

# KONZEPT ZUR ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

FÜR DIE STADT PFAFFENHOFEN A. D. ILM



## Impressum

### Auftraggeber

Stadtverwaltung Pfaffenhofen a. d. Ilm  
Nachhaltigkeit | Klimaschutz  
Hauptplatz 18 • 85276 Pfaffenhofen a. d. Ilm  
Telefon: 08441 78-0  
E-Mail: klimaschutz@stadt-pfaffenhofen.de  
[www.pfaffenhofen.de/klimaschutz](http://www.pfaffenhofen.de/klimaschutz)



**PFAFFENHOFEN A. D. ILM**  
Guter Boden für große Vorhaben

Stadtverwaltung Pfaffenhofen a. d. Ilm  
Hauptplatz 1 und 18 • 85276 Pfaffenhofen a. d. Ilm  
Telefon: 08441 78-0  
E-Mail: rathaus@stadt-pfaffenhofen.de  
[www.pfaffenhofen.de](http://www.pfaffenhofen.de)  
[www.facebook.com/pfaffenhofen.an.der.ilm](https://www.facebook.com/pfaffenhofen.an.der.ilm)

Projektleitung: Raimund Gürtner

### Auftragnehmer

ThINK – Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH  
Leutragraben 1  
D - 07743 Jena  
[www.think-jena.de](http://www.think-jena.de)



Projektleitung: Dr. Uwe Kurmutz  
Mitarbeit: Dr. Julia Massier, Daniel Knopf, Jakob Maercker, Dennis Kehl

KlimaKom eG - Gemeinnützige Genossenschaft  
für nachhaltige Entwicklung  
Bayreutherstr. 26a  
D-95503 Hummeltal  
[www.klimakom.de](http://www.klimakom.de)



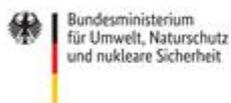
Projektleitung: Dr. Götz Braun

Erstellt im September 2020

## Förderung

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Förderkennzeichen 03K09572.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Eine Vorbemerkung zum Sprachgebrauch

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen andere Geschlechter mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	9
<b>1. Rahmenbedingungen .....</b>	<b>12</b>
1.1 Anthropogener Klimawandel .....	12
1.1.1 Aktueller Wissensstand .....	12
1.1.2 Verwendung von Klimamodellen .....	13
1.1.3 Anpassung an den Klimawandel .....	15
1.1.4 Klimaschutz und Klimaanpassung .....	16
1.2 Ausgangslage in Pfaffenhofen .....	17
1.2.1 Ausstattung .....	17
1.2.2 Klimatisch bedingte Problemlagen .....	20
1.2.3 Bestehende Datengrundlagen .....	20
1.3 Inhalte und Vorgehen bei der Untersuchung .....	24
<b>2. Auswirkungen des Klimawandels .....</b>	<b>26</b>
2.1 Veränderung des Klimas .....	26
2.1.1 Temperatur .....	26
2.1.2 Niederschlag .....	33
2.1.3 Wind .....	37
2.1.4 Klimatische Wasserbilanz .....	38
2.2 Auswirkungen auf die kommunalen Handlungsfelder .....	40
2.2.1 Menschliche Gesundheit .....	40
2.2.2 Landwirtschaft .....	41
2.2.3 Wald und Forstwirtschaft .....	42
2.2.4 Wasserwirtschaft .....	43
2.2.5 Biologische Vielfalt .....	44
2.2.6 Verkehrswesen .....	45
2.2.7 Industrie und Gewerbe .....	46
2.2.8 Tourismus .....	47
2.2.9 Bauwesen .....	47
2.2.10 Katastrophenschutz .....	48
2.2.11 Energiewirtschaft .....	49
2.3 Detailanalyse priorisierter Schwerpunktthemen .....	50
2.3.1 Grundsätzliche Vorgehensweise .....	50
2.3.2 Hitzebelastung für die Bevölkerung .....	51
2.3.3 Trockenstress für Stadtbäume .....	53
2.3.4 Trockenstress auf Waldflächen .....	59
2.3.5 Trockenstress auf Ackerflächen .....	62
2.3.6 Erosive Sturzfluten durch Starkregen .....	65
2.3.7 Überschwemmungen durch Starkregen und IIm-Hochwasser .....	66
2.4 Anpassungserfordernisse in den Schwerpunktthemen und Gemarkungen .....	72

