

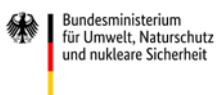
KlimAdapTiT

Entwicklung von Klima-Adaptionsstrategien und -Technologien in Thüringen

Anpassung an den Klimawandel
Maßnahmenkatalog der Landeshauptstadt Erfurt



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Freistaat
Thüringen



Ministerium
für Umwelt, Energie
und Naturschutz



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung.....	1
2 Klimawandel in Erfurt	5
2.1 Lufttemperatur	5
2.2 Niederschlag.....	9
2.3 Wind	11
2.4 Extremwetterereignisse	12
3 Handlungsfelder zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	15
3.1 Menschliche Gesundheit	16
3.2 Land- und Forstwirtschaft und Naturschutz	20
3.3 Wasserwirtschaft	24
3.4 Katastrophenschutz	28
3.5 Bauwesen	31
3.6 Verkehrswesen	34
4 Zusammenfassung und Ausblick	37
5 Quellenverzeichnis	V

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Hochwasser 2013 am Bahnhof Bischleben	1
Abb. 2:	Jahrhundertdürre 2018, Feuerwehr gießt Bäume	1
Abb. 3:	Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen, IMPAKT (links)	2
Abb. 4:	Klimawandelfolgen in Thüringen, Monitoringbericht 2017 (rechts)	2
Abb. 5:	Entwicklung der Jahresmitteltemperatur in Thüringen im Zeitraum 1881 bis 2017 (TLUG)	4
Abb. 6:	Hitzeperioden 2015 (oben) und 2018 (unten), Verlauf der Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen von April bis August an der Erfurter Messstation Krämpferstraße (eingefärbt nach klimatologischen Kenngrößen)	5
Abb. 7:	Verteilung der Sommertage pro Jahr im Erfurter Raum 1961 bis 1990 (links) und 1987 bis 2016 (rechts)	6
Abb. 8:	Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Erfurt 2016	7
Abb. 9:	Verteilung der Jahresniederschlagssumme (1981 bis 2010) in Thüringen (ReKIS)	8
Abb. 10:	Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten in m/s (1961 bis 1990) in Erfurt (ReKIS) (ThKa)	9
Abb. 11:	Markierung der Schwerpunktgebiete Blitzschlaghäufigkeit im Erfurter Raum (oben) und in Thüringen (unten) im Zeitraum von 1992 bis 2015 (ThKa)	10
Abb. 12:	Markierung der Schwerpunktgebiete Starkniederschlagsintensität (50 Liter/m ² pro Stunde) im Erfurter Raum (oben) und in Thüringen (unten) im Zeitraum von 2004 bis 2015 (ThKa)	11
Abb. 13:	Markierung der Schwerpunktgebiete Hagelhäufigkeit im Erfurter Raum (oben) und in Thüringen (unten) im Zeitraum von 2004 bis 2015 (ThKa)	12
Abb. 14:	Handlungsfelder zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	14
Abb. 15:	Spielplatz im Brühler Garten (oben)	16
Abb. 16:	Abgeerntetes Maisfeld bei Erfurt (links)	20
Abb. 17:	Mobile Tröpfchenbewässerungssäcke für Jungbäume (rechts)	20
Abb. 18:	Landschaft bei Erfurt	21
Abb. 19:	Domplatz nach Starkregen 2018	24/25
Abb. 20:	Grundsteinlegung des Überlaufbeckens Karlsstraße 2018 (oben)	28
Abb. 21:	Hochwasser beim Bahnhof Erfurt-Bischleben 2013 (unten)	28
Abb. 22:	Dachbegrünung und Verschattung am Gebäude der Kita „Rasselbande“	31
Abb. 23:	Grün in der Stadt – Blick vom „Klein Venedig“ Richtung Erfurt Nordpark (links)	32
Abb. 24:	Voll versiegelte Oberfläche in der Schlösserstraße Richtung Anger	32
Abb. 25:	ICE-Ausfahrt	35
Abb. 26:	Radfahrer im Louisenpark	35
Abb. 27:	Erholungsoase am Hirschgarten mit Staatskanzlei	37
Abb. 28:	Anlieferung von Palmen am Anger	38
Abb. 29:	Wasserspiele auf dem Theaterplatz	39

Rückseite: Krämerbrücke bei Nacht

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Entwicklung der Sommer- und Hitzetage.....	5
Tab. 2:	Entwicklung der Frost- und Eistage	7
Tab. 3:	Entwicklung des Jahresniederschlags und des 1-jährlichen Ereignisses	9
Tab. 4:	Zusammengefasste Übersicht zur Entwicklung der Klimaparameter in Erfurt (Flächenmittelwerte)	13
Tab. 5:	Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld menschliche Gesundheit.....	18
Tab. 6:	Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft und Naturschutz	22
Tab. 7:	Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Wasserwirtschaft	26
Tab. 8:	Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Katastrophenschutz	29
Tab. 9:	Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Bauwesen.....	33
Tab. 10:	Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Verkehrswesen	36

1 Einleitung

Der globale Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Aktuelle Messwerte belegen den ungebrochenen Trend der globalen Erwärmung mit den damit verbundenen Folgen. Die letzten vier Jahre 2014 bis 2017 waren global die wärmsten seit Wetteraufzeichnung¹. Diese globalen Änderungen des Wärme- und Energiehaushalts führen in Deutschland und Thüringen zu regionalen und lokalen Klimafolgen, sodass die Bedingungen für das Leben der Menschen durch den Klimawandel deutlich beeinflusst werden.

Die Jahresmitteltemperatur steigt auch in Thüringen mit einem hohen und signifikanten Trend. 2014 war das wärmste und 2015 das zweitwärmste Jahr in Thüringen.² Neben diesen mittleren Änderungen von Lufttemperatur, Niederschlag und Wind sind es vor allem die zunehmenden Extremwetterereignisse, wie die Hitzesommer 2003, 2006, 2015 und 2018, der Sturm Kyrill 2007 und Frederike 2018 oder extreme Niederschläge und Überschwemmungen 2013, die zum Umdenken bei den Menschen in Thüringen führen und sie zum Handeln zwingen.

Durch die generell ansteigenden Lufttemperaturen treten vermehrt Hitzeperioden auf, die insbesondere in den exponierten Thüringer Städten wie Erfurt zu starken Hitzebelastungen führen und im ländlichen Raum vermehrt Dürreperioden (verbunden mit Ernteaussfällen) sowie Wasserknappheit mit sich bringen. Diese Hitzeperioden sind nicht nur im Sommer zu verzeichnen, sondern treten zunehmend im Spätfrühling oder Frühherbst auf. In der kalten und kühlen Jahreshälfte und insbesondere im Winter wird das Klima wesentlich milder und niederschlagsreicher, was zu Überflutungen,



Abb. 1: Hochwasser 2013 am Bahnhof Bischleben



Abb. 2: Jahrhundertdürre 2018, Feuerwehr gießt Bäume

¹ Deutscher Wetterdienst (DWD) (2017): *Klimatologischer Rückblick 2017*

² Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): *Fakten zur Klimaveränderung in Thüringen*

Bodenerosionen, Abnahme der Schneedecke und zu einer Verlängerung bzw. einem früheren Beginn der Vegetationsperiode führt.

Im Freistaat Thüringen sind die Folgen des Klimawandels bereits heute spürbar. Sich diesen klimatisch veränderten Bedingungen anzupassen, ist eine Strategie, um das hohe Schadenspotenzial zu mindern und die derzeitigen Lebensbedingungen zu erhalten. Mit der Erarbeitung des vom Thüringer Umweltministeriums 2013 initiierten Konzeptes **Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)**³ wurde ein wegweisender Schritt getan, um für die zwölf Handlungsfelder (Gesundheit, Naturschutz, Tourismus, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Boden, Wald- und Forstwirtschaft, Verkehrswesen, Bauwesen, Energiewirtschaft, Katastrophenschutz sowie Raumordnung und Landesplanung) Klimaanpassungsmaßnahmen zu entwickeln.



Abb. 3: Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen IMPAKT (links)



Abb. 4: Klimawandelfolgen in Thüringen, Monitoringbericht 2017 (rechts)

Um die Wirksamkeit der Maßnahmen zu bewerten und die Maßnahmen bei Bedarf anzupassen, wurde dazu ein indikatorbasiertes Klimafolgen-Monitoringsystem aufgebaut. Die ersten Erkenntnisse wurden in der Veröffentlichung **Klimawandelfolgen in Thüringen Monitoringbericht 2017**⁴ vorgestellt. Hierin wird der in Thüringen zu beobachtende Klimawandel bewertet und die Klimafolgen handlungsfeldspezifisch ausgewertet. Der Bericht macht deutlich, dass die Auswirkungen des Klimawandels in Thüringen sowie in Erfurt angekommen sind. Eine Fortschreibung des Maßnahmenprogramms IMPAKT ist 2019 geplant. Mit diesen Grundlagen wurde der Ausgangspunkt für den gesellschaftlichen Dialog und das strategische Handeln vom Land Thüringen gesetzt.

³ Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013): IMPAKT – Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen

⁴ Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): Klimawandelfolgen in Thüringen, Monitoringbericht 2017

Bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels bzw. bei der konkreten Umsetzung des Maßnahmenprogrammes wird den Thüringer Städten und Kommunen eine zentrale Rolle zukommen. Dabei sind örtliche Besonderheiten jeder Kommune zu berücksichtigen und die verschiedenartigen Anforderungen an die Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren. Für die Landeshauptstadt Erfurt werden Auswirkungen des Klimawandels (wie z. B. die Zunahme städtischer Hitzebelastung) erwartet, die denen zahlreicher mitteleuropäischer Großstädte gleichkommen. Dementsprechend werden sich in Städten die zu treffenden Handlungsmaßnahmen anders darstellen als in ländlich geprägten Kommunen. Die Landeshauptstadt Erfurt wirkt mit dem aus IMPAKT abgeleiteten Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung als Leuchtturm und Stellvertreter für andere städtisch geprägte Kommunen.

Da einige Klimafolgen schon heute erkennbar sind, ist es umso wichtiger, sich frühzeitig mit dem Thema der Anpassung zu beschäftigen und Konzepte zur Vorgehensweise zu erarbeiten sowie deren Umsetzung zu initialisieren. Für die Landeshauptstadt Erfurt ist die Berücksichtigung der klimatischen und lufthygienischen Aspekte aufgrund der geschützten Talkessellage im Thüringer und Erfurter Becken und dem ausgeprägten Stadtklima nicht neu. Bereits in der Vergangenheit wurden diese Umweltaspekte hier stärker beachtet als in anderen Städten (z. B. Klimaanalyse 1993, Luftreinhalteplan 1995, Thermalbefliegung 2002). Schon 2014 beauftragte die Stadt mit dem **Klimagerechten Flächenmanagement der Landeshauptstadt Erfurt** die Erstellung einer fachfundierten Grundlage zur Anpassung an den Klimawandel mit speziellem Bezug auf stadtklimatische und lufthygienische Erfordernisse. Eine Voraussetzung zur klimagerechten Stadtentwicklung stellt das darin eingearbeitete, gesamtstädtische Klimagutachten dar. Hier wurden für das gesamte Gemeindegebiet der Landeshauptstadt detaillierte Klimakarten entwickelt, die planungsrelevante Klimafunktionen wie Kaltluftleitbahnen, Durchlüftungsbereiche und Frischluftkorridore, aber auch Defizitgebiete wie Hitzeinseln und Belastungsschwerpunkte im Stadtgebiet abbilden. Diese angestoßenen Prozesse, die zur Klimaanpassung in Erfurt beitragen, werden mit dem hier vorliegenden Maßnahmenkatalog verstetigt und unterstützen in der Landeshauptstadt – wie vom Land Thüringen vorgesehen – den gesellschaftlichen Dialog und das strategische Handeln.

2 Klimawandel in Erfurt

Das Klima ist eine statistische Zusammenfassung aller Wettererscheinungen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort über einen längeren Zeitraum (mindestens 30 Jahre) charakterisiert. In Thüringen werden nunmehr seit über hundert Jahren (beginnend 1881) meteorologische Messungen durchgeführt und archiviert. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) stellt diese Daten zur Verfügung. Das ermöglicht es heute, eine weit in die Vergangenheit zurückreichende Analyse der Wetterdaten in Bezug auf den Klimawandel durchzuführen. Alle folgenden Angaben wurden von der Thüringer Klimaagentur als Fachreferat in der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie Jena bereitgestellt.

2.1 Lufttemperatur

Beim Blick auf diese gemessenen Klimadaten wird die Entwicklung bestätigt, dass die Lufttemperatur in Thüringen mit hoher Signifikanz ansteigt. Während die durchschnittliche Jahrestemperatur für den 30-Jahre-Zeitraum von 1881 bis 1910 noch 7,2 °C beträgt, sind es für den aktuell gültigen 30-Jahre-Zeitraum von 1988 bis 2017 schon 8,6 °C. Das heißt, allein die erhobenen Messdaten zeigen für Thüringen **ein nachweisbares Plus von 1,4 Kelvin**.⁵

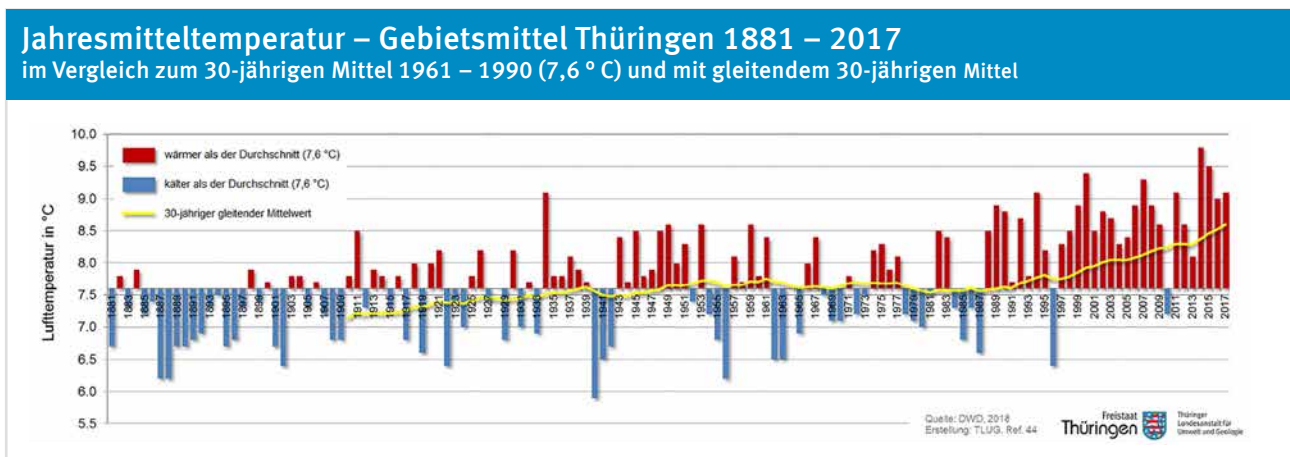


Abb. 5: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur in Thüringen im Zeitraum 1881 bis 2017 (TLUG)

Die letzten Jahresmitteltemperaturen lagen teilweise mit mehr als 10 °C an der Wetterstation Flughafen Erfurt-Weimar deutlich über den 30-Jahre-Zeiträumen. Es deutet alles darauf hin, dass mit dem fortschreitenden Klimawandel selbst diese hohen Jahreswerte durch neue Rekordjahre überschritten werden. Verschiedene Computersimulationen bekräftigen für das zukünftige Klima eine Fortsetzung sowie eine Verschärfung des beobachteten Trends und zeigen eine drastische Zunahme der mittleren Jahrestemperaturen bis zum Ende des Jahrhunderts um ca. **weitere 3 bis 4 Kelvin** (IMPAKT A1B Szenario).

