden.

Insofern ist dieser Umsetzungszeitrahmen gut geeignet, um Bestandteil eines Stadtentwicklungskonzepts zu sein, welches üblicherweise eine Laufzeit von 15 bis 20 Jahren aufweist (Stadt Heidelberg 2015: 4). In einem solchen Zeitrahmen könnten auch Neubauprojekte oder sogar Umstrukturierungsprojekte bestehender Gebäude und versiegelter Flächen gemäß den Klimaadaptionenmaßnahmen eines Stadtentwicklungskonzepts zumindest in Teilen umgesetzt werden.

#### 4.5.1 „Status quo-Szenario“

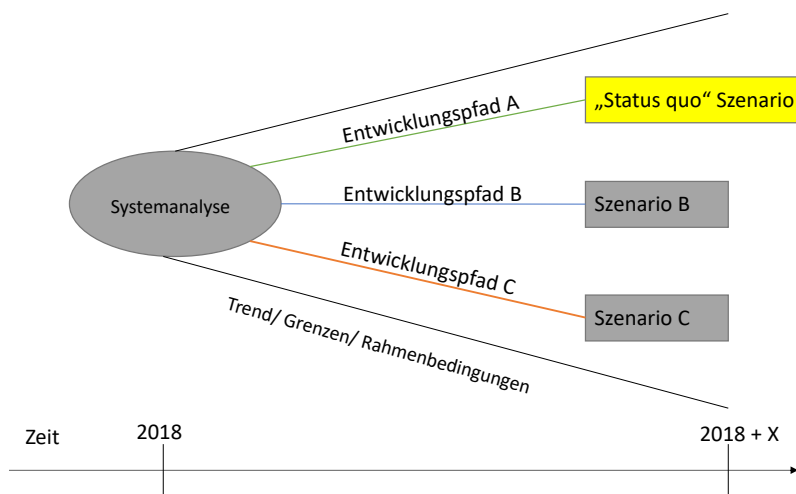


Abbildung 16: Der Szenariotrichter. Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328, verändert

Das „Status quo“-Szenario geht davon aus, dass der jetzige Zustand beibehalten wird und versucht dementsprechend eine Zukunft darzustellen in der die technischen und planerischen Gegebenheiten wie z.B. Kapazität der Abwassersysteme und Regenwasserspeicherflächen dem heutigen Maß entsprechen. Es wird also eine Systemanalyse (s. Kapitel 4.3) durchgeführt. Gleichzeitig wird darauf ein sich veränderndes Klima in Form von verstärkten Starkregenereignissen (s. Kapitel 5.4) prognostiziert.

Generell lässt sich feststellen, dass das bestehende Kanalnetz, wie bereits unter Punkt 5.5. aufgezeigt, für normale Niederschlagsereignisse ausgelegt ist und in dieser Hinsicht ein funktionsfähiges System für Niederschlagswasser zur Verfügung steht. Zudem bestehen bereits einige Systeme und bauliche Adaptionenmaßnahmen, vor allem in Neubaugebieten, die Kanalsysteme durch Versickerungs- und Speicherflächen oder aufgrund von einer Dezentralisierung der Ableitung entlasten. Dennoch besteht hinsichtlich eines sich verändernden Klimas und daraus resultierend einer prognostizierten Zunahme von starken Niederschlagsereignissen, die beispielsweise durch Bericht des Klimareports Niedersachsen oder des KLIMZUG-NORD Projekt bestätigt werden (s. Kapitel 5.4), Optimierungsbedarf.

Vergleicht man Lüneburg mit Oldenburg, werden eine Vielzahl von Gemeinsamkeiten auffällig. Beide Städte sind niedersächsische Oberzentren und befinden sich topografisch gesehen innerhalb der norddeutschen Tiefebene. Obendrein sind beide Städte Teil einer Metropolregion. Lüneburg (s. Kapitel 4.1) stellt sich als Teil der Metropolregion Hamburg und Oldenburg als Teil der Metropolregion Bremen/Oldenburg dar (Metropolregion Nordwest: 2018). Darüber hinaus weisen beide Städte keinen signifikant hohen Jahresniederschlag auf (s. Abb. 16). Auch die Entwässerungssituation kann mit einem Fluss (Hunte in Oldenburg und Ilmenau in Lüneburg) und vergleichbaren Bodenbedingungen, die für eine Versickerung durchaus als gut geeignet zu bezeichnen sind (Transkript AGL: 591-598; Transkript OOWV: 270-273 u. 1080-1088), als gleichartig betrachtet werden. Dennoch wurde in der letzten Dekade bisher vor allem Oldenburg von Starkregenereignissen getroffen. Daher ist davon auszugehen, dass zukünftig auch schwere Niederschlagsereignisse in der Hansestadt Lüneburg zu erwarten sind. Folglich ist für diese Zukunftsprognose für das Jahr 2035 davon auszugehen, dass für das derzeitige Kanalnetz mit einer stärkeren und häufigeren Überlastung als bisher zu rechnen ist. Insbesondere topografisch ungünstige, also tiefliegende Punkte innerhalb der Stadt werden verstärkt betroffen sein, da auch Niederschläge üblicherweise mithilfe der Gravitation an dezentrale oder zentrale Orte geleitet werden. Hier ist beispielsweise die zusätzliche Problematik des Senkungsgebiets in Lüneburg zu nennen, welche u.a. eine starke Ausprägung an Tiefpunkten und zukünftig mögliche weitere Absenkungen beinhaltet (Stadt Lüneburg 2018). Anzunehmen ist zudem eine Betroffenheit von mehr Lokalitäten als bisher, die sich womöglich auch in ihrer jeweiligen lokalen Auswirkung in einer breitflächigeren Überschwemmung darstellen wird. So könnten künftig bei Starkregenereignissen nicht nur vereinzelte Keller, sondern ganze Straßenzüge betroffen sein. Bereits erkannte Probleme, wie die Verstopfung von Abläufen mit Laub, welches durch schwere Stürme, die im Zusammenhang mit Starkregen in den Sommermonaten einhergehen, könnten die Problematik noch verschlimmern und zu deutlich höheren Wasserständen und kleinen Flutwellen in den Straßen führen, die sich ihren

Weg in Richtung der Tiefpunkte suchen. Da diese bisher im innerstädtischen Bereich sehr zentriert gelegen und auf wenige Tiefpunkte begrenzt sind, kann hier mit kleindimensionalen bis hin zu mittelschweren Katastrophen, wie beispielsweise Unterspülungen von Häusern, gerechnet werden. Zudem ist Lüneburg eine wachsende Stadt, so dass sich auch die Niederschlagsfläche, von der aus eingeleitet werden wird, noch weiter vergrößert.