2.5	Anpassungskapazitäten in den Schwerpunktthemen.....	75
2.6	Vulnerabilitäten in den Schwerpunktthemen.....	76
<b>3.</b>	<b>Kommunale Anpassungsstrategie.....</b>	<b>80</b>
3.1	Leitbild für den Anpassungsprozess.....	80
3.2	Zieldefinition und Erfolgsindikatoren.....	81
3.3	Maßnahmenentwicklung und -verortung.....	82
3.4	Berücksichtigung des Klimaschutzes.....	86
3.5	Maßnahmenpriorisierung.....	89
<b>4.</b>	<b>Verstetigungsstrategie.....</b>	<b>91</b>
<b>5.</b>	<b>Controlling-Konzept.....</b>	<b>92</b>
<b>6.</b>	<b>Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit.....</b>	<b>97</b>
<b>7.</b>	<b>Schlussbemerkungen.....</b>	<b>98</b>
	Quellen.....	99
	Anhang.....	101

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Treibhausgas-Emissionspfade 2000 – 2100 für verschiedene Repräsentative Konzentrationspfade (RCP) (Quelle: IPCC 2014a, S. WG III-10) .....	14
Abbildung 2: Beobachtete und mittels RCP-Szenarien projizierte mittlere jährliche globale Erdoberflächentemperatur (Quelle: IPCC 2014a, S. 13, verändert) .....	14
Abbildung 3: Klimaschutzkonzept und Klimaallianz-Broschüre der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: <a href="https://pfaffenhofen.de/artikel/klimaschutz">https://pfaffenhofen.de/artikel/klimaschutz</a> ) .....	17
Abbildung 4: Schematische Darstellung einer städtischen Wärmeinsel (Quelle: <a href="http://www.plasticpavement.org">www.plasticpavement.org</a> ) .....	18
Abbildung 5: Landnutzungsverteilung im Stadtgebiet Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: LfS 2020) .....	18
Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm von 1840 bis 2020 bzw. deren Prognose bis zum Jahr 2035 (Quelle: LfS 2020a,b) .....	19
Abbildung 7: Prognostizierte Entwicklung der Altersgruppen in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: LfS 2020b) .....	19
Abbildung 8: Untersuchungsgebiet der Klimadatenanalyse für die Region Pfaffenhofen an der Ilm (blauer Rahmen) und Lage der Rasterzellenmittelpunkte im Untersuchungsgebiet bzw. im Freistaat Bayern (blau bzw. violette Punkte) .....	23
Abbildung 9: Veränderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	27
Abbildung 10: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	28
Abbildung 11: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	28
Abbildung 12: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	30
Abbildung 13: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	30
Abbildung 14: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	32
Abbildung 15: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	32
Abbildung 16: Veränderung der mittleren jährlichen Länge der Vegetationsperiode zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	33
Abbildung 17: Veränderung der mittleren jährlichen Niederschlagssumme zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	34
Abbildung 18: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	35
Abbildung 19: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	35
Abbildung 20: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	36