Diese mittlere Änderung des Jahreswertes spiegelt nur einen Teil der gesamten Veränderungen wider. Um Klimafolgen zu bewerten, werden in der klimatologischen Begutachtung sogenannte Kenntage (Sommertage, Hitzetage, Frosttage, Eistage) ausgewertet. Die Zunahme von warmen

⁵ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Klimawandel in Thüringen

bzw. heißen Tagen im Sommer und die Abnahme der kalten Tage im Winter ist durch Messungen belegt. Ein deutlicher Anstieg zeigt sich in der Beurteilung der Sommertemperaturen. Sogenannte Sommertage sind Tage, an denen die Temperaturen im Laufe des Tages mindestens 25 °C erreichen. In den letzten 50 Jahren gab es an der Station Flughafen Erfurt-Weimar für die Anzahl der Sommertage messbare Veränderungen. Im 30-Jahre-Zeitraum 1961 bis 1990 wurden durchschnittlich 30,3 Sommertage pro Jahr ermittelt, während im 30-Jahre-Zeitraum 1987 bis 2016 schon 36,9 Sommertage auftraten. Diese Steigerung um 21 Prozent entspricht einer zusätzlichen Woche an Sommertagen pro Jahr.⁶

Zeitraum	Sommertage (Tage/Jahr)	Heiße Tage (Tage/Jahr)
1961 – 1990	30,3	4,5
1987 – 2016	36,9 ↑	7,3 ↑

Tab. 1: Entwicklung der Sommer- und Hitzetage in Erfurt (Flächenmittel)

Die Hitzetage, mit Temperaturen von mindestens 30 °C, stiegen von durchschnittlich 4,5 Tagen pro Jahr (1961 bis 1990) auf 7,3 Tage pro Jahr (1987 bis 2016).⁷ Das bedeutet einen Anstieg von ca. 62 Prozent. Die Durchschnittswerte dieser 30-Jahre-Zeiträume können in Einzeljahren deutlich übertroffen werden (vgl. Abb. 6 für die Jahre 2015 und 2018). Allein in den letzten Hitzesommern 2015 und 2018 wurden an der Umlandstation am Flughafen Erfurt mit über 36 °C neue Temperature rekorde gemessen. Die Werte an den Messstationen im Stadtgebiet lagen deutlich höher (z. B. in der Krämpferstraße mit Spitzenwerten von über 41 °C). Auch Tropennächte (mit einer Tiefsttemperatur von über 20 °C) wurden im Stadtgebiet gegenüber dem Umland deutlich häufiger erreicht.

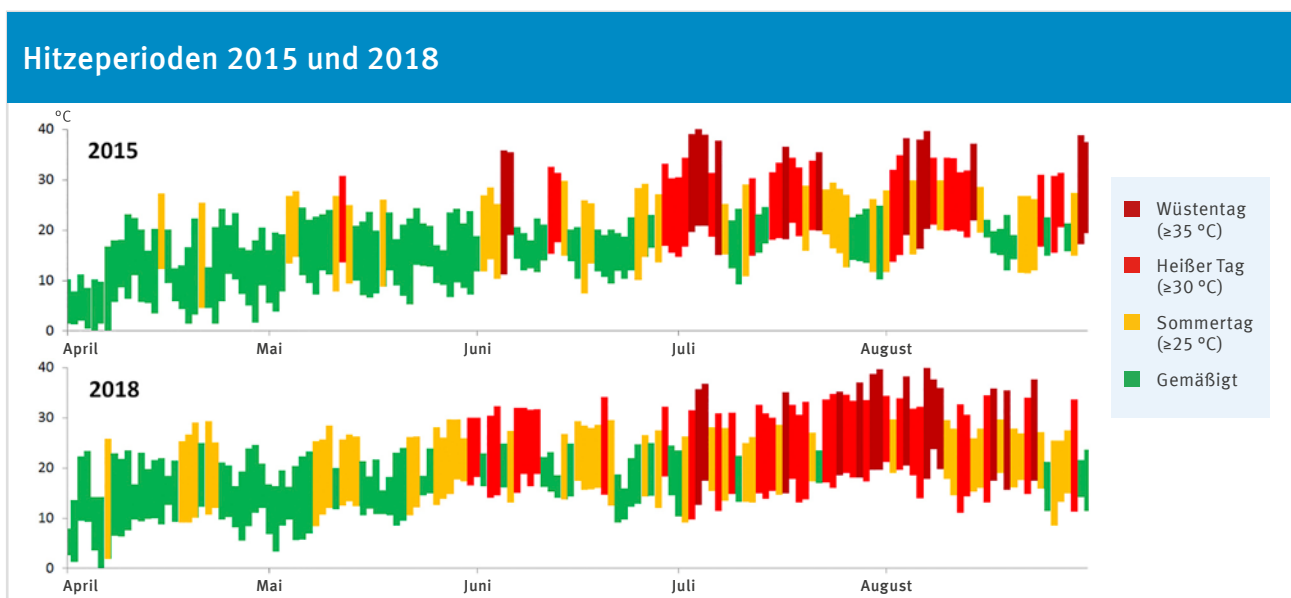


Abb. 6: Hitzeperioden 2015 (oben) und 2018 (unten), Verlauf der Tageshöchst- und tiefsttemperaturen von April bis August an der Erfurter Messstation Krämpferstraße (eingefärbt nach klimatologischen Kenngrößen)

⁶ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Sommertage

⁷ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Heiße Tage

Aufgrund der Topographie (Talkessellage mit begrenzter Durchlüftung) gibt es in Erfurt Stadträume, die stärker von Hitzetagen betroffen sind. Am häufigsten sind die tief liegenden, windgeschützten Gebiete im Erfurter Becken bzw. im Norden betroffen. Besonders stark betroffen sind vor allem die Innenstadt und angrenzende Gebiete des Kernstadtbereichs. Die Gebiete um den Steigerwald, Wiesenhügel, Egstedt, Bindersleben erhitzen sich aufgrund ihrer höher liegenden Topographie weniger.



Abb. 7: Verteilung der Sommertage pro Jahr im Erfurter Raum 1961 bis 1990 (links) und 1987 bis 2016 (rechts)

Die räumliche Darstellung der Sommertage richtet sich vorerst nach der Höhenlage und lässt Landnutzungseffekte unbeachtet. In dieser Verteilung unberücksichtigt sind demzufolge die kleinräumigen Hitze- und Wärmeinseln in dicht besiedelten Stadtgebieten, die durch eine hohe Bebauungsdichte und starke Oberflächenversiegelung verursacht sind. Hier kommt es gebietsweise zu höheren Temperaturbelastungen an Sommertagen (vgl. Abb. 8 der Klimafunktionskarte).

Frost- und Eistage sind dagegen rückläufig. Bei Frosttagen handelt es sich um Tage, an denen die Temperatur im Laufe des Tages (bzw. in der Nacht) unter 0 °C sinkt. Im 30-Jahre-Zeitraum von 1961 bis 1990 gab es im Mittel 91,1 Tage pro Jahr. In dem 30-Jahre-Zeitraum 1987 bis 2016 waren es hingegen nur noch 84 Tage im Jahr. In Bezug auf Eistage – Tage, an denen die Lufttemperatur ganztägig unter dem Gefrierpunkt liegt – lässt sich folgender Trend beobachten: Während im 30-Jahre-Zeitraum 1961 bis 1990 29 Eistage pro Jahr auftraten, waren es im Vergleich dazu 1987 bis 2016 nur 23,6 Eistage. Bei beiden bedeutet dies einen Rückgang von je etwa einer Woche.⁸

⁸ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Frosttage

Klimafunktionskarte

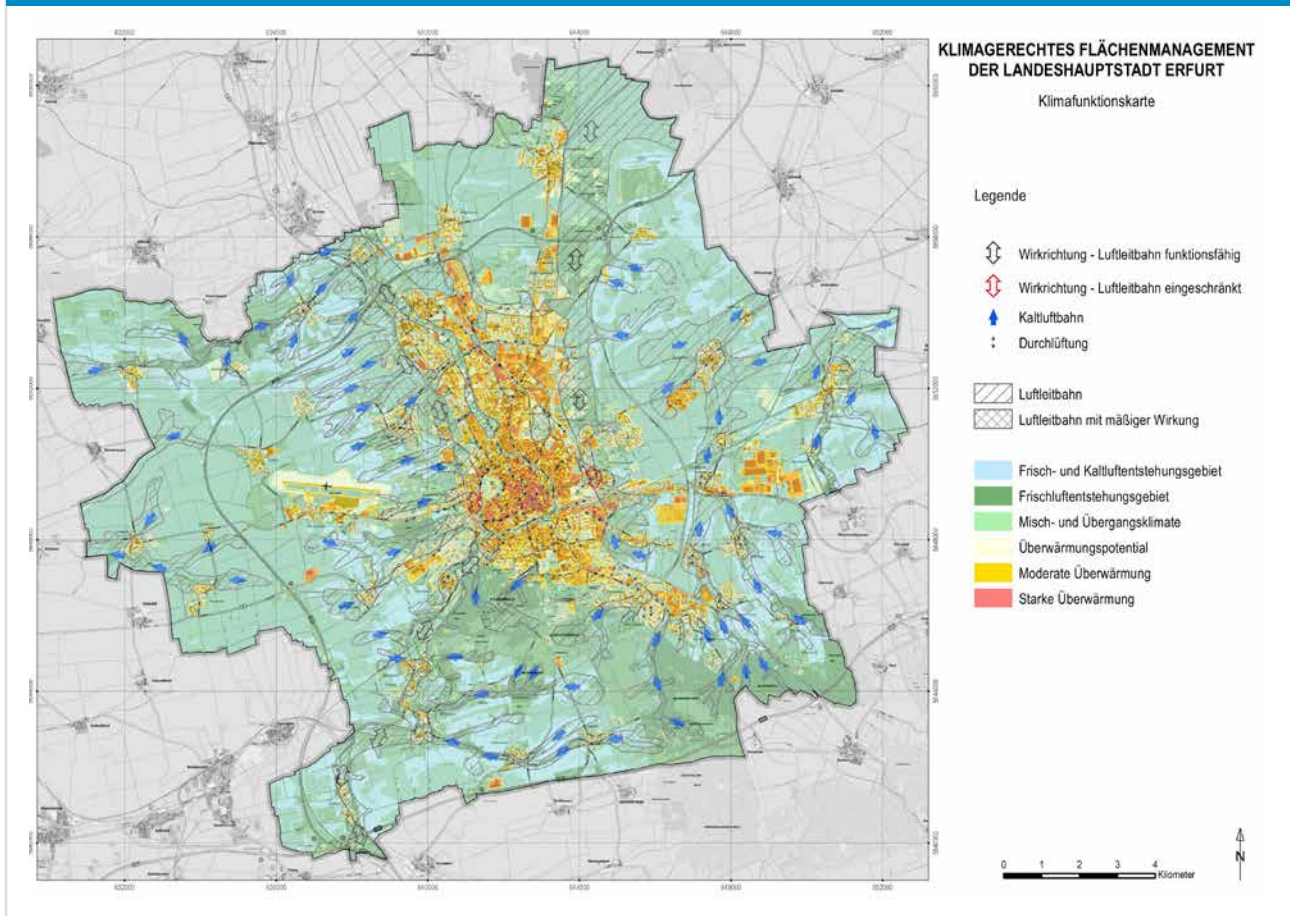


Abb. 8: Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Erfurt 2016

Im vergangenen Beobachtungszeitraum zeigen somit die Trends eine generelle Zunahme der Lufttemperatur. Für zukünftige Trends sagen die für IMPAKT durchgeführten Computersimulationen die stärksten Temperaturzunahmen mit **langfristig +4,0 Kelvin in den Sommermonaten** und **+3,7 Kelvin in den Wintermonaten voraus**. Die Übergangsjahreszeiten liegen etwas darunter mit +2,7 Kelvin im Frühling bzw. +3,5 Kelvin im Herbst.

Zeitraum	Frosttage (Tage/Jahr)	Eistage
1961 – 1990	91,1	29,0
1987 – 2016	84,0 ↓	23,6 ↓

Tab. 2: Entwicklung der Frost- und Eistage in Erfurt (Flächenmittel)

2.2 Niederschlag

Das Erfurter Becken ist nicht nur eine der trockensten Region Thüringens, sondern gehört gleichzeitig auch zu den niederschlagärmsten Räumen Deutschlands.

Für die Trends der jährlichen Niederschlagsmenge sind für Erfurt keine eindeutigen Tendenzen erkennbar. Der mittlere Jahresniederschlag betrug im 30-Jahre-Zeitraum 1961 bis 1990 durchschnittlich 600 Liter pro m². Im 30-Jahre-Zeitraum 1987 bis 2016 sind mit 630 Liter pro m² etwas mehr gefallen.⁹

Auch die Anzahl der Trockenperioden zeigt keinen statistisch belastbaren Trend. Bemerkenswert ist jedoch, dass die mittlere und die maximale Länge der Trockenperioden an der Station Flughafen Erfurt-Weimar signifikant zugenommen haben. Größere Veränderungen bestehen bei der monatlichen Niederschlagsverteilung. So ist der Monat April (1986 bis 2015) um etwa 21 Prozent trockener als im 30-Jahre-Zeitraum 1961 bis 1990. Im Juli hingegen hat die Niederschlagsmenge im Vergleich um etwa 58 Prozent zugenommen, der Juli erlangt dadurch den Spitzenplatz als niederschlagsreichster Monat. Die schadensrelevanten Starkregenereignisse sind heftiger und häufiger geworden. Während ein 1-jährliches Ereignis 1961 bis 1990 bei 28,8 Liter pro m² lag, waren es 1987 bis 2016 33,2 Liter pro m².¹⁰