#### 4.5.2 „Szenario: Reduktion der Flächenversiegelung“

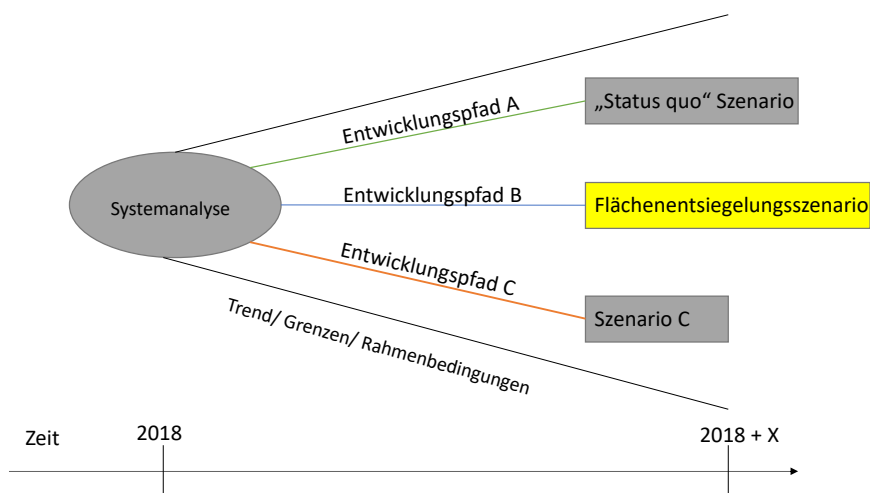


Abbildung 17: Der Szenariotrichter. Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328 verändert

Das zweite Szenario basiert auf dem Grundgedanken die Flächenversiegelung in der Stadt zu reduzieren. Ausgegangen wird hier von einem Reduktionsanteil in der Größenordnung von 2 %. Dieses könnte beispielsweise im Stadtentwicklungskonzept als Ziel für das Jahr 2035 definiert werden. Auch hier wird von dem Trend, wie bereits im „Status quo-Szenario“ beschrieben, einer leichten Zunahme der Starkregenereignisse ausgegangen.

Das politisch gesetzte Ziel, welches eine Reduktion der Flächenversiegelung von 2 % beinhaltet, kann mithilfe differenzierter Adaptionsmaßnahmen erreicht werden. Wichtig ist es die Flächen dabei nicht nur zu entsiegeln, sondern auch aus dem Entwässerungssystem zu entkoppeln.

Anfänglich sollte betrachtet werden, welche Flächen für eine Entsiegelung in Frage kommen. Üblicherweise ist an dieser Stelle eine Entsiegelung öffentlicher Flächen am einfachsten und schnellsten durchsetzbar. Interessante Flächen sind hier vor allem große asphaltierte Flächen wie Schulhöfe, Straßen oder öffentliche Parkplätze. In Nordrhein-Westfalen gibt es bereits Programme der Natur- und Umweltschutzakademie NRW, die im speziellen Schulhofflächen mit diversen Adaptionsmaßnahmen vollständig oder teilweise entsiegelt, wobei viele Projekte bereits durchgeführt wurden und weitaus mehr positive Wirkungen als die Entsiegelung an sich erzielen konnten (NUA: Natur- und Umweltschutzakademie NRW 2004).

In Lüneburg wird die Versiegelungsfläche, welche dazu beiträgt, die Abwasserbeiträge zu ermitteln, mithilfe von Luftbildern ausgewertet. Diese Bilder könnten auch dabei helfen ein Potentialkataster für Gründächer nach Oldenburger Vorbild zu schaffen (s. Kapitel 5.3; Stadt Oldenburg 2018). Eine Dachbegrünung, insbesondere bei Bestandsbauten, könnte einen wichtigen Schritt dazu beitragen, dass das 2 %-Ziel erfüllt wird.

Dennoch befindet sich die Mehrzahl der Flächen der Hansestadt Lüneburg in privater Hand. Das heißt: Es besteht rein von der Größe der Fläche auch das größte Potential. Deshalb ist einerseits die Umsetzung von Maßnahmen wie Gitternetzsteinen, Gründächern und Rigolen für neue Baugebiete als Genehmigungsgrundlage denkbar. Dies wird teilweise bereits umgesetzt, müsste hinsichtlich des Ziels jedoch noch deutlich ausgeweitet werden. Andererseits könnte eine finanzielle Förderung solcher Maßnahmen auch für Bestandsgebäude einen Anreiz zur Flächenentsiegelung darstellen. Hier sind festgeschriebene Fördersummen oder finanzielle Entlastungen denkbar, die beispielsweise schon in Bezug auf die Niederschlagswasserentgeltabrechnung bestehen. Denn bestehende Privatgebäude und private Flächen machen hinsichtlich des Potentials den größten Anteil aus. Hier sind u.a. Entsiegelungen von großen Supermarktfächen als effektive Adaptionsmaßnahme zu nennen. Durch diese und weitere Maßnahmen an öffentlichen und privaten Gebäuden sowie auf öffentlichen und privaten versiegelten Flächen könnte das 2 %-Ziel bis 2035 umgesetzt werden.