Abbildung 21: Veränderung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des IfU 2020) .....	37
Abbildung 22: Veränderung der mittleren jährlichen Klimatischen Wasserbilanz zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des IfU 2020) .....	38
Abbildung 23: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des IfU 2020) .....	39
Abbildung 24: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung von Daten des IfU 2020) .....	40
Abbildung 25 (links): Zeichnung der Asiatischen Tigermücke (Quelle: James Gathany / CDC 2000).....	41
Abbildung 26 (rechts): Warntafeln bzgl. des Eichenprozessionsspinner (Quelle: Jetti Kuhlemann / pixelio.de) .....	41
Abbildung 27 (links): Dürreschaden an Maispflanzen (Quelle: Bob Nichols / USDA 2013) .....	42
Abbildung 28 (rechts): Bodenerosion durch Wasser (Quelle: SLULG 2016) .....	42
Abbildung 29 (links): Waldbrand bis hinauf zu den Baumwipfeln (Quelle: Todd Heitkamp / NOAA 2003) .....	43
Abbildung 30 (rechts): Windwurf als Folge extremer Wetterereignisse (Quelle: Gude 2007) .....	43
Abbildung 31: Ilm-Hochwasser in Juni 2013 (Quelle: Stadt Pfaffenhofen, 2013) .....	44
Abbildung 32: Niedrigwasser an der Donau im August 2003 (Quelle: Herbert Stolz 2003).....	44
Abbildung 33 (links): Blockhalde am Ochsenkopfgipfel (Quelle: Naturpark Fichtelgebirge e.V. 2008) .....	45
Abbildung 34 (rechts): Drüsiges Springkraut (Quelle: Günther Schad / pixelio.de) .....	45
Abbildung 35 (links): Blow-up auf der A93 bei Abensberg im Juni 2013 (Quelle: Feuerwehr Markt Langquaid e.V. 2013) .....	46
Abbildung 36 (rechts): Unterspülte Straße bei Bautzen (Quelle: Julian Nitzsche / pixelio.de) .....	46
Abbildung 37 (links): Provisorische sommerliche Gebäudeklimatisierung (Quelle: Ben Loomis / flickr.com).....	47
Abbildung 38 (rechts): Klimawandel als Chance für den Ganzjahrestourismus (Quelle: Rainer Sturm / pixelio.de) .....	47
Abbildung 39 (links): Sturmschaden in Gelsenkirchen (Quelle: Bettina Fritzsche / pixelio.de).....	48
Abbildung 40 (rechts): Urbane Grünstrukturen schaffen Entlastung bei Sommerhitze (Quelle: Sebastian Bischoff 2018) .....	48
Abbildung 41 (links): Brandeinsatz in Ehrenberg (Quelle: Feuerwehr Pfaffenhofen a. d. Ilm, 2020).....	49
Abbildung 42 (rechts): Hochwasserabwehrmaßnahmen (Quelle: M. Großmann / pixelio.de) .....	49
Abbildung 43: Tornadoschäden an Solaranlage (Quelle: Gunnar Ries zwo / flickr.com) .....	49
Abbildung 44: Anfällig für Extremereignisse - oberirdische Energietrassen (Quelle: Rainer Sturm / pixelio.de) .....	49
Abbildung 45: Konzept für die Bestimmung der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) und der Betroffenheit (Klimawirkung) durch die Wirkfolgen des Klimawandels (Quelle: BMVBS 2010) .....	50
Abbildung 46: Räumliche Auflösung der Klimadaten im Bereich Pfaffenhofen an der Ilm am Beispiel der Verteilung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen im Referenzzeitraum 1971-2000 (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten des IfU 2020) .....	51
Abbildung 47: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	54
Abbildung 48: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemarkungen Pfaffenhofens.....	55
Abbildung 49: Verteilung der Bäume des Stadtbaumkatasters auf die Gemarkungen Pfaffenhofens (Quelle: eigene Darstellung mit Daten der Stadtwerke Pfaffenhofen 2019) .....	56
Abbildung 50: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress für Stadtbäume in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	57
Abbildung 51: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress für Stadtbäume in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	58