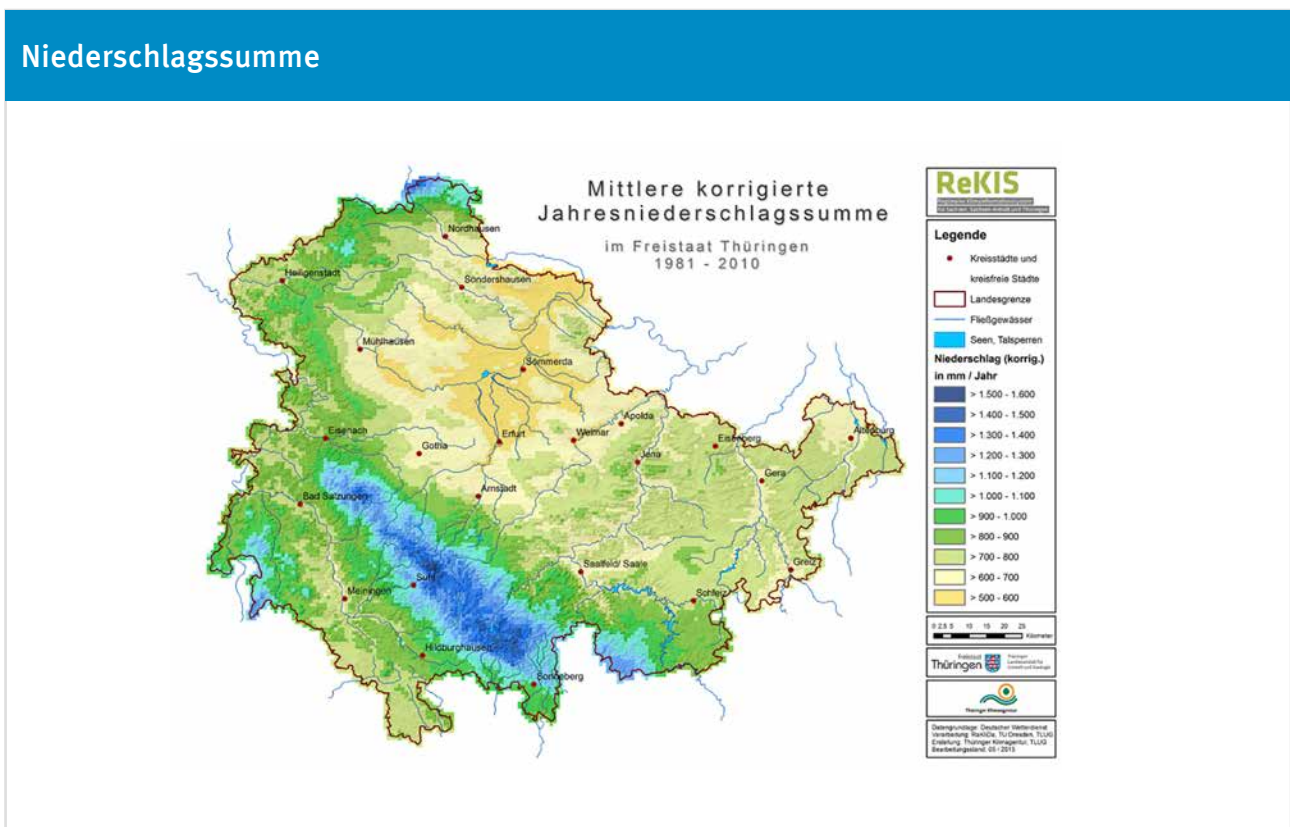


Abb. 9: Verteilung der Jahresniederschlagssumme (1981 bis 2010) in Thüringen (ReKIS)¹¹

⁹ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Jahresniederschlag

¹⁰ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur (2016): Beobachteter Klimawandel in Thüringen

¹¹ Regionales Klimainformationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen ReKIS

Für die Zukunft werden anhand der Computersimulation Abnahmen der mittleren Sommerniederschläge und Zunahmen der mittleren Winterniederschläge erwartet. Der Winter solle nach der Computersimulation die Jahreszeit mit den größten Veränderungen sein und am Ende des Jahrhunderts den Sommer als ursprünglich niederschlagsreichste Jahreszeit abgelöst haben.

Zeitraum	Jahresniederschlag (Liter pro m ²)	1-jährliches Ereignis (Liter pro m ²)
1961 – 1990	600	28,8
1987 – 2016	633 ↑	33,2 ↑

Tab. 3: Entwicklung des Jahresniederschlags und des 1-jährlichen Ereignisses in Erfurt (Flächenmittel)

2.3 Wind

Die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit – bezogen auf 10 m Höhe – ist im Erfurter Raum sehr unterschiedlich (Abb. 10). Die Talkessellage im Erfurter Becken, die städtische Bebauung, hoher Baumbewuchs und andere Faktoren setzen die Windgeschwindigkeiten örtlich herab. Höhere Windgeschwindigkeiten treten westlich vom Stadtgebiet (Fahner Höhen, Hochflächen westlich vom Flughafen) auf. Wesentlich niedrigere Windgeschwindigkeiten sind in den bebauten Kernstadtgebieten im Erfurter Becken sowie im Steigerwald und im Willroder Forst zu verzeichnen. Da der Wind eine räumlich sehr variable Größe ist, können signifikantere Unterschiede im Stadtgebiet auftreten, als es durch die Abbildung dargestellt wird. So können auf exponierten Freiflächen (Windkraftstandorte) höhere Werte vorhanden sein und in dicht bebauten Bereichen der Altstadt oder der Gründerzeit noch geringere Windgeschwindigkeiten als dargestellt.

Unter dem Einfluss des Klimawandels projizieren die Computersimulationen eine Abnahme der mittleren Windgeschwindigkeiten in allen Jahreszeiten, wobei die stärkste Abnahme in den Sommermonaten von bis zu 0,2 m pro Sekunde zu verzeichnen ist. Im Winterzeitraum, in dem die Sturmtätigkeit am größten ist, sind die Änderungen gering.

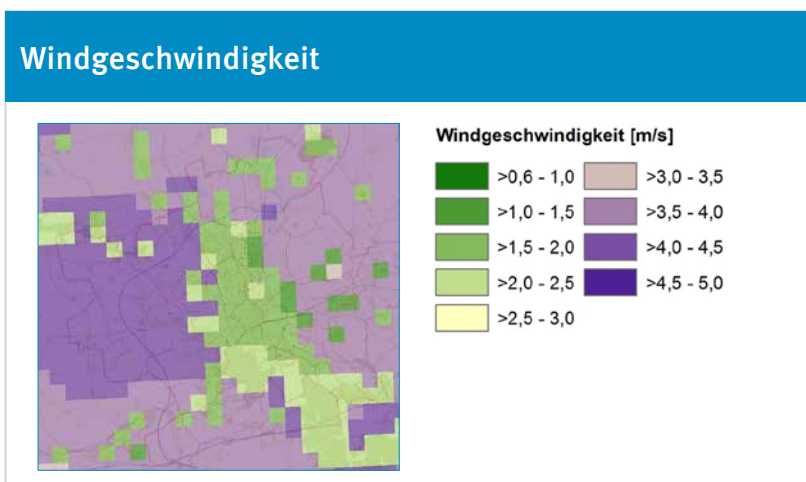


Abb. 10: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten in m/s (1961 bis 1990) in Erfurt (ReKIS) (Thüringer Klimaagentur)¹²

¹² Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013): IMPAKT – Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen

2.4 Extremwetterereignisse

Extremwetterereignisse wie Starkregen, Blitze und Hagel lassen sich auch für Erfurt beobachten.

Schwerpunktgebiete Blitzschlaghäufigkeit

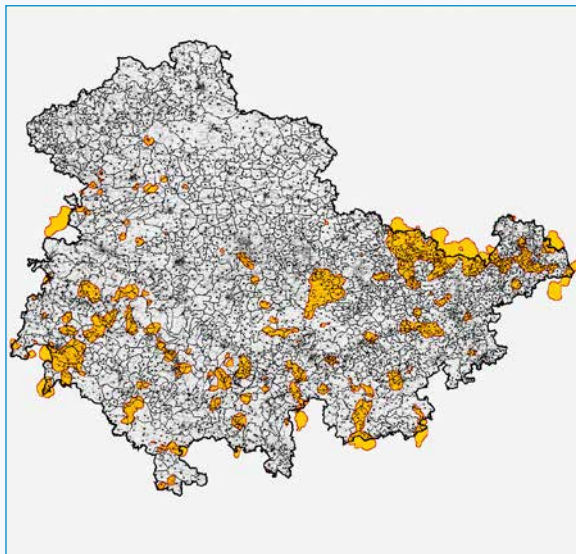


Abb. 11: Markierung der Schwerpunktgebiete Blitzschlaghäufigkeit im Erfurter Raum (oben) und in Thüringen (unten) im Zeitraum von 1992 bis 2015 (ThKa)

Seit dem Jahr 1992 wird die Blitzschlaghäufigkeit vom Deutschen Wetterdienst (DWD) gemessen und kartografisch dargestellt (Abb. 11). Für Thüringen wurden Schwerpunktgebiete definiert: Eine höhere Häufigkeit besitzen Gebiete, in denen pro Jahr und pro Quadratkilometer durchschnittlich mehr als vier Blitzeinschläge registriert werden. Als Datenbasis wurden alle gemessenen Wolke-Erde-Blitze im Zeitraum von 1992 bis 2015 verwendet. Das Schwerpunktgebiet mit den meisten gemessenen Blitzeinschlägen in Erfurt ist das Gebiet ausgehend von der Brühlervorstadt, Bereich Egapark, Hochheim, der Steigerwald bis zum westlichen Willroder Forst. Mit stellenweise mehr als 300 m Geländehöhe sind diese Gebiete die emporragenden Erhebungen in der Kommune. Deshalb befinden sich hier die meisten Blitzeinschläge. Im Vergleich zu Thüringen weisen in Erfurt nur wenige Standorte (insgesamt 18,5 km² Fläche) und häufiger auch unbewohnte Gebiete eine auffällig hohe Blitzdichte auf.¹³

¹³ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Unwettergefahren in Thüringen

Schwerpunktgebiete Starkregen

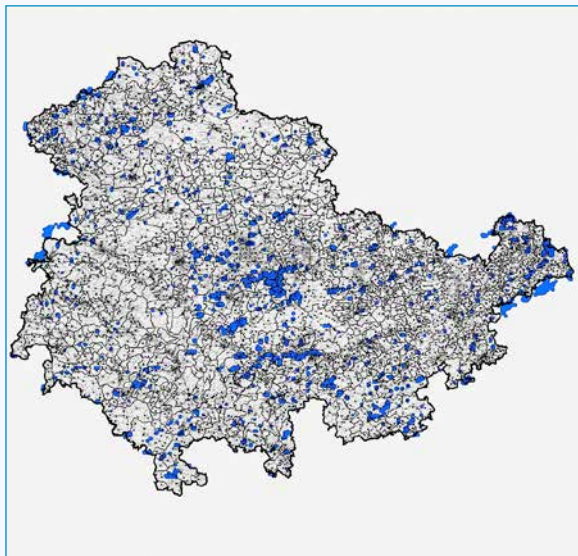
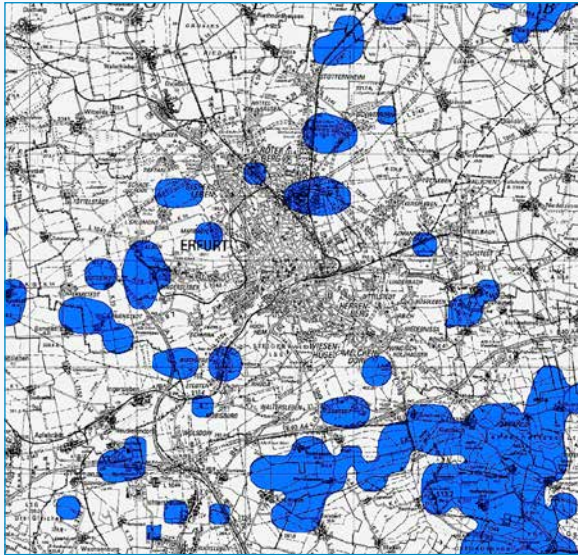


Abb. 12: Markierung der Schwerpunktgebiete Starkniederschlagsintensität (50 Liter/m² pro Stunde) im Erfurter Raum (oben) und in Thüringen (unten) im Zeitraum von 2004 bis 2015 (ThKa)

Die Gebiete mit einer hohen Starkniederschlagsintensität von mindestens 50 Liter/m² pro Stunde sind räumlich gleichmäßiger verteilt (Abb. 12). Flächige Schwerpunktgebiete sind die Bereiche südlich der Autobahn außerhalb der Stadtgrenze. Die Verteilung in Erfurt spiegelt die hohe räumliche Variabilität dieser Starkregenereignisse wider. Die Kernstadtgebiete (mit Ausnahme des Erfurter Nordens) waren nach dieser Auswertung in dem betrachteten Zeitraum weniger stark betroffen als das Umland. Ein weiterer Anstieg von Starkregenereignissen wird in Zukunft erwartet.¹⁴

Schwerpunktgebiete Hagel

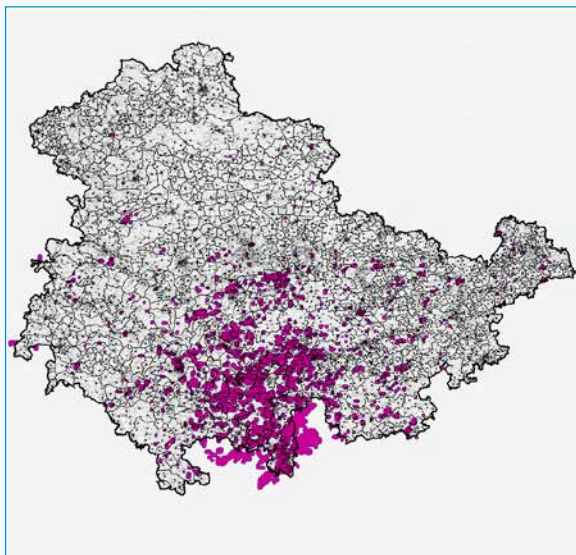
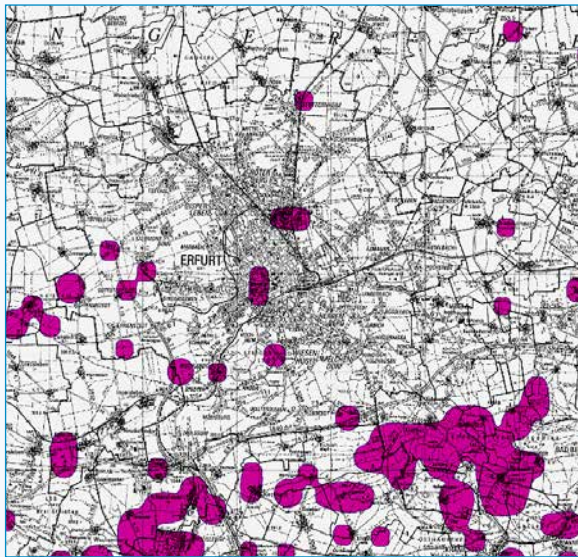


Abb. 13: Markierung der Schwerpunktgebiete Hagelhäufigkeit im Erfurter Raum (oben) und in Thüringen (unten) im Zeitraum von 2004 bis 2015 (ThKa)

Für das Hagelpotenzial wurde ein aus Radar- und Blitzinformationen kombinierter Datensatz entwickelt (Abb. 13). Gebiete, in denen es im Zeitraum von 2004 bis 2015 durchschnittlich alle zwei Jahre ein Hagelereignis pro Quadratkilometer gab, wurden als Schwerpunktgebiete ausgewiesen. In Bezug auf die Hagelhäufigkeit kam es in Erfurt in den Stadtteilen Erfurt-Altstadt (Petersberg, Domplatz, Gothaer Platz), Erfurt-Nord sowie in einzelnen umliegenden Ortsteilen zu mehr Registrierungen.¹⁵

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für die Landeshauptstadt Erfurt eine umfassende Datenbasis besteht. Zur Bewertung des lokalen Klimas liegen erfasste Messungen vor (Lufttemperatur, Niederschlag, Wind und Extremwetterereignisse), die eine kleinräumliche Differenzierung für Belastungsschwerpunkte zulassen. Die Datenbasis wird durch die Thüringer Klimaagentur erstellt, verwaltet und im weiteren Messverlauf fortgeschrieben. Die derzeitigen und zukünftigen Auswirkungen auf die verschiedenen städtischen Handlungsfelder werden im Folgenden dargestellt. Mögliche Anpassungsoptionen an die Klimafolgen werden abgeleitet und mit Beteiligung der Ämter der Stadt Erfurt ermittelt.