Die Umsetzung der Adaptionmaßnahmen würde dazu führen, dass mehr Niederschlagswasser versickern kann und dementsprechend weniger Niederschlagswasser in die Entwässerungssysteme eingeleitet wird. Folglich würde bei einem Starkregenereignis weniger Niederschlag in die Kanäle gelangen. Zwar würde es bei einem Starkregen nach DWD Definition immer noch zu Überlastungen der Systeme und daraus resultierend zu Überschwemmungen in der Stadt kommen, jedoch wären die Ausmaße im Vergleich zum „Status quo-Szenario“ messbar geringer (s. Kapitel 5.3; Abb. 8).

### 4.5.3 „Wasserspeicher Szenario“

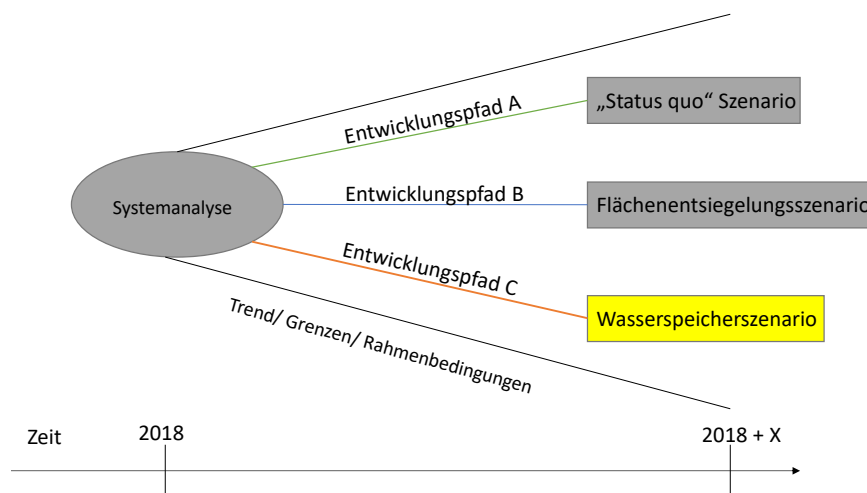


Abbildung 18: Der Szenariotrichter. Eigene Darstellung nach: Fürst u. Scholles 2008: 328 verändert.

Das dritte Szenario basiert auf der Strategie der Regenwasserspeicherung. In aktuellen Fachmagazinen wird mehr und mehr der Ansatz verfolgt, dass es „grundverkehrt ist Regenwasser einfach wegzuleiten.“ (Witt 2018: 1) Ferner könne man die Wasserspeicherung sogar sowohl monetär gewinnbringend nutzen als auch für viele Akteure einen Mehrwert schaffen. Zu den Profiteuren würden beispielsweise Menschen, die Natur in Form von Flora und Fauna und im speziellen sogar die Biodiversität gehören. (ebd.: 1)

Auch das Umweltbundesamt weist daraufhin hin, dass „durch eine wassersensible Stadtentwicklung potenzielle Schäden verringert werden können – zum Beispiel, wenn innerstädtische Flächen wie Straßen, Parkplätze oder öffentliche Plätze zeitweise als Wasserspeicher genutzt werden können.“ (UBA 2017)

Dieses Szenario soll folglich darstellen wie eine Zukunft aussehen würde, in der Lüneburg mithilfe eines Stadtentwicklungskonzepts die Regenwasserspeicherung als Adaptionenmaßnahme zur Eindämmung der Folgen von Starkregenereignissen bis hin zum Jahr 2035 umsetzt.

Insbesondere in Neubaugebieten bestehen in Lüneburg jetzt schon einige Anlagen, die Wasserspeicherung von Niederschlägen ermöglichen. Dazu zählen in großer Dimension vor allem Regenrückhaltebecken (s. Kapitel 5.3). Bauliche Anlagen und Maßnahmen wie Gründächer und Rigolen werden im Folgenden auch in diese Kategorie eingeordnet. Diese speichern Niederschlagsmengen bis zu einem gewissen Maß und geben diese erst mit Zeitverzögerung in die Entwässerungssysteme ab. Das führt zu einem geringeren Maximallevel der Wassermengen, welches in die Abwassersysteme abgeleitet wird.

Eine Umsetzung dieser Maßnahmen ist primär in bestehenden Baugebieten schwierig. Der nachträgliche Einbau von Regenrückhaltebecken ist im verdichteten, urbanen Raum nahezu unmöglich. Eine Möglichkeit ist bei Sanierungsmaßnahmen oder Neubauten beispielsweise (ähnlich wie bei dem Zentralgebäude der Leuphana, s. Kapitel 5.3) Staukanäle einzubauen, die sowohl zur Dezentralisierung beitragen als auch in gewisser Form eine Wasserspeicherung darstellen. Diese Maßnahmen sind jedoch lediglich für öffentlichen Raum umsetzbar.

Allgemein kann zusammengefasst werden, dass eine Umsetzung dieser Strategie zu einer Entlastung der Entwässerungssysteme beitragen würde. Zu Überschwemmungen im innerstädtischen Bereich würde es bei Starkregenereignissen dennoch kommen, allerdings wäre eine messbar geringere Wassermenge und folglich ein geringeres Ausmaß der Folgen im Vergleich zum „Status quo-Szenario“ feststellbar.