Abbildung 52: Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	60
Abbildung 53: Bewertung der Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	61
Abbildung 54: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Ackerflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	63
Abbildung 55: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Ackerflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	64
Abbildung 56: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	67
Abbildung 57: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	68
Abbildung 58: Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	70
Abbildung 59: Bewertung der Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser in den Gemarkungen Pfaffenhofens .....	71
Abbildung 60: Flächen und Orte hoher Sensitivität gegenüber Klimaänderungen .....	74
Abbildung 61: Angeregte Diskussion beim ersten Akteursworkshop am 30.01.2020 (Quelle: PAFundDU.de 2020) .....	82
Abbildung 62: Workshop-Station zur Diskussion von Anpassungsmaßnahmen und -orten auf der Bürgerveranstaltung am 13.02.2020 im Rathaus Pfaffenhofen (Quelle: Stadt Pfaffenhofen 2020) .....	84
Abbildung 63: KlimaRadar im PAFundDU-Bürgermelder (Quelle: <a href="https://buergermelder.pafunddu.de/projects/klimaradar">https://buergermelder.pafunddu.de/projects/klimaradar</a> ) .....	86
Abbildung 64: Solarpark auf Kaltluftproduktionsfläche (Quelle: Maercker 2012) .....	88
Abbildung 65: Controlling des Klimaanpassungskonzeptes (Quelle: <a href="http://www.klimascout.de">www.klimascout.de</a> , verändert) .....	92
Abbildung 66: Öffentlichkeitskampagne mit Klimaschutz-Postkarten (Quelle: Stadt Pfaffenhofen 2015) .....	98

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestandsaufnahme von Schadereignissen im Stadtgebiet Pfaffenhofen (Quelle: eigene Recherchen 2019) .....	21
Tabelle 2: Das bayerische Klimaprojektionsensemble (Bayern-Ensemble) (Quelle: LfU 2020, S. 4) .....	22
Tabelle 3: Veränderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	27
Tabelle 4: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	28
Tabelle 5: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	29
Tabelle 6: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	30
Tabelle 7: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	31
Tabelle 8: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	31
Tabelle 9: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	32

Tabelle 10: Veränderung der mittleren jährlichen Länge der Vegetationsperiode zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	33
Tabelle 11: Veränderung der mittleren jährlichen Niederschlagssumme zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	34
Tabelle 12: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	34
Tabelle 13: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	35
Tabelle 14: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	37
Tabelle 15: Veränderung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	37
Tabelle 16: Veränderung der mittleren jährlichen Klimatischen Wasserbilanz zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	39
Tabelle 17: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	39
Tabelle 18: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020) .....	39
Tabelle 19: Bevölkerungsverteilung und Altersgruppenzusammensetzung in den Gemarkungen Pfaffenhofens (Bevölkerung mit Hauptwohnsitz, Stand: 16.10.2019; Quelle: Stadt Pfaffenhofen 2019) .....	52
Tabelle 20: Starkregenrelevante Feuerwehreinsätze in Pfaffenhofen zwischen Juni 2010 und September 2019 (Quelle: Feuerwehr Pfaffenhofen 2019) .....	69
Tabelle 21: Klimawirkungen der Schwerpunktthemen und Anpassungserfordernisse in den Gemarkungen Pfaffenhofens an der Ilm .....	73
Tabelle 22: Interviewpartner zum Thema Anpassungskapazitäten .....	75
Tabelle 23: Anpassungskapazitäten in den Schwerpunktthemen auf Basis der Experteninterviews .....	77
Tabelle 24: Ermittelte künftige Vulnerabilitäten in den Schwerpunktthemen .....	78
Tabelle 25: Vorschläge für Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren in den Schwerpunktthemen .....	83
Tabelle 26: Klimaanpassungsmaßnahmen für die Stadt Pfaffenhofen an der Ilm .....	85
Tabelle 27: Umsetzungspriorität der Anpassungsmaßnahmen für Pfaffenhofen an der Ilm .....	90
Tabelle 28: Übersicht über Indikatoren und Indikationsideen in den Handlungsfeldern der BayKLAS (Quelle: LfU 2018, S. 23) .....	93
Tabelle 29: Impakt-Indikator und Indikationsidee für das Handlungsfeld Landwirtschaft (Quelle: LfU 2018, S. 27).....	94
Tabelle 30: Response-Indikatoren für das Handlungsfeld Städtebau/Bauleitplanung (Quelle: LfU 2018, S. 35).....	94
Tabelle 31: Erfolgsindikatoren für die Klimaanpassungsmaßnahmen in Pfaffenhofen an der Ilm .....	95