Tab. 4: Zusammengefasste Übersicht zur Entwicklung der Klimaparameter in Erfurt (Flächenmittelwerte)

Zeitraum	1961 – 1990	1987 – 2016	2071 – 2100 (IMPAKT)
Frosttage (Tage/Jahr)	91,1	84,0	11 bis 37 ¹⁶
Eistage (Tage/Jahr)	29,0	23,6	2 bis 8 ¹⁷
Sommertage	30,3	36,9	62 bis 72 ¹⁸
Heiße Tage (Tage/Jahr)	4,5	7,3	23 bis 27 ¹⁹
Jahresmitteltemperatur (°C)	8,4	9,2	11 bis 13

16 Deutscher Wetterdienst (DWD), Deutscher Klimaatlas

17 Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013): IMPAKT – Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen

18 Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013): IMPAKT – Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen

19 Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013): IMPAKT – Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen

3 Handlungsfelder zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel hat die Bundesregierung 2008 beschlossen. Mit den darin festgelegten Handlungsfeldern wurde der Grundstein gelegt, die Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaänderungen und deren Auswirkungen in Deutschland zu erhöhen. Für die Stadt Erfurt lassen sich daraus sechs Handlungsfelder mit hoher Relevanz für die Klimafolgen und deren Anpassungsmaßnahmen identifizieren:

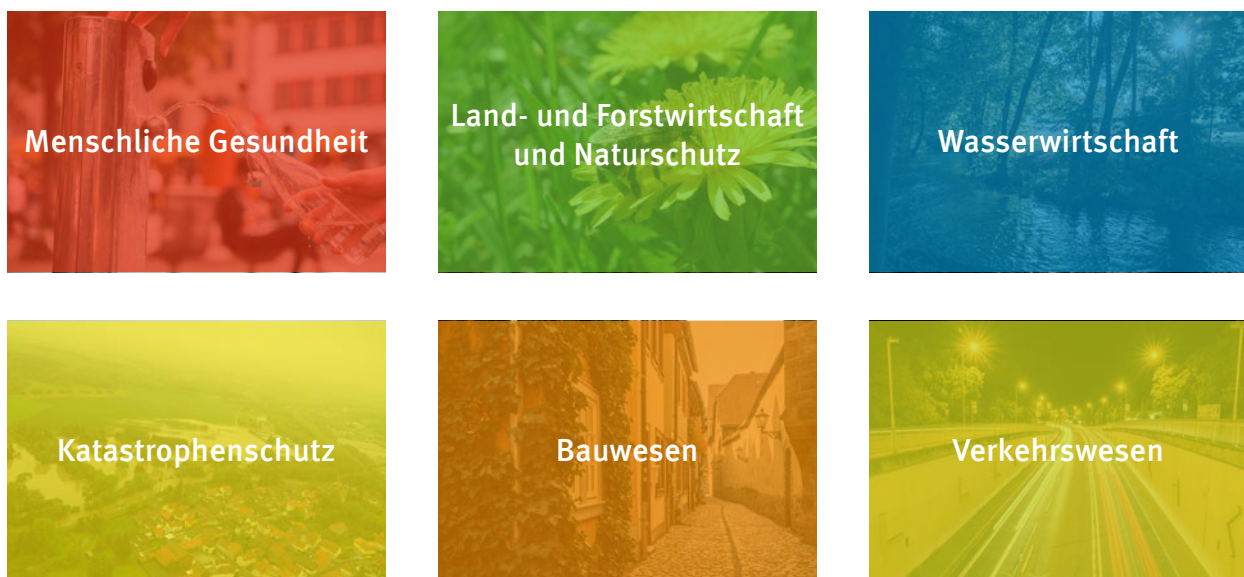


Abb. 14: Handlungsfelder zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Diese Handlungsfelder werden im Folgenden jeweils nach einem einheitlichen Schema auf ihre Klimaauswirkungen hin tabellarisch analysiert. Das Schema beinhaltet den in der Vergangenheit beobachteten Klimawandel, den für die Zukunft projizierten Klimawandel, die potenziellen Auswirkungen auf die jeweiligen Risikogruppen sowie die abgeleiteten Anpassungsmaßnahmen und Fördermöglichkeiten.

Eine Umsetzung der Einzelmaßnahmen ist generell abhängig von der Verfügbarkeit der erforderlichen finanziellen und personellen Ressourcen sowie der zeitlichen Dringlichkeit und der entsprechenden Zuständigkeit. Bei allen Maßnahmen ist auf die Verhältnismäßigkeit der Kosten zu den zu erwartenden klimabedingten Chancen und Risiken sowie der zu erzielenden Wirkung zu achten. Der interdisziplinären Verständigung kommt eine höhere Bedeutung zu, denn verschiedene Ressorts müssen für vorsorgende Planungen zur Klimaanpassung eng zusammenarbeiten. Dies gilt nicht nur innerhalb der Stadtverwaltung, sondern auch insgesamt: Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels erfolgt auf verschiedenen Handlungsebenen durch private, betriebliche, kommunale, staatliche und politische Akteur*innen. Ziel bleibt es, die verschiedenen Zielgruppen für das Thema zu sensibilisieren und zu aktivieren, indem zu den Handlungsfeldern gezielte Informationen und Anreize gegeben werden.



3.1 Menschliche Gesundheit

Die Gesundheit ist das höchste Gut des Menschen. Ziel des Handlungsfeldes ist es, auch unter den Bedingungen des Klimawandels die Gesundheit der Bevölkerung durch ein leistungsfähiges und bedarfsgerechtes Gesundheitswesen und eine angemessene Eigenvorsorge der Menschen zu erhalten. Es gilt das Vorsorgeprinzip: Schäden und Risiken müssen frühzeitig erkannt und minimiert werden.

Der Klimawandel bringt für die Erfurter vielfältige klima- bzw. witterungssensitive Gesundheitsrisiken mit sich. Bei den Risikogruppen kann dies entweder direkt oder indirekt zu Verletzungen/Erkrankungen, Folgeerkrankungen und Todesfällen führen. Zu den sozioökonomischen Faktoren gehört der demographische Wandel. Mit einem Durchschnittsalter von 44,2 Jahren bei ca. 213.000 Einwohner*innen (Stand 31.12.2017) ist auch die Stadt Erfurt betroffen. Die Zahl der über 65-jährigen Erfurter verdoppelte sich nahezu auf über 46.000 in den letzten Jahrzehnten. Eine alternde Bevölkerung ist generell anfälliger für Hitzestress und andere Klimafaktoren.²⁰

Zunehmende Hitze gehört dabei zu den unmittelbaren, wahrscheinlichsten Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit. Die stetig steigende Anzahl an heißen Tagen und Tropennächten (an denen es vor Sonnenaufgang immer noch über 20 °C warm ist) führt bei Menschen dazu, dass das Herz-Kreislauf-System auf Hochleistung läuft und die Regenerationsfähigkeit deutlich herabgesetzt wird. In Kombination mit hoher Luftfeuchte wird der Kreislauf zusätzlich belastet, da der körpereigene Kühlmechanismus nicht richtig funktioniert. Die Belastungsfähigkeit sinkt mit zunehmender Andauer der Hitze. Gerade bei älteren Menschen,

²⁰ Landeshauptstadt Erfurt, Faltblatt Daten und Fakten 2018

Kindern und Babys sowie Schwangeren und (chronisch) Kranken besteht die Gefahr, dem Ganzen nicht gewachsen zu sein. Eine Folge davon können Dehydrierung und Hitzschlag sowie eine verminderte Leistungsfähigkeit sein.



Abb. 15: Spielplatz im Brühler Garten

Der in Vergangenheit beobachtete Klimawandel lässt einen Trend über die Zunahme der Hitzetage erkennen (Anstieg von 4,5 auf 7,3 Tage pro Jahr). Bei Blick auf den projizierten Klimawandel steigt dieser im langfristigen Szenario (A1B) auf 23 bis 27 Tage an. Dies entspricht mehr als einer Verdreifachung gegenüber den heutigen Verhältnissen. Neue Simulationen (RCP 8.5) gehen von einem noch größeren Anstieg aus. Der städtische Wärmeinseleffekt verstärkt diese Auswirkungen lokal. Neben den Belastungen für das Herz-Kreislauf-System und den möglicherweise daraus entstehenden Erkrankungen können andere nicht-infektiöse Krankheiten (Hautkrebs, Allergien) und infektiöse (vektorbasierte Krankheiten, wasser- und lebensmittelassoziierte Krankheiten) Gesundheitsrisiken vermehrt auftreten. So haben die Hautkrebserkrankungen durch erhöhte UV-Strahlung zugenommen. Auch eine verminderte Lungenfunktion, entzündliche Reaktionen in den Atemwegen und Atemwegsbeschwerden sind eine Folge der Entstehung von bodennahem Ozon, welches bei intensiver Sonneneinstrahlung gebildet wird.

Für das Amt für Soziales und Gesundheit sind gemeinsame Anstrengungen zur Prävention von Hitzeauswirkungen auf die Bevölkerung als Aufgabe des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes zu sehen.

Grundlage sollte hier die Anlehnung an die WHO-Leitlinien und Handlungsempfehlungen der Bund/Länder-Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Gesundheitliche Anpassung an die Folgen des Klimawandels (GAK)“ sein. So wird sich für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit ausgesprochen, um präventive Handlungsmöglichkeiten zu etablieren. Diese durch Bund und Länder abgestimmte Vorgehensweise sieht folgenden Aufbau vor:

Hitzeaktionsplan

1. Zentrale Koordinierung und interdisziplinäre Zusammenarbeit

- Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle in der Kommune, welche die Maßnahmen der unterschiedlichen Akteur*innen im Hitzefall koordiniert (Hitzeaktionsplan)

2. Nutzung eines Hitzewarnsystems

- Weitergabe der Hitzewarnung an die Adressaten (Bürger*innen, soziale Einrichtungen), über Massenmedien, Öffentlichkeitsarbeit, Aushänge, soziale Netzwerke etc.

3. Information und Kommunikation

- Zielgruppenspezifische Kommunikation von hitzeassoziierten Gesundheitsinformationen (gesundheitliche Aufklärung, Pflichtaufgabe des ÖGD)

4. Reduzierung von Hitze in Innenräumen

- kurzfristige Verhaltensmaßnahmen, technische Lösungen, mittelfristig gebäudebezogene Kühlungsmaßnahmen (nachhaltige passive und aktive Kühlung)

5. Besondere Beachtung von Risikogruppen

6. Vorbereitung der Gesundheits- und Sozialsysteme

- Fort- und Weiterbildung von Beschäftigten im Gesundheits- und Sozialwesen
- Maßnahmenpläne für Einrichtungen (z. B. Pflegeheime, Kitas, Schulen, Krankenhäuser, Tagesstätten, Arbeitsstätten etc.)

7. Langfristige Stadtplanung und Bauwesen

- z. B. gebäudebezogene Maßnahmen, stadtplanerische Maßnahmen mit Grünanlagen, Trinkwasserspender im öffentlichen Raum

8. Monitoring und Evaluation der Maßnahmen

In der folgenden Tabelle (Tab. 5) werden Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit zusammengefasst. Risikogruppen und potenzielle Anpassungsmaßnahmen werden übersichtsartig dargestellt.

Tab. 5: Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit

Menschliche Gesundheit		
KLIMAWANDEL (Vergangenheit)	Zunahme der Sommertage (von 30 auf 37 pro Jahr gestiegen) Zunahme der Hitzetage (von 5 auf 7 pro Jahr gestiegen) Zunahme der Sonnenscheindauer im Sommer (Juli, August)	KLIMAWANDEL (Zukunft) Zunahme der Sommertage (auf 62 bis 72 Tage pro Jahr) Zunahme der Hitzetage (auf 23 bis 27 Tage pro Jahr) Zunahme der Tropennächte Längere und intensivere Hitzeperioden, Entstehung von bodennahem Ozon Zunahme der Sonnenscheindauer im Sommer, UV-Strahlung Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, Hagel, Sturm)
AUSWIRKUNGEN	Nicht-infektiöse Krankheiten Herz-Kreislauferkrankungen durch Hitzestress Unwettergefahren durch Sturm, Starkregen, Hagel, Hitze Hautkrebsrisiko durch erhöhte Sonnenscheindauer/UV-Strahlung Belastung für Pollenallergiker (z. B. Ambrosia, Eichenprozeptionsspinner) Infektiöse Krankheiten Vektorbasierte Krankheiten (z. B. Borreliose, FSME, Hantavirus) Wasserassoziierte Krankheiten (z. B. Krankheitserreger, Blaulge) Lebensmittelassoziierte Krankheiten (z. B. Salmonellen, Campylobakta)	ANPASSUNGS- MASSNAHMEN Schlüsselrolle: Verhaltensanpassung in Beruf und Freizeit Öffentliche und private Investitionen in die Gebäudekühlung / Wärmeschutz Öffentliche Investitionen in die Klimagerechte Stadtentwicklung Kampagnen für Nachbarschaftshilfemodelle Schulungsmaßnahmen von Kranken-, Erzieher- und Pflegepersonal Einrichten eines Warnsystems für Hitze und Unwetter Kampagnen zur Prophylaxe (Verhaltensanpassung) und Früherkennung Monitoring und Bekämpfung allergener Pflanzen in sensiblen Bereichen Impfungen Ausweisung und Aktualisierung von Risikogebieten Verhaltensanpassung in Beruf und Freizeit Trinkwasser- und Badegewässerqualität und Monitoring Kampagnen zum richtigen Umgang mit Lebensmitteln
RISIKOGRUPPEN	Hochaltrige und pflegebedürftige Senioren (Pflege- und Betreuungseinrichtungen), (chronisch) Kranke (Krankenhäuser), Menschen mit Vorerkrankungen, mit überwiegender Arbeit im Freien, mit Übergewicht oder bei Medikamenteneinnahme, Schwangere, Kinder und Säuglinge	Hochaltrige und pflegebedürftige Senioren (Pflege- und Betreuungseinrichtungen), (chronisch) Kranke (Krankenhäuser), Menschen mit Vorerkrankungen, mit überwiegender Arbeit im Freien, mit Übergewicht oder bei Medikamenteneinnahme, Schwangere, Kinder und Säuglinge
FÖRDERER UND DIENSTLEISTER	Kreditanstalt für Wiederaufbau Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit Thüringer Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft Deutscher Wetterdienst Thüringer Landesamt für Verbraucherschutz	ANGEBOTE (Auszug) Energieeffizient Sanieren und Bauen Kälte-Klima-Richtlinie, Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel Förderung städtebaulicher Maßnahmen (Städtebauförderungsrichtlinien) Hitzewarnsystem für Gemeinden Informationssystem der Thüringer Badegewässer und des Trinkwassers Merkblätter zu vektor- und lebens mittelassozierten Krankheiten



3.2 Land- und Forstwirtschaft und Naturschutz

Der flächenmäßig größte Anteil in der Stadt Erfurt wird landwirtschaftlich genutzt (164 km²). Dies entspricht einem Anteil von ca. 61 Prozent an der Gesamtfläche Erfurts (270 km²). Wald- und Grünflächen nehmen mit 44 km² den zweitgrößten Anteil (ca. 16 %) der Stadt Erfurt ein.²¹ Darüber hinaus besitzt die Stadt Erfurt drei Naturschutzgebiete (Alacher See, Aspenbusch, Schwellenburg) mit ca. 1,3 km² und zahlreiche geschützte Landschaftsbestandteile, Landschaftsschutz- und Vogelgebiete sowie FFH^{22, 23}. Klimatische Veränderungen und deren Auswirkungen auf die land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen sowie auf die Schutzgebiete sind für Erfurt aufgrund des beträchtlichen Flächenanteils von großer Bedeutung.