#### **4.6. Resümee der empirischen Forschung**

Es zeigt sich, dass die Problematik der Starkregenereignisse in Norddeutschland erkannt wurde und folglich die ersten Adaptionsmaßnahmen und sogar spezifischen Konzepte mit Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung erarbeitet und teilweise bereits umgesetzt wurden (s. Kapitel 5.3). Die wissenschaftlichen Prognosen gehen für den weiteren Verlauf dieses Jahrhunderts von einer Zunahme derartiger Ereignisse aus (s. Kapitel 5.4). Je schwerer Regionen und Städte bisher von starken Niederschlägen getroffen wurden, desto ausführlicher sind die jeweiligen Strategien. Insbesondere in Neubaugebieten werden derzeit, auch aufgrund bestehender rechtlicher Vorgaben, bereits eine Vielzahl von Anpassungsmaßnahmen umgesetzt, die Entwässerungssysteme bei etwaigen Niederschlägen entlasten können. Problematisch, das wurde in allen Strategien und Erfahrungsberichten betont, sind jedoch bestehende Gebäude und versiegelte Flächen im innerstädtischen Bereich. Hier sind sowohl finanzielle als auch räumliche Probleme zu nennen, so dass lediglich bei anstehenden Sanierungsarbeiten Verbesserungen vorgenommen werden können. Der direkte Zugriff kann zudem nur auf öffentliche Gebäude und Flächen erfolgen. Deshalb wird in den Strategien der Städte und Regionen ein Fokus auf diese öffentlichen Räume gelegt. Bestehende Privatgebäude, die ebenfalls ein sehr großes Potential aufweisen, sind hingegen nur schwer in einem größeren Rahmen in Strategien mit einzubeziehen. Private Eigentümer\_innen würden nur in geringer Anzahl und lediglich bei finanziellen Anreizen und aufgrund persönlicher Betroffenheit bauliche Anpassungen vornehmen. Daher gilt es vorerst den Fokus auf den öffentlichen Raum zu richten. Hier besteht direkter Zugriff durch öffentliche Institutionen und dementsprechend die Möglichkeit auf die kurzfristige Umsetzung.

Die Hansestadt Lüneburg wurde bisher noch nicht schwer von Starkregenereignissen getroffen. Übergelaufene Keller und unter Wasser stehende Bahnunterführungen sind als bisherige Folgen durch Niederschläge zu nennen (s. Kapitel 5.5). Aufgrund der wissenschaftlichen Zukunftsprognosen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass im



Laufe dieses Jahrhunderts auch Lüneburg von schweren Niederschlägen getroffen werden wird (s. Kapitel 5.4).

Diese Zunahme an Starkregenereignissen ist auch grundlegend für die entwickelten Zukünfte der drei Szenarien. Vergleicht man die in Kapitel 5.6.1 bis 5.6.3 erstellten Szenarien, fällt auf, dass sowohl das „Reduktion-der-Flächenversiegelung-Szenario“ als auch das „Wasserspeicherszenario“ dazu führen würden, dass mit ihren jeweiligen Adaptionenmaßnahmen die Auswirkungen von zukünftig zu erwartenden Starkregenereignissen zumindest gemildert und eingegrenzt werden (s. Kapitel 5.6.2 u 5.6.3). Eine Zukunft wie im „Status quo Szenario“ dargestellt, hätte durch die prognostizierten zukünftigen Niederschläge weitaus schwerwiegendere Auswirkungen zur Folge.

Allerdings sind weder die Strategie der Reduktion der Flächenversiegelung noch die Strategie der Wasserspeicherung als alleinige Maßnahme geeignet um eine langfristige Anpassung im urbanen Raum durchzuführen. Das zeigen auch die in Kapitel 5.3 aufgezeigten Strategien der norddeutschen Regionen und Städte. Alle Konzepte beruhen auf einer Vielzahl von Adaptionenmaßnahmen. Nur eine Kombination aus diversen Maßnahmen kann zu einem bestmöglichen Klimafolgenanpassungskonzept für Starkregenereignisse führen. Hier würde sich für Lüneburg z.B. das DRWB-Konzept von KLIMZUG-Nord (s. Kapitel 5.3), welches eine Kombination aus diversen Anpassungsmaßnahmen beinhaltet, als Vorbild und Ausgangspunkt anbieten.

Um eine solches langfristiges Konzept, beispielsweise mithilfe eines Stadtentwicklungskonzepts durchzusetzen, müssten jedoch spezifischere Daten für Lüneburg gesammelt werden. Darunter fallen im speziellen die Notwendigkeit einer Überarbeitung der veralteten Rahmen- und Entwicklungspläne. Außerdem scheint eine Betrachtung Lüneburgs hinsichtlich einer Gefährdungsanalyse für Starkregen unumgänglich und langfristig nützlich zu sein. Zwar sind ausgehend von Erfahrungswerten kritische Punkte bekannt, aber eine detaillierte Analyse könnte auch für die Erstellung weiterer Klimafolgenanpassungsmaßnahmen deutlich effektiver

werden, da zukünftig gefährdete Punkte schon im Vorwege in die Planungen integriert werden können.

Tabelle 3: Mögliche Vorgehensweise zur Ermittlung der Überflutungsgefährdung. Eigene Darstellung nach: DWA 2013: 10, verändert

	(1) Vereinfachte Gefährdungsabschätzung	(2) Topografische Gefährdungsanalyse	(3) Hydraulische Gefährdungsanalyse
Daten- grundlage	- Vorhandene Bestandsunterlagen	- Vorhandene Bestandsunterlagen - Topografische Daten	- Detaillierte Bestandsdaten (Topografische Daten, Entwässerungssystem)
Vorgehens- weise	- Auswertung Bestandsunterlagen - Ortsbegehungen	- GIS-gestützte Analyse der Geländetopografie	- Hydraulische Simulation der Abfluss- und Überflutungsvorgänge
Ergebnis	- Erste Gefährdungseinschätzung - Skizze mit Gefährdungsbereichen	- Fließwege und Geländesenken - Vereinfachte Gefahrenkarte	- Fließtiefen und Oberflächenabflüsse - Detaillierter Überflutungsplan

In Tabelle 3 sind dabei drei verschiedene Gefährdungsanalysen bzw. Gefährdungsabschätzungen mit ihren jeweiligen Datengrundlagen, Vorgehensweisen und Ergebnissen dargestellt (s. Tab. 3).