## Kurzfassung

Das vorliegende Klimaanpassungskonzept stellt die Ergänzung der Bemühungen im Bereich Klimaschutz der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm dar. Sie befasst sich mit den Auswirkungen des projizierten Klimawandels auf die Stadt bis zum Ende des 21. Jahrhunderts und wie den daraus entstehenden Herausforderungen vorausschauend strategisch zu begegnen ist. Wesentliche Projektziele waren:

- die Bestandsaufnahme der kommunalen Systeme und ihrer Beeinflussung durch das Klima,
- die Identifikation und Priorisierung konkreter Betroffenheiten durch Klimafolgen,
- die Ableitung einer kommunalen Gesamtstrategie für die Klimafolgenanpassung,
- die Erstellung eines abgestimmten Maßnahmenkataloges,
- die Etablierung einer Akteursbeteiligung,
- der Entwurf einer Verstetigungs- und Controlling-Strategie sowie
- ein Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit.

Der Klimawandel schreitet voran und die wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen, dass sich die weltweiten Treibhausgasemissionen noch immer in einer Weise entwickeln, die dem negativsten Szenario des Weltklimarats (RCP8.5) nahekommen. Die sich daraus ableitenden möglichen klimatischen Veränderungen werden einen enormen Einfluss auf das Mensch-Umwelt-System haben. Zwar gibt es für einige Fragestellungen bisher nur unsichere Aussagen, der generelle Trend jedoch ist eindeutig.

Für die Analyse der Klimaentwicklung in der Region Pfaffenhofen wurde sich auf die Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes und des Landesamtes für Umwelt gestützt. Für die projizierte künftige Entwicklung wurden die drei RCP-Szenarien 2.6, 4.5 und 8.5 für ein Ensemble aus Klimamodellen (BayernEnsemble) ausgewertet. Letztlich standen Klimamess- und -modelldaten zur Verfügung, die eine Betrachtung der folgenden Zeiträume ermöglichte:

- Vergangenheit (1951-1980),
- Referenzzeitraum (1971-2000),
- Gegenwart (2001-2030),
- Nahe Zukunft (2031-2060),
- Ferne Zukunft (2071-2100).

Im Ergebnis der Auswertung wird für die Stadt Pfaffenhofen mit einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur bis Ende des Jahrhunderts gerechnet, was sowohl aus einer Erhöhung der Winter- wie auch Sommertemperaturen resultiert. Gleichzeitig kommt es zu einer Zunahme der Sommer- und Hitzetage. Für die Jahresniederschlagssumme gibt es einen leichten Trend zur Zunahme. Für Starkregenereignisse wird mit einer leichten bis moderaten Zunahme der Häufigkeit und Intensität gerechnet. Die Klimatische Wasserbilanz wird im Winterhalbjahr leicht zunehmen, im Sommerhalbjahr eher abnehmen. Letzteres begründet sich vor allem durch die höheren sommerlichen Temperaturen und einer damit stärkeren Verdunstung. Für die Entwicklung der mittleren und maximalen Windgeschwindigkeiten gibt es derzeit keine belastbaren Trends.

In den kommunalen Handlungsfeldern ist allgemein mit weitreichenden Auswirkungen durch den Klimawandel zu rechnen: Im Handlungsfeld Gesundheit wird es vor allem zu einer Zunahme der sommerlichen Hitzebelastung kommen. Zudem wird der demographische Wandel zu einer Verschärfung des Problems führen. Für die Landwirtschaft zeigen sich Risiken durch die Wasserknappheit auf Ackerflächen und den Bodenabtrag infolge zunehmender erosiver Starkniederschläge. Gleichzeitig besteht eine Chance in Bezug auf Ertragssteigerungen und den Anbau neuer Sorten. Für die Forstwirtschaft sind eine Verschärfung der Waldbrandgefahr, eine abnehmende Wasserversorgung, aber auch Gefahren durch Extremereignisse wie z. B. Stürme zu befürchten. Eine Verlängerung der forstlichen Vegetationsperiode kann bei gleichzeitigem Waldumbau zusätzliche Holzerträge bedeuten. Für die Wasser- und Abwasserwirtschaft stellen zunehmende lokale Überschwemmungen infolge von Starkregen sowie sommerliches Niedrigwasser in den Gewässern die größten Herausforderungen dar. Die Auswirkungen von veränderten Temperaturen und Niederschlägen im Handlungsfeld Biologische