Ein positiver Einfluss ist durch die Klimaänderung insofern gegeben, als die Vegetationsperiode früher beginnt und somit (z. B. beim Ackerbau von bis zu 9 Monaten auf bis zu 11 Monate) verlängert wird. Dabei ist zu überlegen, ob eine Änderung der Fruchtfolge (Bewirtschaftung der Felder) möglich ist. Die Anzahl der Spätfröste nimmt ab und wirkt sich positiv auf die Ertragsfähigkeit aus. Trotz dieser positiven Aspekte überwiegen die negativen Auswirkungen, die die klimatischen Veränderungen mit sich bringen. So werden die Landwirt*innen mit sinkenden Wasserbilanzen sowie längeren Trockenperioden und heißen Tagen konfrontiert. Das hat u. a. zur Folge, dass in Zukunft die klimatische Wasserbilanz (d. h. der gefallene Niederschlag abzüglich der potenziellen Verdunstung) in der ackerbaulichen Vegetationsperiode abnimmt. Dies kann dazu führen, dass die Rahmenbedingungen für landwirtschaftliche Pflanzen sowie bestimmte Baumarten in der Forstwirtschaft (z. B. Fichte) sich verschlechtern und sich auf

²¹ Landeshauptstadt Erfurt, Erfurt in Zahlen

²² Flora-Fauna-Habitate

²³ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Umwelt regional, Naturschutzgebiete



Abb. 16: Abgeerntetes Maisfeld bei Erfurt



Abb. 17: Mobile Tröpfchenbewässerungssäcke für Jungbäume

Wachstum oder Ertrag negativ auswirken und damit für den Anbau nicht mehr geeignet sind. Neue landwirtschaftliche Bewässerungskonzepte in Verbindung mit Fernwassernutzung müssen geprüft werden. Zudem ist zu beachten, dass durch die heißen Tage die Waldbrandgefahr im Steiger und Willroder Forst zunimmt.

Heißere Temperaturen begünstigen durch die Trockenheit zwar tendenziell den Bedeutungsverlust von Pilzen (viele Pilzarten sind auf Feuchtigkeit angewiesen), aber einen Bedeutungsgewinn von Wärme liebenden Schadenserregern in Form von Unkräutern und Insekten (Rapsglanzkäfer, Mittelmeerfruchtfliege, Borkenkäfer). Durch die Verringerung von Frostperioden erhöht sich die Gefahr eines Befalls durch Mäuse, Läuse und Schnecken.

Auch auf die Haltung gesunder, leistungsfähiger Tiere (Geflügel- und Viehzucht) können sich insbesondere Hitzeperioden negativ auswirken. So besitzt jede Art einen thermischen Optimalbereich. Sehr hohe Temperaturen führen zu Hitzestress in den Stallungen und auf der Weide und somit zu Risiken für die Tiere. In den Ställen wird eine erweiterte Installation von Lüftungsanlagen bzw. eine Steigerung der Kühlleistung eine finanziell anlastende, aber unumgängliche Folge sein. Eine weitere Problematik durch die Klimaerwärmung ist laut Veterinäramt die Gefährdung der Tierbestände durch Tierseuchen und Zoonosen. Auch die Ausbreitung und das Überleben bestimmter blutsaugender Insekten und Zecken in einem wärmeren Klima dürften künftig eine wesentliche Rolle bei der Übertragung von „exotischen“ Krankheiten spielen. Hier wären Erkrankungen wie die Blauzungenkrankheit, Infektionen mit dem Schmallenberg-Virus, West-Nil-Fieber, Borreliose, Babesiose oder Leishmaniose zu nennen. Die Nichteinhaltung von Hygienestandards in der Landwirtschaft und deren Produkte können bei erhöhten Durchschnittstemperaturen ebenfalls zur verstärkten Ausbreitung lebensmittelassoziierter Erreger in der nachfolgenden Veredelungswirtschaft führen.



Abb. 18 Landschaft bei Erfurt

Mit dem Trend zu häufigeren Stürmen muss an exponierten Stellen in den Wäldern der Stadt Erfurt mit häufigerem Windwurf und -bruch gerechnet werden. Pfahlwurzler (z. B. Kiefer und Eiche) sollten in die Flachwurzlerbestände (wie der Fichte) integriert werden. Darüber hinaus sind ein Mischwald und eine Waldverjüngung weniger anfällig für hohe Windlasten als Wälder, welche aus Monokulturen und alten Bäumen bestehen. Der bereits begonnene Waldumbau in Erfurt sollte somit fortgeführt werden. Des Weiteren sollten notwendige Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen überwiegend als Aufforstung mit trockenheitsresistenten Baumarten umgesetzt werden. Ein wichtiger Baustein ist das Projekt „SiKEF-BUGA-2021: Stadtgrün im Klimawandel – Erfurter Stadtgrünkonzept – ein BUGA 2021-Begleitprojekt“.²⁴ Grundsätzlich werden zwei Zielrichtungen im Projekt verfolgt: eine Anpassung des Stadtgrüns an die Auswirkungen des Klimawandels (z. B. Auswahl geeigneter Arten) wie auch die Möglichkeiten der Anpassung durch Stadtgrün (z. B. Konzeption von klimawirksamen Grünstrukturen).

In Hinblick auf den Naturschutz gilt, die biologische Vielfalt zu erhalten und gleichzeitig die Leistungs- und Funktionsfähigkeit der Naturgüter zu sichern. Ein wesentlicher Einflussfaktor auf das Ökosystem (Tiere und Pflanzen) ist der Jahresgang von Temperatur und Niederschlag. Mit dem früher einsetzenden Frühling und dem später endenden Herbst verschieben sich die Blüh- und Brutzeiten. Dies kann dazu führen, dass z. B. Schmetterlingsraupen den Blattaustrieb ihrer Nahrungspflanze verpassen, wenn dieser verfrüht stattfindet.

Dabei ist eine Verschiebung der monatlichen Niederschlagssummen (Zunahme von Niederschlag im Herbst, Winter und im Juli) zu erkennen. Die Lebensraumbedingungen in den jeweiligen ökologischen Nischen ändern sich und somit die Zusammensetzung der Artengemeinschaften. Kältetolerantere Arten werden es zunehmend schwieriger haben, während wärmebedürftigere (nicht heimische, gebietsfremde) Arten und Pflanzen in Zukunft hinzukommen. Der Klimawandel vollzieht sich derzeit so schnell, dass der natürlichen Anpassung (Adaption) von Arten und Lebensgemeinschaften deutliche Grenzen gesetzt werden.²⁵ Arten mit einem begrenzten ökologischen Toleranzbereich sind hoch gefährdet. Insbesondere Arten, die bereits auf der „Roten Liste“ geführt werden, sind durch zusätzliche Erhaltungsrisiken betroffen (Tab. 6).

²⁴ Landeshauptstadt Erfurt, SiKEF-BUGA-2021: Stadtgrün im Klimawandel – Erfurter Stadtgrünkonzept – ein Buga 2021-Begleitprojekt

²⁵ Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): Klimawandelfolgen in Thüringen, Monitoringbericht 2017

Tab. 6: Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft und Naturschutz

Land- und Forstwirtschaft und Naturschutz			
KLIMAWANDEL (Vergangenheit)	Zunahme der Sommertage (von 30 auf 37 pro Jahr gestiegen)	Zunahme der Sommertage (auf 62 bis 72 Tage pro Jahr)	
	Zunahme der Hitzetage (von 5 auf 7 pro Jahr gestiegen)	Zunahme der Hitzetage (auf 23 bis 27 Tage pro Jahr)	
	Auftretthäufigkeit hoher bis sehr hoher Waldbrandgefahr 3 bis 9 Tage im Jahr	Steigerung der Waldbrandgefahr um weitere 15 bis 21 Tage im Jahr	
	Trockenperioden ca. 4 pro Jahr (mit mehr als elf niederschlagsfreien Tagen)	Trockenperioden ca. 6 pro Jahr (mit mehr als elf niederschlagsfreien Tagen)	
	Niedrige klimatische Wasserbilanz (100 bis 500 Liter pro m ² im Jahr)	Abnahme der klimatischen Wasserbilanz um 150 bis 200 Liter pro m ² im Jahr	
	Zunahme schwerer Stürme und maximaler Windböen (ca. 37 m/s)	Zunahme schwerer Stürme und stärkere maximale Windböen (ca. 42 m/s)	
AUSWIRKUNGEN	Landwirtschaft Verlängerung der Vegetationsperiode (210 auf 226 Tage pro Jahr) Weniger Spätfröste Ertrags- und Qualitätseinbußen durch Trockenheit, Hitze, Sturm und Hagel	ANPASSUNGS- MASSNAHMEN Anpassung der Saat- und Erntetermine, Chance der Zweikulturennutzung Chance für Winterweizen und -roggen Feldberegnung, wassereffiziente und klimaangepasste Kulturen, Erhöhung der Strukturvielfalt, Pflügen gegen den Hang Anpassung der Bodenbearbeitung zum Wasserrückhalt, Windschutzhecken Angepasster Pflanzenschutz, Beratungs- und Aufklärungskampagnen Klimatisierte Stallungen, Wasserversorgungs- und Nährstoffmanagement, Förderung extensiver Tierhaltung, Überwachung von Tierseuchen Schaffung einer hohen Strukturvielfalt (Baumarten und Altersklassen) Anbau standortgerechter trockenheitstoleranter Arten und Schutz vor Schädlingen Erweiterung zu strukturreichen Beständen und Erweiterung mit Pfahlwurzeln (z. B. Eichen) Sensibilisierung der Bevölkerung, Kontrollgänge und ggf. Waldsperrungen Erschließung neuer Rückzugsgebiete (Naturschutzgebiete/Biotopvernetzung) und Wiedervernässung von Feuchtgebieten Auenrenaturierung und naturnahe Entwicklung von Grünflächen Erhaltung grüner Bänder und Reduzierung anthropogener Barrieren, Überwachung, ggf. Bekämpfung invasiver Arten	
	Forstwirtschaft Steigendes Risiko schadensträchtiger Unwetter durch häufigere und extremere Hitze- und Trockenperioden Windwurf und -bruch Waldbrandgefahr		
	Naturschutz Verlust von Feuchthabitaten, Zunahme trockener Lebensräume. Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen (Rückzug heimischer Arten und Ausbreitung nicht heimischer Arten)		
	Landwirt*innen und landwirtschaftliche Tierhalter*innen, Waldeigentümer*innen und -bewirtschafter*innen, Gärtner*innen und Gartenbesitzer*innen		
	Thüringer Landesamt für Landwirtschaft		
	Deutscher Wetterdienst EU, Land Thüringen		
	RISIKOGRUPPEN		Landwirt*innen, landwirtschaftliche Tierhalter*innen, Waldeigentümer*innen und -bewirtschafter*innen, Gärtner*innen und Gartenbesitzer*innen
	FÖRDERER UND DIENSTLEISTER		ANGEBOTE (Auszug) Thüringer Pflanzenanbau im Klimawandel Anpassung der Thüringer Landwirtschaft an den Klimawandel Bewässerung als Anpassungsstrategie an den Klimawandel Prüfung verschiedener Wintersorten (Weizen, Gerste u. a.) Warnsystem für Gemeinden (vor Extremereignissen) ELER, GAK, KULAP



3.3 Wasserwirtschaft

Wasser ist nach Luft das wichtigste Element überhaupt. In nahezu allen Bereichen wird Wasser benötigt. Ob als Lebensmittel für den Menschen, als Roh- und Betriebsstoff in der Industrie, zur Bewässerung in der Landwirtschaft oder zur Erholung und Freizeit an Gewässern. Dabei ist es wichtig, Wasser in guter Qualität vorzufinden und zu erhalten.

Erfurt besitzt mit dem Fluss Gera und dem Flutgraben zwei Gewässer 1. Ordnung. Die übrigen Gewässer, wie z. B. die Zuflüsse der Gera (Nesse, Wiesenbach, Eselsgraben, Schwemmbach und Weißbach), sind Gewässer der 2. Ordnung, ebenso die Schmale Gera, der Linderbach, der Peterbach sowie die Gramme.²⁶

Die Trinkwasserversorgung der Stadt Erfurt erfolgt zum Teil durch Fernleitungen (Ohra-Talsperre mit der Trinkwasseraufbereitungsanlage Luisenthal). Der überwiegende Anteil der Einwohner*innen des Versorgungsgebietes wird mit Mischwasser versorgt. Dieses setzt sich zu 70 Prozent aus Fernwasser und zu 30 Prozent aus Grundwasser der Wasserwerke Möbisburg I und II sowie dem Steiger zusammen, welche seit jeher der Trinkwasserversorgung dienen. In Hochbehältern werden beide Wässer zusammengeführt. Darüber hinaus wird ein geringer Teil der Einwohner*innen im Versorgungsgebiet ausschließlich mit Fernwasser versorgt.

Der Wasserverbrauch war in der Stadt Erfurt mit 113,1 Liter je Einwohner*in und Tag (Stand 2010) der höchste unter allen Kreisen und kreisfreien Städten (Thüringen 88,6 Liter).²⁷ Mit fortschreitendem Klimawandel wird die klimatische Wasserbilanz (d. h. der Niederschlag abzüglich der potenziellen Verdunstung) abnehmen. Wahrscheinliche Auswirkungen (ausreichende Verfügbarkeit)

²⁶ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, *Umwelt regional, Hydrogeologie und Niederschlag*

²⁷ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, *Umwelt regional, Hydrogeologie und Niederschlag*

sind auch an die landesweite Bevölkerungsentwicklung gekoppelt und müssen durch die Fernwasserversorger beurteilt werden.

Die Grundwasserneubildung ist abhängig von dem Oberflächenwasser bzw. dem Niederschlag. In Erfurt ist diese niedriger als im Thüringer Durchschnitt (auch bedingt durch geologische Gegebenheiten). Nach Untersuchungen der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie wurde diese im Mittel mit nur 75 mm pro Jahr ermittelt. Bei längeren Trockenperioden kann sich der Grundwasserspiegel absenken.

Mit Blick auf das klimatische Zukunftsszenario (2071 bis 2100) nehmen Hitze (höhere Verdunstung) und Trockenperioden (weniger Niederschlag) in Häufigkeit und Ausmaß zu. Auswirkungen der geringeren Wasserverfügbarkeit im Frühjahr und Sommer betreffen neben der Trinkwasserversorgung auch die Landwirtschaft sowie Flora und Fauna und die Erfurter Gewässer (verstärktes Algenwachstum, Anreicherung von Schadstoffen, geringe Sauerstoffkapazität).