Mithilfe einer solchen Gefährdungsanalyse könnte eine kritische Analyse für Lüneburg wie im KLIMZUG NORD Projekt (s. Kapitel 5.3; Abb. 8) erfolgen. Im Zuge des Projekts „KLAS“ der Stadt Bremen wurde beispielsweise eine Straße klimaangepasst gebaut (Freie Hansestadt Bremen 2014; Freie und Hansestadt Bremen 2015). Auch ein solches Vorgehen könnte als Vorbild dienen. Dabei ist vor der Umsetzung zu beschließen welcher finanzielle und zeitliche Rahmen für eine solches Projekt gesetzt werden kann und demnach welche Genauigkeit der Projektion erfolgen kann. Als geeignet würden sich für Lüneburg im Zuge einer solchen Analyse die topografische Gefährdungsanalyse (Modell 2) oder die hydraulische Gefährdungsanalyse (Modell 3) darstellen, wobei im dritten Model noch eine detailliertere Simulation mithilfe hydraulischer Prognose von Abfluss- und Überflutungsvorgängen möglich ist. Diese Analyse könnte je nach Ausführlichkeit Aufschluss über eine erste wissenschaftliche, Fließwege und Geländesenkungen (s. Tab 3 Modell 2) oder sogar Fließtiefen und Oberflächenabflüsse (s. Tab 3 Model 3) geben. So können konkrete Gefahrenbereiche nicht nur erkannt, sondern der

Bevölkerung auch anschaulich vermittelt werden. Mit einer folglich möglichen Festschreibung ortsspezifischer Klimafolgenanpassungsmaßnahmen in einem Stadtentwicklungskonzept könnte zudem ein geeigneter Rahmen für die Umsetzung dieser geschaffen werden.

## **5 Fazit und Methodenkritik**

Ein Wandel des Klimas sorgt dafür, dass urbane Räume vor zahlreiche Herausforderungen gestellt werden. Sowohl Hitze in Form von Wärmeinseln als auch Stürme und Starkregenereignisse sind hier zu nennen. Städte sind aufgrund ihrer Strukturen besonders betroffen (s. Kapitel 3.3). Wissenschaftliche Prognosen gehen davon aus, dass diese Klimafolgen sich im Laufe dieses Jahrhunderts noch weiter verstärken werden (s. Kapitel 5.4).

Die Anforderungen im Bereich der Klimafolgenanpassung bei Starkregen sind umfangreich und anspruchsvoll. Zu ihrer erfolgreichen Umsetzung sind verschiedenste Herausforderungen zu bewältigen. Aufgrund der in dieser Arbeit aufgezeigten Veränderungen durch den Klimawandel mit der Klimafolge Starkregen, bisheriger Erfahrungen norddeutscher Regionen und der wissenschaftlich prognostizierten Zunahme solcher Extremwetterereignisse ist die zukünftige Bedeutung der Umsetzung von Klimafolgenanpassung als unabdingbar einzustufen. Dieser Bedarf wurde auch vom Gesetzgeber erkannt, so dass im Baugesetzbuch bereits einige (s. Kapitel 3.3) rechtliche Rahmenbedingungen für derartige Maßnahmen geschaffen wurden.

Vor diesem Hintergrund wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht, inwieweit die Problematik Starkregen zukünftig auf Städte einwirken wird und welche Maßnahmen ergriffen werden können, um die Folgen dieses Extremwetterereignisses zu vermeiden oder zu vermindern. Betrachtet wurden dabei Konzepte aus Städten und Regionen in den Bundesländern Hamburg und Niedersachsen. Zusätzlich dazu wurden mithilfe von Expert\_inneninterviews konkrete Erfahrungen im Umgang mit der Thematik generiert, um abschließend für die Hansestadt Lüneburg mithilfe von

Szenarien mögliche zukünftige Vorgehensweisen und Adaptionenmaßnahmen zu diskutieren.

Um möglichst objektive und valide Aussagen treffen zu können, wurde ein Methodenmix angewendet, in dem theoretische Modelle durch praktische Methoden ergänzt wurden. Die Vorgehensweise bestand dabei in der Literatur- und Dokumentenanalyse, der Durchführung und Auswertung von Expert\_inneninterviews sowie der Szenarietechnik. Aufgrund dieser Methodenkombination konnten verschiedene Perspektiven für die Beantwortung der Forschungsfrage eingenommen und vielfältige Daten zur Erforschung der Thematik Klimafolgenanpassung im norddeutschen Raum herangezogen werden. Daraus resultierend konnte der Untersuchungsgegenstand in seiner Komplexität gut erfasst und so umfassend analysiert werden, dass die Forschungsfrage beantwortet werden konnte. Während die Sekundärdatenanalyse erste Eindrücke der derzeitigen Entwicklungen und bestehenden Strategien hinsichtlich der Thematik Starkregenereignisse aufzeigte, konnte mithilfe der Expert\_inneninterviews vor Ort ein differenzierteres Bild gezeichnet werden.

Die Forschungsfrage kann zusammenfassend folgendermaßen beantwortet werden: Die Hansestadt Lüneburg kann aufgrund von wissenschaftlichen Prognosen mit einer Zunahme von Starkregenereignissen rechnen. Geeignete Maßnahmen müssen, um sich dieser Klimafolge entsprechend anpassen zu können, in vielfältigen Bereichen vorgenommen werden. Die Adaption der Kanalsysteme für einen Starkregen ist im urbanen Raum nicht in einer notwendigen Dimension möglich. Die Anpassung des gesamten Netzes an die rechtlichen Vorgaben sorgt zwar für eine größere Aufnahmekapazität, für Starkregenereignisse nach Definition des DWD reicht diese allerdings nicht aus.