Vielfalt sind je nach Artengruppe unterschiedlich und reichen von tendenziell positiv (z. B. Heuschrecken, Libellen) bis zu überwiegend negativ (z. B. Moose und Flechten). Risiken bestehen durch die Zuwanderung potenziell invasiver Arten. Das Handlungsfeld Verkehrswesen profitiert langfristig vom Klimawandel durch den Rückgang der Straßenschäden durch Frost-Tau-Wechsel und Verkehrsbehinderungen durch Schneefall. Andererseits sorgen hohe sommerliche Temperaturen für zunehmende Hitzeschäden am Bahn- und Straßennetz. Für Industrie und Gewerbe werden Extremereignisse negative Einflüsse auf die Warenproduktion und -zulieferung haben. Sommerliche Wasserknappheit wird zunehmend zum Problem für die Versorgung mit Kühl- und Brauchwasser. Der Tourismus kann beim Kultur-/Wandertourismus künftig von der verlängerten Tourismussaison infolge milderer Temperaturen profitieren und für eine zusätzliche kommunale Wertschöpfung sorgen. Das Bauwesen wird künftig mehr mit Witterungsextremen wie Hitzeperioden oder Stürmen und Starkregen konfrontiert. Erstes führt häufiger zu bioklimatischen Belastungen in Gebäuden, zweites zu vermehrten Gebäudeschäden. Sommerliche Hitzeextreme werden zu einem Anstieg des Kühlenergiebedarfs im Handlungsfeld Energiewirtschaft führen. Andererseits wird der Heizenergiebedarf flächendeckend abnehmen. Infrastrukturen werden künftig stärker durch Extremereignisse (Stürme, Starkregen) betroffen sein. Für das Querschnittsthema Katastrophenschutz werden lokale Überschwemmungen durch Starkregen und Flusshochwasser sowie Wald- und Flächenbrände weiterhin eine Rolle spielen. Evtl. führt der demographische Wandel hier auch zu Engpässen bei der Mitgliedergewinnung und damit einer herabgesetzten Einsatzfähigkeit.

Neben der Beschreibung der allgemeinen Auswirkungen auf die kommunalen Handlungsfelder wurden für die Stadt relevante Klimafolgen als Schwerpunktthemen priorisiert und in Detailanalysen vertiefend untersucht. Diese sind:

- Hitzebelastung für die Bevölkerung,
- Trockenstress für Stadtbäume,
- Trockenstress auf Waldflächen,
- Trockenstress auf Ackerflächen,
- Erosive Sturzfluten durch Starkregen und
- Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser.

Die untersuchten Schwerpunktthemen bzw. die durch sie repräsentierten Problemlagen sind nicht neu, werden sich aber künftig in ihrer Häufigkeit und/oder Intensität ändern. Aufgrund fehlender, räumlich hochaufgelöster Klimadaten wurde sich bei der Analyse vor allem auf die Sensitivitäten in den Schwerpunktthemen konzentriert; eine Stellschraube der Klimawirkung, auf die die Akteure mittels Anpassungsmaßnahmen direkten Einfluss haben. Ausgehend von den Erkenntnissen der Klimawirkungsanalyse wurden die Anpassungserfordernisse in den Schwerpunktthemen und Gemarkungen erarbeitet. Durch Experteninterviews mit lokalen Akteuren konnten die (mittleren bis hohen) Anpassungskapazitäten in den Schwerpunktthemen herausgearbeitet werden. Mit diesen Informationen wurden schließlich die Vulnerabilitäten in den Schwerpunktthemen ermittelt. Hier sind es die Hitzebelastung für die Bevölkerung und der Trockenstress auf Ackerflächen, die künftig hohe Vulnerabilitäten erwarten lassen, auch bei Aktivierung der Anpassungskapazitäten, also der Umsetzung entsprechender Anpassungsmaßnahmen.