Weitere im Bereich Wasser auftretende Risiken, die durch den Klimawandel verstärkt werden, sind häufigere und extremere Hochwasser- und Starkregenereignisse.²⁸ Extremereignisse treten definitionsgemäß zwar sehr selten auf, dafür aber mit enormer Schadenswirkung. Nach den Ergebnissen der Klimamodelle verdoppeln sich in Zukunft ergiebige Niederschläge (mit mehr als 50 Liter pro m² am Tag). Die jahreszeitliche Verschiebung der Niederschläge (Zunahme von Regen im Winter und Herbst) bringt Entlastungen in Verbindung mit der Schneeschmelze und birgt aber neue Risiken durch insgesamt höhere Niederschlagsmengen. Auch die maximal mögliche Niederschlagsmenge ist im langfristigen Klimaszenario wesentlich höher als heute. Häufigere Kanalnetzüberlastungen und Überflutungen sind die Folgen. Aussagen über Niederschlagshöhen bietet der vom DWD erstellte

²⁸ Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): Klimawandelfolgen in Thüringen, Monitoringbericht 2017



Abb. 19: Domplatz nach Starkregen 2018



KOSTRA-Atlas. Ein Anwendungsbereich für diese rasterbasierte Starkniederschlagsauswertung ist die Dimensionierung wasserwirtschaftlicher Bauwerke. Dazu gehören z. B. Kanalnetze, Kläranlagen, Pumpwerke, Rückhaltebecken und die Dimensionierung von Entwässerungssystemen sowie Versickerungsanlagen. Mithilfe von KOSTRA ist es jedoch auch möglich, die Niederschlagshöhe starker Regenereignisse bezüglich ihrer Jährlichkeit einzuschätzen.²⁹

Eine Möglichkeit, um die Auswirkungen von Starkregenniederschlägen abzumildern (in Hinblick auf den Gebäude- und Katastrophenschutz), ist, das Regenwassernetz von der Kanalisation abzukoppeln (sofern technisch machbar). Durch den Bau von dezentralen Rückhaltebecken lassen sich die Schäden durch Überschwemmungen minimieren. Gleichzeitig steht ein Wasserspeicher für Dürreperioden zur Verfügung. Die Minimierung der Oberflächenversiegelung ist eine weitere Möglichkeit.

In der gültigen Gebührensatzung des Erfurter Entwässerungsbetriebs sind in diesem Zusammenhang bereits finanzielle Anreize für unterschiedliche Flächenbefestigungen und Speichereinrichtungen enthalten. Ein Anreiz für weniger Oberflächenversiegelung ist durch den Erfurter Entwässerungsbetrieb gegeben (weniger Gebühren für weniger stark versiegelte Flächen). Dennoch muss das Bewusstsein für weniger versiegelte Oberflächen gestärkt werden.

Um Schadensersatzforderung bei z. B. überfluteten Straßen zu reduzieren, ist eine umfassende Regenwasserbewirtschaftung (Rückhaltung und Versickerung) in den Planungsphasen und im Hochbau zu berücksichtigen sowie durch finanzielle Anreize zu unterstützen (Tab. 7). Auch bei schweren landwirtschaftlichen Dürren kann eine Regenwasserbewirtschaftung Minderungen der wirtschaftlichen Auswirkungen erreichen.

²⁹ Deutscher Wetterdienst (DWD), *Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung (KOSTRA)*

Tab. 7: Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Wasserwirtschaft

Wasserwirtschaft	
KLIMAWANDEL (Vergangenheit)	Starkregenereignisse (von mehr als 50 Liter pro m ² am Tag) alle 10 Jahre Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, lokale Sturzfluten) Zunahme der Verdunstung durch höhere Temperaturen im Sommer Trockenperioden ca. 4 pro Jahr (mit mehr als elf niederschlagsfreien Tagen) Niedrige klimatische Wasserbilanz (100-500 Liter pro m ² im Jahr) Grundwasserkörper mit positiver klimatischer Wasserbilanz
AUSWIRKUNGEN	Hochwasser und Starkregen Steigendes Risiko schadensträchtiger Unwetter durch häufigere und extremere Niederschlags- und Hochwasserereignisse Zunahme von lokalen Überschwemmungen (Sturzfluten)
KLIMAWANDEL (Zukunft)	Starkregenereignisse (von mehr als 50 Liter pro m ² am Tag) alle 5 Jahre Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, lokale Sturzfluten) Zunahme der Verdunstung durch höhere Temperaturen im Sommer Trockenperioden ca. 6 pro Jahr (mit mehr als elf niederschlagsfreien Tagen) Abnahme der klimatischen Wasserbilanz um 150 bis 200 Liter pro m ² im Jahr teilweise Grundwasserkörper mit negativer, klimatischer Wasserbilanz
ANPASSUNGS- MASSNAHMEN	Maßnahmen der Flächen-, Bau-, Verhaltens- und Risikoversorge Entsiegelung zum natürlichen Wasserrückhalt in der Fläche Waldmehrung und Anlage von Auenwäldern Dezentrale Versickerung des Niederschlagswassers versiegelter Flächen Renaturierung und Rückbau an Flussläufen und Auen Errichtung von Regenwasserrückhaltebecken Entkopplung des Regenwassers von der Kanalisation Warnsysteme, Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz
Niedrigwasser, Grundwasser und Trockenheit	Temporäre Anpassung von Erlaubnissen und Bewilligungen Senken des Wasserverbrauchs der Bevölkerung und des Gewerbes Anlegen von Sickermulden für verzögerten Abfluss / Grundwasserneubildung Angepasste Gebührensysteme während Niedrigwasser Nachhaltige Vermeidungsstrategie durch Bedarfs- und Verbrauchssteuerung Einführung wassereffizienter Technologien in die Praxis
RISIKOGRUPPEN	Gebäude- und Grundstückseigentümer*innen, Flussanlieger*innen, Betreiber*innen von Land- und Forstwirtschaft, Fernwasserversorger
FÖRDERER UND DIENSTLEISTER	Thüringer Aufbaubank Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz Versicherungsgesellschaften Deutscher Wetterdienst Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
ANGEBOTE (Auszug)	Förderung des Hochwasserschutzes und der Fließgewässerentwicklung Förderung für Vorhaben zur Entwicklung von Natur und Landschaft (ENL) Thüringer Landesprogramme (Gewässerschutz, Hochwasserschutz) Elementarschaden- und Hausratsversicherungen Warnsystem für Gemeinden (u. a. für Starkregenereignisse) Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel



3.4 Katastrophenschutz

Nach § 25 des Thüringer Brand- und Katastrophenschutzgesetzes (ThürBKG) ist eine Katastrophe „ein Ereignis, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen, die natürlichen Lebensgrundlagen, erhebliche Sachwerte oder die lebensnotwendige Versorgung der Bevölkerung in ungewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden kann“. Die Möglichkeiten des Katastrophenschutzes zur Anpassung an den Klimawandel umfassen das rechtzeitige Erkennen von und das Warnen vor Gefahren sowie den Schutz von Leben und Sachwerten durch technische und andere Hilfeleistungen.

Extremwetterereignisse wie Hochwasser, Stürme, Starkregen, Hagel, Wald- und Feldbrände sind die für Erfurt relevanten klimaabhängigen Hauptgefährdungen. In den letzten zwei Jahrzehnten kam es in Erfurt vermehrt zu Extremereignissen (Hochwasser 2013, Hitzewellen 2003, 2006, 2015 und 2018, Sturzfluten 2013/2014, Sturm 2007/2018). Nach derzeitigem Stand ist in Zukunft mit einer Verstärkung dieser Ereignisse und häufigerem Auftreten zu rechnen.

Durch die Zunahme von Stürmen ist damit zu rechnen, dass die Stromversorgung (Hoch- und Höchstspannungsleitungen) unterbrochen werden kann. Durch die Unterbrechung der Stromversorgung muss die Versorgung der Bevölkerung mit Wärme, Treibstoff, Lebensmitteln etc. sowie der Informations- und Kommunikationsfluss weiterhin gewährleistet sein. Stürme können darüber hinaus Dächer abdecken oder Bäume entwurzeln bzw. umknicken lassen. Vor allem in besiedelten Gebieten können hohe Personen- und Sachschäden entstehen.

Von Flächenbränden sind vorrangig Wälder und landwirtschaftliche Flächen betroffen bei großer Hitze und Trockenperioden. Zudem können lange Trockenperioden in Kombination mit extremen



Abb. 20: Grundsteinlegung für das Überlaufbecken in der Karlsstraße 2018

Niederschlägen dazu führen, dass der Boden das Wasser nicht aufnehmen kann und es so zu Bodenerosionen und Überschwemmungen kommt.

Den Einheiten zur Katastrophenabwehr kann bereits heute durch die kontinuierliche Gefährdungsabschätzung und die rechtliche Fixierung eine hohe Anpassungskapazität hinsichtlich der Klimafolgen bescheinigt werden.³⁰ In Zukunft muss diese hohe Qualität weiterhin gewährleistet werden.

Insbesondere die Einsatzkräfte der Polizei, der Feuerwehr, der Rettungsdienste, des Technischen Hilfswerks, privater Hilfsorganisationen und des Katastrophenschutzes sind in diesen Situationen von großer Bedeutung. Durch die Zunahme von Hitzetagen sind auch für das Personal der oben genannten Einheiten Einschränkungen der Leistungsfähigkeit zu beachten.

Herauszuheben ist vor allem das immense Potenzial, das in der Stärkung der Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung besteht. Durch eine angepasste Risikokommunikation und eine zielgerichtete Sensibilisierung für potenzielle Klimafolgen kann die Bevölkerung bei der Eigenvorsorge und Bewältigung von Ereignissen unterstützt werden. In vielen Fällen können mit einfachen Mitteln (z. B. mit frei verfügbaren Unwetterwarnsystemen) Schäden vermieden oder gemindert werden (Tab. 8).



Abb. 21: Hochwasser beim Bahnhof Erfurt-Bischleben 2013

³⁰ Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013): IMPAKT – Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen

Tab. 8: Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Katastrophenschutz

Katastrophenschutz	
KLIMAWANDEL (Vergangenheit)	<p>Starkregenereignisse (von mehr als 50 Liter pro m² am Tag) alle 10 Jahre Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, lokale Sturzfluten) Zunahme schwerer Stürme und maximaler Windböen (ca. 37 m/s) Trockenperioden ca. 4 pro Jahr (mit mehr als 11 niederschlagsfreien Tagen) Niedrige klimatische Wasserbilanz (100 – 500 Liter pro m² im Jahr) Auftrittshäufigkeit hoher bis sehr hoher Waldbrandgefahr 3 bis 9 Tage im Jahr</p>
	<p>KLIMAWANDEL (Zukunft)</p>
AUSWIRKUNGEN	<p>Klimabedingte Einsätze Steigendes Risiko schadensträchtiger Unwetter durch häufigere und extremere Niederschlags- und Hochwasserereignisse, Sturzfluten, Trocken- und Hitzeperioden, Stürme, Wald- und Flächenbrände, lokale Stromausfälle</p>
	<p>ANPASSUNGS- MASSNAHMEN Kontinuierliche Gefährdungsabschätzung unter Berücksichtigung des Klimawandels (z. B. Einsatzentwicklung, Monitoring) Identifizierung kritischer Infrastrukturen sowie deren Schutz vor den Auswirkungen von Extremwetterlagen Aktuelles, breites Informationsangebot über den Klimawandel für den Katastrophenschutz Verankerung der Thematik Klimafolgen in die Personalaus- und Fortbildung Betrieb von Systemen zur Warnung vor klimabedingten Gefahren Optimierung der Einsatzplanung und der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit Optimierung der personellen und materiellen Ausstattung Stärkung des Ehrenamtes in der Gefahrenabwehr Akquise, Förderung und dauerhafte Bindung des jungen, leistungsfähigen Nachwuchses Stärkung der Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung (z. B. mit Multiplikator*innen)</p>
RISIKOGRUPPEN	<p>Bevölkerung, Feuerwehr, Rettungsdienste, Technisches Hilfswerk, private Hilfsorganisationen</p>
FÖRDERER UND DIENSTLEISTER	<p>Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)</p>
	<p>Deutscher Wetterdienst Deutsches Geoforschungszentrum</p>
	<p>Bundesweite AG „Klimawandel und Anpassung im Katastrophenschutz“ Risikoanalyse und -bewertung im Bevölkerungsschutz KIBEX – Kritische Infrastruktur, Bevölkerung und Bevölkerungsschutz im Kontext vom Klimawandel beeinflusster Extremwetterereignisse Warnsystem für Gemeinden (u. a. für Starkregenereignisse) Hochwasserschadendatenbank HOWAS 21 (Bewältigungsstrategien)</p>



3.5 Bauwesen

Der Mensch verbringt den Großteil seiner Zeit in Gebäuden.³¹ Gebäude bieten relativ gleichmäßige Temperaturen und schützen vor unerwünschten Wettereinflüssen wie Niederschlag, Hitze, Kälte, Blitz, Hagel, Schnee oder Sturm. Das Innenraumklima spielt eine sehr wichtige Rolle, damit sich der Mensch wohlfühlt (Behaglichkeit, Aufenthaltsqualität).

Die Anforderungen werden einerseits durch den Gesetzgeber und Verordnungen vorgeschrieben (z. B. EnEG, EnEV), andererseits spielt die Auswahl der Baustoffe mit Blick auf extreme Wetterereignisse eine immer größere Rolle. Dies gilt sowohl für Neubauten als auch für Sanierungen im Bestand. Weil Gebäude bis zu 100 Jahre und länger bestehen können, ist mehr Wert auf nachhaltiges Bauen zu legen, das den gesamten Lebenszyklus von der Planung über die Erstellung und Nutzung bis zum Rückbau berücksichtigt. Um dauerhaft die Sicherheit und Behaglichkeit in den Objekten zu gewährleisten, sind bei diesen langen Planungshorizonten klimabedingte Veränderungen zu berücksichtigen.

Die Stadt Erfurt besteht verallgemeinert aus vier Bautypen: Gebäude der historischen Altstadt, Häuser der Gründerzeit, Plattenbauten und dörfliche, kleinteilige Strukturen in Form von Ein- und Mehrfamilienhäusern. Besonders in dicht bebauten und versiegelten Strukturen wie in der Erfurter Altstadt, in den umliegenden Gebieten der Gründerzeit und teilweise in Plattenbaugebieten ist der städtische Wärmeinseleffekt deutlich spürbar. Durch die in Zukunft steigenden Temperaturen muss damit gerechnet werden, dass dieser verstärkt auftritt. Die nächtliche Abkühlung wird

³¹ Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): Klimawandelfolgen in Thüringen, Monitoringbericht 2017



Abb. 22: Dachbegrünung und Verschattung am Gebäude der Kita „Rasselbande“

geringer ausfallen und die Anzahl der Tropennächte (an denen die Wärme über Nacht nicht unter 20 ° C sinkt) wird zunehmen. Eine bessere Dämmung (auch gegen Hitze) und die (passive) Kühlung eines Gebäudes sowie architektonische Anpassung (z. B. Sonnenschutz, Dachgestaltung) nehmen eine zentrale Rolle ein (insbesondere in sozialen Einrichtungen wie Krankenhäusern, Schulen, Kinder- und Alteinrichtungen). Neben der Hitze muss die Widerstandsfähigkeit gegenüber Sturm, Starkregen, Hagel und Blitz durch geeignete Vorrichtungen erhöht werden. Die Umsetzung von baulichen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist zwischen den vielseitigen Baustrukturen und -typen im Erfurter Stadtgebiet sehr unterschiedlich, sowohl was die Handlungsnotwendigkeit als auch die Kosten betrifft.