Sowohl im öffentlichen als auch im privaten Raum sind daher Adaptionenmaßnahmen vonnöten, um die bestehenden Systeme zu entlasten. Am geeignetsten erweist sich dabei, ausgehend von bisherigen wissenschaftlichen Konzepten und praktischen Erfahrungen, die Strategie auf mehrere, differenzierte Maßnahmen zu setzen. Insbesondere die Entsiegelung innerstädtischer Flächen und eine damit einhergehende

Entkopplung dieser Flächen von den Abwassersystemen kann mithilfe einer Vielzahl an Maßnahmen zu einer Entlastung bei Starkregenereignissen führen. Potential besteht hier beispielsweise bei Parkflächen, Schulhöfen und Straßen.

Auf der anderen Seite kann mit diversen Speicheradaptionen wie z.B. Regenrückhaltebecken, Rigolen oder Speicherkanälen dafür gesorgt werden, dass Niederschlagswasser nicht direkt ins Kanalsystem geleitet wird. Dies sorgt für eine weitere Entlastung der Systeme.

Als funktional hat sich außerdem das Arbeiten mit dezentralen Systemen gezeigt. Dezentralität sorgt in der Wasserwirtschaft für eine Vielzahl von geschlossenen Systemen, wodurch im Falle einer Systemüberlastung ein kleinräumiger Bereich durch die Folgen betroffen ist.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung müssen folglich sowohl mit Konzepten und Strategien auf Seite der öffentlichen Institutionen als auch durch private Eigentümer\_innen erstellt und umgesetzt werden. Um eine solche Klimaanpassungsstrategie lokalspezifisch durchführen zu können, müssen die entsprechenden Rahmenbedingungen in Form von Daten und Plänen geschaffen werden. Aktuelle Rahmen- und Entwicklungspläne sind folglich notwendig. Obendrein können Überschwemmungskarten und topografische oder hydraulische Geländeanalysen ein wichtiges Hilfsmittel sein, um eine noch differenziertere Betrachtung durchzuführen.

Durch die Bearbeitung der Forschungsfrage wurden viele Aspekte herausgearbeitet, die sowohl Herausforderungen als auch mögliche Adaptionenmaßnahmen hinsichtlich der Thematik Starkregen umfassen. Daraus lassen sich viele weitere Anknüpfungspunkte ableiten, die im zukünftigen Umgang mit Starkregenereignissen von Bedeutung sein könnten. Hier ist eine mögliche Verschiebung der Zuständigkeit von Maßnahmen öffentlicher Institutionen hin den jeweiligen Eigentümer\_innen oder die zukünftige Bedeutung der Speicherung von Regenwasser in Hitzeperioden zu nennen.

## 6. Literaturverzeichnis

**Altrock, Uwe et al. (2004):** Perspektiven der Planungstheorie. Leue Verlag. Berlin.

**ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) (Hrsg.) (2005):** Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover. ARL

**ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) (Hrsg.) (2012):** „Zugspitz-Thesen“: Klimawandel, Energiewende und Raumordnung. Positionspapier aus der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) 90. Hannover: ARL.

**BauGB, Baugesetzbuch. I. d. F. v. 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414).** Zuletzt geändert durch Gesetz vom 15. Juli 2014 (BGBl. I S. 954) m. W. v. 1. August 2014. FNA 213-1.

**Bertelsmann Stiftung (2018):** Demographiebericht. Ein Baustein des Wegweisers Kommune. Lüneburg. [<https://www.wegweiser-kommune.de/kommunale-berichte/demographiebericht/lueneburg-lg.pdf>; 04.08.2018]

**Bogner, Alexander; Littig, Beate; Menz, Wolfgang (Hrsg.) (2009):** Experteninterviews. Theorien, Methoden, Anwendungsfelder. 3., grundlegend überarbeitete Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften.

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2013):** Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung. Modellvorhaben der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (KlimaMORO). Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

**Corbin, Juliet; Straus, Anselm (2008):** Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory. Sage Publications. Los Angeles.

**Deppermann, Arnulf (2008):** Gespräche analysieren. Eine Einführung. 4. Auflage. Wiesbaden.

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2013):** DWA-Themen. Starkregen und urbane Sturzfluten-Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. Verfügbar unter: [<http://www.dwa.de/dwa/shop/shop.nsf/Produktanzeige?openform&searchhitshow=1&produktid=P-DWAA-9AF8CT>; 01.08.2018]

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2006):** DWA-Regelwerk. Arbeitsblatt DWA-A 118.

Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Korrigierte Fassung.  
[<http://www.dwa.de/dwa/shop/shop.nsf/Produktanzeige?openform&produktid=P-DWAA-7AHD5B>; 01.08.2018]

**Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1991):** Starkniederschläge in der Bundesrepublik Deutschland: Erläuterungen und Ergänzungen zur KOSTRA. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.

**Diepes, Christoph (2017):** Klimaschutz und Klimaanpassung in der verbindlichen Bauleitplanung. Eine vergleichende Analyse ausgewählter Städte. Rohn-Verlag. Darmstadt.

**DWD (Deutscher Wetterdienst) (2016):** Nationaler Klimareport. Klima- gestern, heute und in der Zukunft. 2. korrigierte Auflage. Offenbach am Main. Deutscher Wetterdienst.