Eine gewichtige Rolle im Umgang mit dem Klimawandel muss eine angepasste Stadtentwicklung und Stadtplanung einnehmen, die u. a. stadtklimatisch relevante Bereiche freihält, für eine gute Durchlüftung der belasteten Siedlungsräume sorgt und durch Entsiegelung und das Anlegen von Grünflächen und Bepflanzungen einen lokalklimatischen Ausgleich ermöglicht.

Klimatische Aspekte finden auch in zentralen Planungsinstrumenten für die Stadt Erfurt wie dem integrierten Stadtentwicklungskonzept (ISEK) und den Bauleitplänen ihren Niederschlag. Das ISEK wurde mit einem Betrachtungshorizont bis 2030 fortgeschrieben (Beschluss durch den Stadtrat am 18.10.2017) und wurde abschließend mit seinen gesamtstädtischen Entwicklungszielen durch den Stadtrat beschlossen.³²

³² Landeshauptstadt Erfurt, Integriertes Stadtentwicklungskonzept Erfurt 2030 (ISEK 2030), Verwaltungsentwurf

Ziele und strategische Projekte zur Klimaanpassung sind im ISEK u. a.:

- resiliente Stadtentwicklung fördern, um negative Auswirkungen und Einflüsse auf das Stadtgebiet durch sich ändernde Klimabedingungen zu minimieren
- Flächenversiegelungen vermeiden
- im Sinne einer nachhaltigen zukunftsorientierten Stadtentwicklung Kalt- und Frischluftzufuhr funktionsfähig erhalten
- grüne Infrastruktur in allen Facetten stärken
- Umgang mit Klimafolgen
- Umsetzungsstrategie – Natur auf dem Dach



Abb. 23: Grün in der Stadt – Blick vom „Klein Venedig“ Richtung Erfurt Nordpark (links)

Abb. 24: Voll versiegelte Oberfläche in der Schlösserstraße Richtung Anger (rechts)

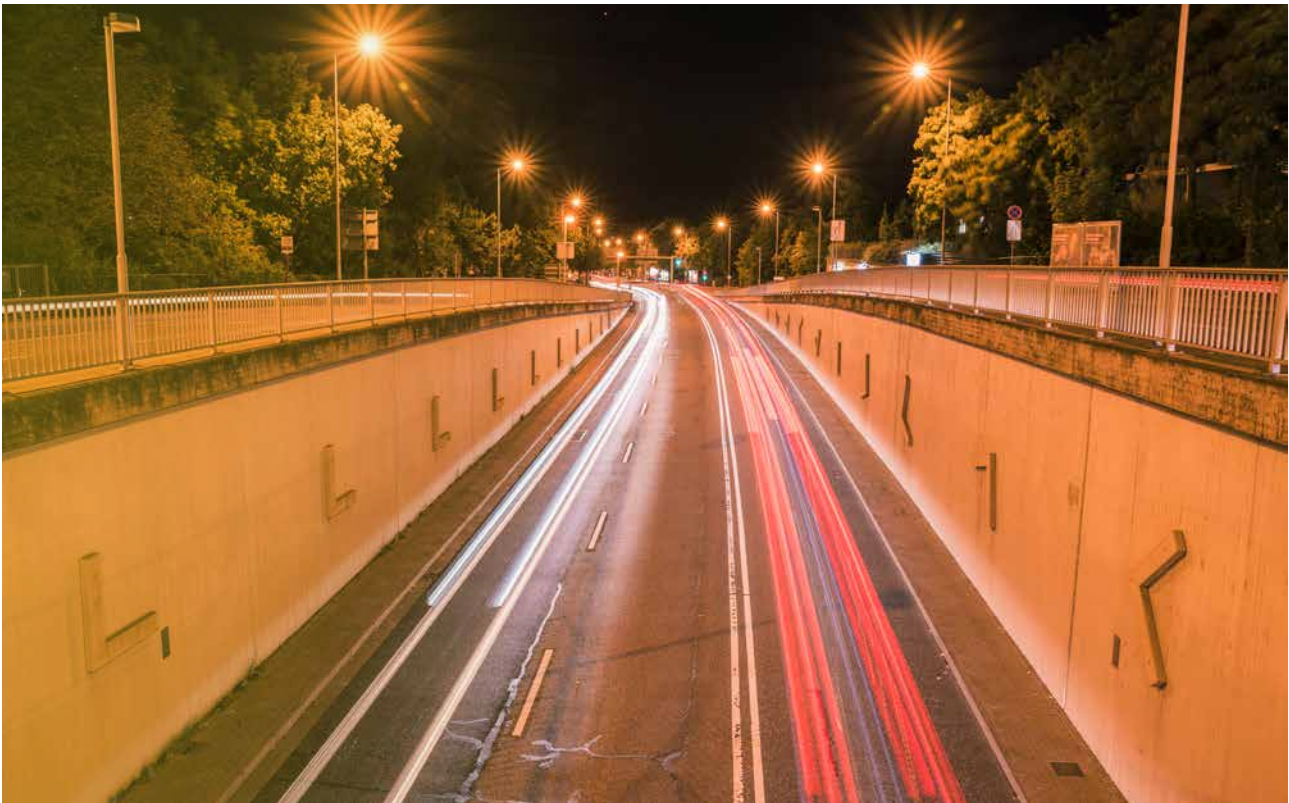
Die formulierten städtebaulichen sowie klimaadaptiven Maßnahmen und Ziele der Stadt Erfurt können dann in den formellen Bauleitplänen wie Flächennutzungsplan und Bebauungsplänen entsprechend ihrer Regelungstiefe Eingang finden (Tab. 9).

Im Bauplanungsrecht sollen gemäß Baugesetzbuch die kommunalen Bauleitpläne eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung gewährleisten, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber zukünftigen Generationen miteinander in Einklang bringt (§ 1 BauGB). Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, sind nach den Grundsätzen der Bauleitplanung zu fördern.

Im Rahmen des Stadtumbaus liegen erhebliche städtebauliche Funktionsverluste vor, wenn die allgemeinen Anforderungen an die Klimaanpassung nicht erfüllt werden (§ 171a BauGB). Belange der Klimaanpassung können bei den Sanierungszielen zur Behebung städtebaulicher Missstände berücksichtigt werden (§ 136 BauGB).

Tab. 9: Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Bauwesen

Bauwesen		
KLIMAWANDEL (Vergangenheit)	Zunahme der Sommertage (von 30 auf 37 pro Jahr gestiegen)	Zunahme der Sommertage (auf 62 bis 72 Tage pro Jahr)
	Zunahme der Hitzetage (von 5 auf 7 pro Jahr gestiegen)	Zunahme der Hitzetage (auf 23 bis 27 Tage pro Jahr)
	Zunahme der Sonnenscheindauer im Sommer (Juli, August)	Längere und intensivere Hitzeperioden, Zunahme der Tropennächte
	Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, Hagel, Sturm, Sturzfluten)	Zunahme der Sonnenscheindauer im Sommer
	Zunahme schwerer Stürme und maximaler Windböen (ca. 37 m/s)	Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, Hagel, Sturm, Sturzfluten)
AUSWIRKUNGEN	Bauwerke	Zunahme schwerer Stürme und stärkere maximale Windböen (ca. 42 m/s)
	Thermischer Komfort in Gebäuden (verringerte Aufenthaltsqualität, mangelhaftes Gebäudeinnenklima)	Bauliche Maßnahmen, die das Aufheizen der Innenräume verhindern (u. a. Verschattung, Verglasung, Dämmung, Lüftung, Kühlung)
	Witterungseinflüsse und Schäden durch Naturgewalten	Maßnahmen in der Neubauplanung, die das Aufheizen der Innenräume begrenzen (u. a. Gebäudeexposition, Grün- und Baumpflanzungen)
	Stadtentwicklung und Stadtplanung	Energetische Sanierung des Altbaubestandes (Kälte- und Wärmeschutz)
	Verstärkung des stadtklimatischen Wärmeinsel-Effekts	Umsetzung baurechtlicher Regelungen im Neubau und Sensibilisierung der Gebäudeeigentümer*innen im Bestand (EnEV, DIN 4108 Teil 2 Sommerlicher Wärmeschutz)
RISIKOGRUPPEN FÖRDERER UND DIENSTLEISTER	Gebäude- und Grundstückseigentümer*innen, Bauende, Stadtentwicklung und Stadtplanung	Umsetzung in kommunalen Liegenschaften (Vorbildwirkung)
	Kreditanstalt für Wiederaufbau	Technischer Schutz und Meidung von Gefahrengeländen (z. B. Hochwasser)
	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit	Kalt- und Frischluftschneisen, die zur Belüftung der Kernstadt dienen, sind zu erhalten und in Ihrer Funktionsfähigkeit zu verbessern, Vermeiden von Neuversiegelungen unbebauter Flächen
	Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft	Entsiegelungs-, Begrünungs- und Dichtereduzierungsmöglichkeiten nutzen
	Versicherungsgesellschaften	Beachtung bei städtebaulichen Sanierungs- und Stadtumbaumaßnahmen
ANGEBOTE (Auszug)	Energieeffizient Sanieren und Bauen	Energieeffizient Sanieren und Bauen
	Kälte-Klima-Richtlinie, Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel	Kälte-Klima-Richtlinie, Teilkonzept Anpassung an den Klimawandel
	Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel	Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel
	Förderung städtebaulicher Maßnahmen (Städtebauförderungsrichtlinien)	Förderung städtebaulicher Maßnahmen (Städtebauförderungsrichtlinien)
	Elementarschaden- und Hausratsversicherungen	Elementarschaden- und Hausratsversicherungen
Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt)	Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt)	



3.6 Verkehrswesen

Die Stadt Erfurt verfügt über ein vielseitiges und übergeordnetes Verkehrsnetz (Autobahnen, Bundesstraßen und Fernzugverbindungen). Mit der West-Ost-Tangente Frankfurt-Dresden und der Inbetriebnahme der neuen ICE-Hochgeschwindigkeitstrasse Berlin-München ist Erfurt ein wichtiges Drehkreuz in Deutschland. Südlich von Erfurt verläuft die Autobahn A4 und westlich/nördlich die A71. Zusätzlich bestehen die Bundesstraßen B4 und B7, sodass Erfurt insgesamt gut und schnell mit der Bahn und dem Auto erreichbar ist. Des Weiteren besitzt die Stadt Erfurt den internationalen Flughafen Erfurt-Weimar.

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) besteht aus 6 Straßenbahnlinien und 27 Buslinien.³³ Täglich pendeln per Bahn, Auto und Rad etwa 48.000 Menschen in die Stadt und 20.000 aus der Stadt. Insgesamt beförderten die Bahnen und Busse der Erfurter Verkehrsbetriebe im Jahr 2015 knapp 48,3 Millionen Fahrgäste. Die Stadt besitzt Verkehrsflächen von ca. 1.838 ha, dies sind ca. 7 Prozent der Gesamtfläche Erfurts.³⁴ Schäden z. B. am Straßenbelag oder an Oberleitungen verursachen bei dieser Flächengröße durch Reparaturbedürftigkeit erhebliche Kosten für die öffentliche Hand und können auch zu Gefahrensituationen führen.

Die Verkehrsinfrastruktur ist von den Änderungen im Klimasystem direkt betroffen. Witterungsabhängige Straßenschäden (durch kurzfristige Frost-Tau-Wechsel, Starkregen und Hitze) sind insbesondere die Schlagloch- und Spurrillenbildung. Dabei wird die Schlaglochbildung in Zukunft durch die steigenden Temperaturen und den dadurch ausbleibenden Frost-Tau-Wechsel geringer

³³ Stadtwerke Erfurt, Fahrpläne der Stadtbahn

³⁴ Landeshauptstadt Erfurt, Erfurt in Zahlen



Abb. 25: ICE-Ausfahrt



Abb. 26: Radfahrer im Luisenpark

ausfallen. Die Spurrillenbildung hingegen wird zunehmen. Die Planungshorizonte bei der Fahrbahndecke liegen bei ca. 15 Jahren. Größte Bedeutung liegt stets auf der ökonomischen Effizienz bezogen auf die Unterhaltung, Erneuerung und den Ausbau sowie die Funktionsfähigkeit des Verkehrssystems.

Ein wichtiger Aspekt bleibt die Straßenentwässerung. Durch die Zunahme von Starkregenereignissen wird es vermehrt zu Aquaplaning bis hin zur Überflutung von Straßen und Verkehrswegen kommen. Als Hilfe zum Berechnen der Straßenentwässerung und der dazu gehörigen Kanalisation kann die Bemessungsregenspende³⁵ mittels des KOSTRA-Atlas vom DWD herangezogen werden. Auch schwere Stürme können Schäden verursachen (z. B. an Oberleitungen) und Schienen der Straßenbahnen sowie Straßenzüge blockieren.

Positiv bemerkbar machen sich hingegen die steigenden Temperaturen durch die Abnahme von schnee- und eisbedingten Verkehrsrisiken. Diese Unfallrisiken sowie die Einsatztage der Räumfahrzeuge sollten im Erfurter Raum deutlich sinken, wobei intensive Einzelereignisse (kalte, schneereiche Winter) trotz Klimaänderung weiterhin bestehen bleiben (Tab. 10).

³⁵ Bemessungsregenspende ist eine Kenngröße zur Berechnung von anfallenden Regenwassermengen. Sie wird in Liter pro Sekunde und Hektar (l/sha) angegeben

Tab. 10: Analyse und Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Handlungsfeld Verkehrswesen

Verkehrswesen	
KLIMAWANDEL (Vergangenheit)	Zunahme der Sommertage (von 30 auf 37 pro Jahr gestiegen) Längere und intensivere Hitzeperioden Frost-Tau-Wechsel 24 bis 26 Tage im Jahr Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, Hagel, Sturm, Sturzfluten) Zunahme schwerer Stürme und maximaler Windböen (ca. 37 m/s) Starkregenereignisse (von mehr als 50 Liter pro m ² am Tag) alle 10 Jahre
	KLIMAWANDEL (Zukunft)
	Zunahme der Sommertage (auf 62 bis 72 Tage pro Jahr) Längere und intensivere Hitzeperioden Frost-Tau-Wechsel 6 bis 10 Tage im Jahr Häufigere und intensivere Unwetter (Gewitter, Hagel, Sturm, Sturzfluten) Zunahme schwerer Stürme und stärkere maximale Windböen (ca. 42 m/s) Starkregenereignisse (von mehr als 50 Liter pro m ² am Tag) alle 5 Jahre
	ANPASSUNGS-MASSNAHMEN
	Beschattung durch Baumalleen, Rückstrahlung durch hellere Oberflächen Kürzere Intervalle bei der Beseitigung von Spurrillen Anpassung der verwendeten Baumaterialien für die Erneuerung der Straßen- decke oder den Straßenausbau (Wahl von Straßenbelagzusatzstoffen)
AUSWIRKUNGEN	Straßenschäden Verstärkte Spurrillenbildung insbesondere auf Straßen mit hoher Verkehrsbelas- tung und Schwerlastverkehr; abnehmende Schlaglochbildung
	Straßenentwässerung Zunahme von lokalen Überschwemmungen (Sturzfluten) und Aquaplaning durch Stark- oder Dauerregen
	Verkehrssicherheit
	Zunahme sturmbedingter Risiken
	Abnahme eis- und schneebedingter Risiken; Vorkommen extremer Einzelereignisse
RISIKOGRUPPEN FÖRDERER UND DIENTSTLEISTER	Verkehrsteilnehmer*innen, Verkehrsplaner*innen, Straßenbauämter, Winterdienst, öffentliche Verkehrsmittel
	ANGEBOTE (AUSZUG)
	Bundesanstalt für Straßenwesen Deutscher Wetterdienst
	Aktuelle Bemessungsregenspenden (Fortschreibung KOSTRA-Atlas) Warnungen vor Aquaplaninggefahr Prüfung von entwässerungsschwachen Zonen (z. B. Querneigungswechsel) Prophylaktische Maßnahmen (z. B. zusätzliches Rückhaltebecken, Prüfung der Statik von Brücken) Bestandsaufnahme der Straßenbäume entlang risikoexponierter Straßen Installation von Windabweisern an besonders windexponierten Brücken Winterdienstmanagement anpassen Notfallpläne bei Extremsituationen
	Adaption der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel (AdSVIS) Risikoanalyse Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels (RIVA) Beurteilung der Bemessung von Straßenentwässerungseinrichtungen nach RAS- Ew und RISTWag Warnsystem für Gemeinden (Unwetter- und Extremereignisse)

4 Zusammenfassung und Ausblick

Erfurt als Landeshauptstadt beteiligte sich als einer der zwei Pilotstandorte in Thüringen an der Erarbeitung des vorliegenden Anpassungskonzepts im Rahmen des vom Bundesumweltministerium geförderten Projekts KlimAdapTiT. Dabei ist Erfurt seit vielen Jahren eine der wenigen Städte in Thüringen, die sich gleichzeitig mit dem Klimaschutz und der Klimaanpassung beschäftigt.