**DWD (Deutscher Wetterdienst) (2017):** Klimavorhersagen und Klimaprojektionen. Wie entstehen Aussagen über das zukünftige Klima?  
[[https://www.dwd.de/SharedDocs/broschueren/DE/klima/broschuere\\_klimaforschung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.dwd.de/SharedDocs/broschueren/DE/klima/broschuere_klimaforschung.pdf?__blob=publicationFile&v=3); 30.04.2018]

**Fezer, Fritz (1995):** Das Klima der Städte. 1. Auflage. Klett-Perthes. Gotha.

**Filho, Walter Leal (2015):** Handbook of Climate Change Adaption. Volume 1. Springer Reference. Heidelberg.

**Freie Hansestadt Bremen (2014):** Münchener Straße. Umgestaltung einer Stadtstraße in Bremen Findorff. Klimaangepasste Stadtplanung. [<https://www.asv.bremen.de/detail.php?gsid=bremen122.c.11595.de>; 04.08.2018]

**Freie Hansestadt Bremen (2015):** KlimaAnpassungsStrategie Extreme Regenerereignisse (KLAS). Schlussbericht des Projektes „Umgang mit Starkregenerereignissen in der Stadtgemeinde Bremen. [<https://www.klas-bremen.de/detail.php?gsid=bremen02.c.740.de>; 26.07.2018]

**Fürst, Diertrich & Scholles, Frank (2008):** Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. Rohn. Dortmund.

**Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE) (2015):** RISA Strukturplan Regenwasser 2030. Ergebnisbericht des Projekts RISA-RegenInfraStrukturAnpassung. [<https://www.risa-hamburg.de/download/alle-downloads/>; 15.05.2018]

**Hansestadt Lüneburg (2013):** Bebauungsplan Nr. 129 „Schlieffen-Park“, 1. Änderung. Abwägungsbeschluss. Satzungsbeschluss. [<http://www.stadt.lueneburg.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=5016>; 02.08.2018]

**Hansestadt Lüneburg (2015):** Bebauungsplan Nr. 135 „Am Meisterweg“, 1. Änderung. Auslegungsbeschluss. Beschluss über die förmliche Öffentlichkeitsbeteiligung. [<http://www.stadt.lueneburg.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=5975>; 02.08.2018]

**Hansestadt Lüneburg (2018):** Senkung. Das Lüneburger Senkungsgebiet. [<http://www.hansestadtlueneburg.de/Home-Hansestadt-Lueneburg/Stadt-und-Politik/Geschichte/Senkung.aspx>; 01.08.2018]

**Hansestadt Lüneburg. Bauen, Umwelt & Energie (2018):** Baugebiete. Infos zu den einzelnen Verfahren des Wohnungsbauprogramms. [<https://www.hansestadtlueneburg.de/Home-Hansestadt-Lueneburg/Bauen-Umwelt-und-Energie-hansestadt-lueneburg/Bauen-Planen-Wohnen-hansestadt-lueneburg/baugebiete.aspx/>; 16.05.2018]

**Heinrichs, Harald & Michelsen, Gerd (Hrsg.) (2014):** Nachhaltigkeitswissenschaften. Berlin, Heidelberg. Springer Spektrum.

**Helfferich, Cornelia (2011):** Die Qualität quantitativer Daten- Manual für die Durchführung qualitativer Interviews (4. Auflage). VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden.

**Herberg, Alfred; Kube, Alice (2013):** Klimawandel und Städte: Naturschutz und Lebensqualität. In: Essl, Frank; Rabitsch, Wolfgang (Hrsg.): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Springer Spektrum. S. 254-262. Berlin, Heidelberg.

**Hupfer, Peter (1996):** Unsere Umwelt: Das Klima. Globale und lokale Aspekte. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart. Leipzig.

**Interreg North Sea Region CATCH (2018):** Pilot Projects. [<http://www.northsearegion.eu/catch/pilot-projects/>; 25.07.2018]

**IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007):** Climate Change 2007. The Physical Basis. Working Group 1 Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge. Cambridge University Press.

**Jessel, Beate & Tobias, Kai (2002):** Ökologisch orientierte Planung. Eine Einführung in Theorien, Daten und Methoden. Stuttgart. Ulmer.



**Kiefl, Walter & Lamnek, Siegfried (1984):** Qualitative Methoden in der Marktforschung, in: Planung und Analyse 11/12 1984, S. 474-480.

**KLIMZUG-NORD Verbund (Hrsg.) (2014a):** Kursbuch Klimaanpassung - Handlungsoptionen für die Metropolregion Hamburg. TuTech Verlag. Hamburg.

**KLIMZUG-NORD Verbund (Hrsg.) (2014b):** Berichte aus den KLIMZUG\_ NORD Modellgebieten. Band 1. Klimaprojektionen für die Metropolregion Hamburg. TuTech Verlag. Hamburg.

**Kruse, Jan (2015):** Qualitative Interviewforschung. Ein integrativer Ansatz. 2. Überarbeitete und ergänzte Auflage. Beltz Juventa. Weinheim.

**Kuttler, Wilhelm (2009):** Klimatologie. Verlag Ferdinand Schöningh; UTB. Paderborn.

**Lamnek, Siegfried (1988):** Qualitative Sozialforschung. Band 1. Methodologie. Psychologie Verlags Union. München.

**Lamnek, Siegfried (1995):** Qualitative Sozialforschung. Band 2. Psychologie Verlags Union. München.

**Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2017):** KOSTRA-DWD-2010R. Bewertung der überarbeiteten Version. [[https://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/253646/berichtkostra.pdf?command=downloadContent&filename=bericht\\_kostra.pdf](https://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/253646/berichtkostra.pdf?command=downloadContent&filename=bericht_kostra.pdf); 19.07.2018]

**Landkreis Lüneburg (2018):** Geoportal Landkreis Lüneburg. [<https://www.landkreis-lueneburg.de/Home-Landkreis-Lueneburg/Bauen-Umwelt-und-Tiere/Umwelt-Landkreis/Geoportal-Landkreis.aspx>; 18.07.2018]

**Marx, Andreas (Hrsg.) (2017):** Klimaanpassung in Forschung und Politik. Springer Spektrum. Wiesbaden.

**Metropolregion Nordwest (2018):** Region. [<http://www.metropolregion-nordwest.de/region/>; 01.08.2018]

**Mitschang, Stephan (2010):** Die Umsetzung klimaschützender und energieeinsparungsbezogener Anforderungen in der Bauleitplanung und im Besonderen Städtebaurecht. Sachstand und Perspektiven. In: Zeitschrift für deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht. ZfBR. S. 534-550.

**MVI BW, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (2012):** Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die

Bauleitplanung. Völlig überarbeitete Neuauflage der städtebaulichen Klimafibel 1998. Stuttgart.

**NDR (2018):** Harz: Unwetter hinterlässt Schlamm und Geröll. [[https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/braunschweig\\_harz\\_goettingen/Harz-Unwetter-hinterlaesst-Schlamm-und-Geroell-,unwetter2786.html](https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/braunschweig_harz_goettingen/Harz-Unwetter-hinterlaesst-Schlamm-und-Geroell-,unwetter2786.html); 28.05.2018]

**Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2018):** Klimareport Niedersachsen. Fakten bis zur Gegenwart- Erwartungen für die Zukunft. [<http://www.umwelt.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/klimareport-niedersachsen-temperaturen-steigen-umweltminister-lies-klimaschutz-duldet-keinen-aufschub-mehr-165793.html>; 20.06.2018]

**NUA: Natur- und Umweltschutzakademie NRW (2004):** Beratungsmappe. Naturnahes Schulgelände. [[https://www.nua.nrw.de/fileadmin/user\\_upload/NUA/Schule\\_der\\_Zukunft/AK\\_Natur\\_an\\_der\\_Schule/Beratungsmappe\\_Naturnahes\\_Schulgelaeende/Beratungsmappe\\_Naturnahes\\_Schulgelaende.pdf](https://www.nua.nrw.de/fileadmin/user_upload/NUA/Schule_der_Zukunft/AK_Natur_an_der_Schule/Beratungsmappe_Naturnahes_Schulgelaeende/Beratungsmappe_Naturnahes_Schulgelaende.pdf); 03.08.2018]

**OOWV (2017):** Verkehrslenkung bei Starkregen. Konzepte und Maßnahmen in Oldenburg. [[https://www.interreg-nordsee.de/\\_Resources/Persistent/4823c26948bc1a775cebcf9511bcf5dc75ab897d/CATCH.pdf](https://www.interreg-nordsee.de/_Resources/Persistent/4823c26948bc1a775cebcf9511bcf5dc75ab897d/CATCH.pdf); 15.07.2018]

**Ritter, Ernst-Hasso (Hrsg.) (2004):** Handwörterbuch der Raumordnung. Akademie für Raumordnung und Landesplanung (ARL). 4., neu bearb. Aufl. ARL. Hannover.

**Seifert, Volker (1986):** Regionalplanung. Aus der Reihe: das Geographische Seminar. Höller und Zwick. Braunschweig.

**Söfker, Wilhelm (2011):** Das Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden. In: Zeitschrift für deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht – ZfBR, Jahrgang 34, H. 6. S. 541-549.

**Spieckermann, Jan & Enke, Franck (Hrsg.) (2014):** Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung- Handlungsempfehlungen für die niedersächsische Planungspraxis auf Landes- und Regionalebene. Arbeitsberichte der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) 11. Hannover: ARL.

**Stadt Heidelberg (2015):** Stadtentwicklungsplan Heidelberg 2015. Leitlinien und Ziele. [[https://www.heidelberg.de/site/Heidelberg\\_ROOT/get/documents/heidelberg/PB5Documents/pdf/12\\_pdf\\_Step%202015%20mit%20Lesezeichen%20mit%20Vorwort%20E%20Würzner\\_s.pdf](https://www.heidelberg.de/site/Heidelberg_ROOT/get/documents/heidelberg/PB5Documents/pdf/12_pdf_Step%202015%20mit%20Lesezeichen%20mit%20Vorwort%20E%20Würzner_s.pdf); 27.07.2018]

**Stadt Oldenburg (2018):** Gründachkataster. [<https://www.solare-stadt.de/oldenburg/Gruendachkataster>; 29.04.2018]

**Statista (2015):** Anzahl der Einwohner in den Metropolregionen in Deutschland im Jahr 2015.  
[<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/603747/umfrage/einwohner-in-den-metropolregionen-in-deutschland/>; 10.07.2018]

**Statista (2018):** Statistiken zu Niedersachsen.  
[<https://de.statista.com/themen/2328/niedersachsen/>; 10.07.2018]

**Umweltbundesamt (UBA) (2013):** Was ist eigentlich Klima? Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-eigentlich-klima> letzter Zugriff: 30.05.2018

**Umweltbundesamt (UBA) (2013):** Was ist eigentlich Klima?  
[<https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-eigentlich-klima>; 30.05.2018]

**Umweltbundesamt (UBA) (2017):** Wetterextreme können künftig der Normalfall sein.  
[<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wetterextreme-koennten-kuenftig-der-normalfall-sein>; 29.07.2018]

**Umweltbundesamt (UBA) (2018):** Siedlungs- und Verkehrsfläche.  
[<https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#textpart-1>; 07.08.2018]

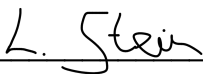
**Wilms, Falko E.P. (2006):** Szenariotechnik. Vom Umgang mit der Zukunft. Haupt Verlag. Bern

**Witt, Reinhard (2018):** Regenwassermanagement naturnah gestalten. Starkregenereignisse für höhere Biodiversität nutzen. In: Stadt + Grün. Ausgabe: 05/2018. Patzer Verlag. Berlin- Hannover.

## 7. Eidesstaatliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Arbeit eigenständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung war.

Lüneburg, d. 13.08.2018



---

Lennart Stein

## **Anhang**

Die vollständig transkribierten Interviews sind nicht zur Veröffentlichung bestimmt. Anonymisierte Auszüge aus den Interviews können beim Autor angefragt werden.