Die sichtbaren Folgen des Klimawandels sind in Ansätzen bereits heute spürbar und durch messbare Klimaänderungen belegt. In den vergangenen Jahren war eine Zunahme von Extremereignissen (insbesondere Sturzfluten und Hitzesommer) in Erfurt zu beobachten. Die fortschreitenden Änderungen des Klimas bedeuten eine Verstärkung von Extremereignissen, die die Stadt Erfurt vor enorme Herausforderungen stellt. Um diese zu bewältigen, ist es wichtig, die Anforderungen des Klimawandels in die aktuellen Planungen der langlebig ausgerichteten Stadt- und Infrastrukturen einzubinden, damit diese unter veränderten Klimabedingungen widerstandsfähig bleiben und ihre Funktion umfassend erfüllen können.



Abb. 27: Erholungszone am Hirschgarten mit Staatskanzlei

Gute Voraussetzungen für eine klimaangepasste Stadtentwicklung sind in Erfurt durch die Fachkonzepte und Gutachten gegeben (z. B. gesamtstädtische Klimaanalyse). Diese fachliche Basis wird wiederum verankert im Integrierten Stadtentwicklungskonzept 2030 (ISEK Erfurt 2030) und dort als eigenes Handlungsfeld „Klimaschutz, Klimaanpassung und Resilienz“ sowie in diversen Leitsätzen (z. B. grüne Infrastruktur in allen Facetten stärken) und strategischen Projekten (z. B. Umsetzungsstrategie – Natur auf dem Dach) fortgeführt. Das ISEK hat sich als informelle planerische Rahmensetzung für die Stadtentwicklung bewährt. Zu den Zielen und strategischen Ansätzen des ISEK gehören u. a. eine resiliente Stadtentwicklung, das Vermeiden unnötiger Flächenversiegelungen, eine nachhaltige Quartiersentwicklung mit neuen Stadtteilparks, der Ausbau des Hochwasserschutzes, die Erweiterung der Retentionsräume in hochwassergefährdeten Gebieten und die Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Kalt- und Frischluftzufuhr.

In Bezug auf die Anpassung an die Folgen des Klimawandels wurden im Projekt KlimAdapTiT zur Feststellung des notwendigen Anpassungsbedarfs die für Erfurt relevanten Handlungsfel-



Abb. 28: Anlieferung von Palmen am Anger

Mittel zunehmen. Extremwetterereignisse (Sturm, Hitzesommer, Dürren, Starkregen) stellen zusätzliche Belastungen/Gefährdungen dar, die durch die Stadt Erfurt in den städtischen Planungen zu berücksichtigen sind.

Der fortschreitende Klimawandel wird wahrscheinlich weniger neuartige Probleme für Erfurt verursachen, aber bereits bestehende verschärfen. Die zunehmend längeren Trockenperioden und heißeren Tage führen zum Absenken des Grundwasserspiegels, was die Bewässerung von landwirtschaftlich genutzten Flächen und städtischen Grünflächen in Zukunft erschweren wird. Ein weiteres sich verschärfendes Problem werden die Hitzeinseln vor allem in verdichteten und zunehmend versiegelten Innen- und Kernstadtlagen sowie in Industrie- und Gewerbegebieten sein.

Die Entsiegelung und die Schaffung bzw. der Erhalt von städtischen Grünanlagen (z. B. Ausgleichs- und Erholungsflächen für die Bevölkerung) führt zur Sicherung der Lebensqualität, minimiert das Risiko von Sturzfluten und die Auswirkungen von Hitze. Zahlreiche Städte (Krupp Park – Essen, Grüne Stadt – Frankfurt am Main, Kompakte Stadt im ökologischen Netz – Dresden) zeigen bereits heute die konkrete Umsetzung einer klimaangepassten Stadtentwicklung, an der sich auch Erfurt orientiert.

Die Verringerung der Vulnerabilität städtischer Infrastrukturen und die Verbesserung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung bedürfen eines gezielten planerischen Handelns. Das trifft nicht zuletzt auf die neu entstehenden Gebiete wie z. B. den Stadtteil ICE-City oder die Entwicklung der Erfurter Oststadt zu. Diese Gebiete sollten klimatisch angepasst und im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung für die kommenden Jahrzehnte geplant und gebaut werden. Die Entwicklung von klimaresilienten Quartieren wird vielfach in Deutschland erprobt. Als ein Vorzeigebispiel in Hannover kann das Bauvorhaben „Herzkamp“ im Rahmen des Projekts KlimaWohL genannt werden. In Erfurt untersucht derzeit das Forschungsprojekt „Hitze-robuste Stadt“ verschiedene bewohner- und umsetzungsorientierte Maßnahmen am Gebäude und im Freiraum für eine widerstandsfähige Quartiersentwicklung.³⁶

³⁶ Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, HeatResilientCity – Hitzeresiliente Stadt- und Quartiersentwicklung in Großstädten – Bewohnerorientierte Wissensgenerierung und Umsetzung in Dresden und Erfurt



Abb. 29: Wasserspiele auf dem Theaterplatz

und Erholungsflächen zu schaffen. Das Forschungsprojekt „Stadtgrün im Klimawandel – Erfurter Stadtgrünkonzept – ein BUGA 2021-Begleitprojekt“ hat das Ziel, Stadtgrün zukunftssicher zu gestalten, dass es einerseits zur Minderung der Klimafolgen beiträgt und andererseits selbst widerstandsfähig gegenüber einem geänderten Klima ist.

Die Erarbeitung des hier vorliegenden Maßnahmenkatalogs zur Klimaanpassung stellte für Erfurt eine ressortübergreifende Grundlage dar, um aktuelle und zukünftig auftretende Schwerpunkte zu identifizieren und ggf. zu vertiefen. Durch ausreichende Erkenntnisse in kommunaler Praxis sind viele Maßnahmen zur Klimaanpassung bereits heute gesichert und effektiv für viele Städte anwendbar. Für andere Maßnahmen sind detailliertere Vulnerabilitätsanalysen und Klimakarten notwendig. Der Maßnahmenkatalog ist daher als fortlebendes Dokument zu verstehen, das kontinuierlich ergänzt und fortgeschrieben werden sollte. Insbesondere die 2019 vorliegenden Erkenntnisse der IMPAKT-Fortschreibung des Thüringer Umweltministeriums sind zu berücksichtigen, um aktuelle Beurteilungen zu den Folgen des Klimawandels einzubeziehen.

Zwischen den relevanten Verwaltungseinheiten (Stadtplanung, Bauamt, Umweltamt, Katastrophenschutz sowie Gesundheitsamt) ist ein nachdrücklicher Austausch notwendig. Dies fördert nicht nur den Informationsfluss, sondern eine ressortübergreifende Zusammenarbeit in Bereichen mit dringendem Handlungsbedarf (z. B. Hitze, Starkregen).

Stellungnahmen, Hinweise und Vorschläge, die während der Erarbeitung des Maßnahmenkataloges von den Ämtern hervorgebracht wurden, zeigen schon heute, dass die Notwendigkeit zum Thema Klimaanpassung in vielen Bereichen der Stadtverwaltung vorhanden ist und teilweise in Detailplanungen fortgeschrieben werden sollte. Ein durch Indikatoren gestütztes Monitoringsystem sollte die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen und das Vorhandensein von Betroffenheiten über die Jahre überprüfen.

Erfurt als Landeshauptstadt wird im Bereich Klimaschutz, Klimaanpassung und nachhaltiger Stadtentwicklung weiterhin mit umsetzungsorientierten Anwendungsbeispielen vorangehen, um der Vorbildfunktion für Folgevorhaben in anderen Thüringer Städten gerecht zu werden. Mit dieser Zielsetzung ist es empfohlen, den Maßnahmenkatalog zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels als Verwaltungsgrundlage und Informations- und Orientierungshilfe durch die politischen Gremien der Stadt zu beschließen, um das Verwaltungshandeln für eine klimaangepasste Entwicklung der Stadt verpflichtend zukunftssicher auszurichten.

5 Quellenverzeichnis

Deutscher Wetterdienst (DWD), Deutscher Klimaatlas, https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Deutscher Wetterdienst (DWD), Klimatologischer Rückblick 2017: 2017 bisher wärmstes Jahr ohne El-Niño-Ereignis, https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180119_klimarueckblick-2017_welt.pdf?_blob=publicationFile&v=5, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Deutscher Wetterdienst (DWD), Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung (KOSTRA), https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/kostra_dwd_rasterwerte.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Landeshauptstadt Erfurt (2002): Thermalbefliegung 2002 – Abend- und Morgensituation, EUROSENSE, Erfurt

Landeshauptstadt Erfurt, Integriertes Stadtentwicklungskonzept Erfurt 2030 (ISEK 2030), Verwaltungsentwurf, Stand: 19.10.2017, https://www.erfurt.de/mam/ef/leben/stadtentwicklung/isek-erfurt-2030_verwaltungsentwurf_2017-10-19.pdf, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Landeshauptstadt Erfurt, Erfurt in Zahlen, <http://www.erfurt.de/ef/de/rathaus/daten/zahlen/index.html>, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Landeshauptstadt Erfurt, Faltblatt Daten und Fakten 2018, https://www.erfurt.de/mam/ef/service/mediathek/publikationen/2018/pdf_faltblatt_2018.pdf, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Landeshauptstadt Erfurt, SiKEF-BUGA-2021, Stadtgrün im Klimawandel – Erfurter Stadtgrünkonzept – ein Buga 2021-Begleitprojekt, <https://www.erfurt.de/ef/de/leben/oekoumwelt/projekte/128932.html>, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, HeatResilientCity – Hitzeresiliente Stadt- und Quartiersentwicklung in Großstädten – Bewohnerorientierte Wissensgenerierung und Umsetzung in Dresden und Erfurt, www.heatresilientcity.de, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Regionales Klimainformationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen ReKIS, <http://141.30.160.224/fdm/index.jsp?k=rekis>, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Stadtwerke Erfurt, Fahrpläne der Stadtbahn, https://www.stadtwerke-erfurt.de/pb/swe/produkte+_leistungen/stadtbahn+_bus/fahrplaene, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Taraxacum/GhK-AG-Luft (1993): Klimaanalyse Erfurt, Abschlussbericht, Kassel

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur (2016): Beobachteter Klimawandel in Thüringen, Jena

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Sommertage, http://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/data/klima-kommunal/Modul_ST/index.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Unwettergefahren in Thüringen, http://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/data/klima-kommunal/Modul_UNW/index.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Frosttage, http://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/data/klima-kommunal/Modul_FT/index.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Heiße Tage, https://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/data/klima-kommunal/Modul_HT/index.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Beobachteter Klimawandel in Thüringen – Jahresniederschlag, https://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/data/klima-kommunal/Modul_RR/index.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Klimawandel in Thüringen, <https://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/klimawandel/index.aspx>, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Thüringer Klimaagentur, Unwettergefahren in Thüringen – Ein Service für Thüringer Kommunen, <http://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/klimawandel/kommunen/unwetter/index.aspx>, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Umwelt regional, Hydrogeologie und Niederschlag, http://www.tlug-jena.de/uw_raum/umweltregional/ef/ef08.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Umwelt regional, Naturschutzgebiete, http://www.tlug-jena.de/uw_raum/umweltregional/ef/ef07.html, zuletzt abgerufen am 30.08.2018

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013): IMPAKT – Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen, Erfurt

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (1995): Luftreinhalteplan E Teil1, Erfurt

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): Fakten zur Klimaveränderung in Thüringen, Erfurt

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): Klimawandelfolgen in Thüringen, Monitoringbericht 2017, Erfurt

Energiewende gestalten.

Die Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (ThEGA) informiert und berät als Landesenergieagentur Unternehmen, Kommunen, Bürger und Politik. Sie agiert anbieter- und marktneutral. Die ThEGA ist aktiv in den Bereichen



erneuerbare Energien,



Energie- und Ressourceneffizienz,



nachhaltige Mobilität,



kommunales Energiemanagement.



Kontakt:

Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (ThEGA)
Mainzerhofstraße 10
99084 Erfurt

www.thega.de
E-Mail: info@thega.de
Telefon: 0361 5603220



Impressum

Herausgeber

Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (ThEGA)
Mainzerhofstraße 10
99084 Erfurt
www.thega.de

Inhaltliche Konzeption

Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (ThEGA),
Landeshauptstadt Erfurt / Stadtverwaltung

Datenerfassung und inhaltliche Bearbeitung

Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (ThEGA),
Landeshauptstadt Erfurt / Stadtverwaltung,
Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG Ref. 44 – Klimaagentur)

Design

www.raabendesign.de

Fotos

ThEGA/Michael Günther Photography: Seiten 15, 20 (I+II), 21, 23, 24, 25, 30, 34, 35(I+II), 39, Rückseite
© Erfurt: Seiten: 1 (I+II), 5, 7, 16, 19, 27, 28 (I+II), 38
ThEGA: Seiten: 31, 32(I),
ThEGA/T.Lang: Seiten: Titelbild, 32 (II), 37
Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN): Seiten: 2 (I+II)
Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG-Ref.44 -Klimaagentur):
Seiten: 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12

Stand

September 2018

Redaktion

ThEGA GmbH

WEITERE PUBLIKATIONEN:



Praxisratgeber
Klimaangepasstes Bauen
und Sanieren



KlimAdapTiT
Entwicklung von Klima-
Adaptionsstrategien und
-Technologien in Thüringen

Anpassungen an den Klimawandel
Maßnahmenkatalog des Land-
kreises Ilm-Kreis

www.thega.de

Folgen Sie uns:



www.thega.de/facebook

www.thega.de/twitter

www.thega.de/newsletter