Im Rahmen der Strategieerarbeitung wurde viel Wert auf die Einbindung der lokalen Akteure gelegt und drei Workshops sowie eine Bürgerveranstaltung durchgeführt. Darüber hinaus wurden wesentliche Ergebnisse (auch Corona-bedingt) per Telefon, Videokonferenz und E-Mail abgestimmt.

Die Stadtverwaltung entwickelte ein Leitbild für den Anpassungsprozess, auf dem die weitere Strategieentwicklung fußte. Darauf aufbauend folgte die Zieldefinition für die Schwerpunktthemen. Dabei wurde Wert daraufgelegt, dass der Erfolg der ihnen zugeordneten Maßnahmen anhand von Indikatoren prüfbar ist.

Im weiteren Verlauf wurden 21 Anpassungsmaßnahmen mit den Akteuren erarbeitet und abgestimmt sowie hinsichtlich ihrer Dringlichkeit priorisiert. Die Maßnahmenvorschläge entsprechen auch dem

Grundgedanken dieses Konzeptes, vor allem sogenannte „No-Regret-Maßnahmen“ zu bevorzugen, die in ihrer Umsetzung auch dann sinnvoll sind, wenn die Folgen des Klimawandels nicht so eintreten wie erwartet. Dies ist auch insofern wichtig, da einige Klimafolgen noch mit Unsicherheiten behaftet sind. Gleichzeitig wurde bei der Auswahl der Maßnahmen auf die Minimierung von Konflikten zum Thema Klimaschutz geachtet. Durch die Beteiligung von Akteuren der verschiedenen Handlungsfelder und die Diskussion in den Workshops repräsentieren die festgelegten Ziele und Maßnahmen in hohem Maße einen gemeinsam ausgehandelten Willen.

Für die Verstetigung des Themas Klimaanpassung wurden verschiedene Vorschläge unterbreitet, u. a. die Bereitstellung von Personalressourcen für das Klimaanpassungsmanagement bzw. die Bildung einer themenbezogenen Arbeitsgruppe in der Verwaltung.

Innerhalb des Controlling-Konzeptes wurden für die Stadt Pfaffenhofen geeignete Indikatoren zum Monitoring bestimmt. Diese werden für das Controlling der weiteren klimatischen Entwicklung sowie zur Erfolgsüberprüfung umgesetzter Klimaanpassungsmaßnahmen genutzt.

Das Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit schlussendlich dient der Vermittlung der Projektergebnisse nach Abschluss der Bearbeitung an Öffentlichkeit und Akteure. Hierzu wurde eine Reihe an Vorschlägen zur Informationsvermittlung der Ergebnisse des Anpassungskonzeptes unterbreitet.

# 1. Rahmenbedingungen

## 1.1 Anthropogener Klimawandel

### 1.1.1 Aktueller Wissensstand

Die Konsequenzen, die sich bereits heute und erst recht zukünftig durch den Klimawandel ergeben werden, lassen sich noch nicht alle übersehen. Neben den bisher nur schwer einschätzbaren Rückkopplungseffekten des Klimasystems hat eine Vielzahl weiterer Faktoren Einfluss darauf, wie groß das Ausmaß der Klimaveränderungen in Zukunft sein wird. Fest steht, dass die Intensität des sich vollziehenden Klimawandels stark davon abhängt, inwieweit es gelingt, die durch anthropogene Prozesse hervorgerufenen Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Dennoch ist es heute wissenschaftlicher Konsens, dass selbst trotz der großen Bemühungen im Klimaschutz die Folgen der globalen Erwärmung auch für die nächsten Generationen spürbar sein werden.

Schwankungen der Klimabedingungen traten in der Erdgeschichte regelmäßig auf, wenn sich die Umgebungsbedingungen änderten, z. B. die solare Einstrahlung, großräumige Systeme der Luft- und Wasserzirkulation oder die Zusammensetzung der Atmosphäre nach großen Vulkanausbrüchen. Spätestens mit dem Eintritt in das industrielle Zeitalter hat die Menschheit eine Klimadynamik in Gang gesetzt, die mit natürlichen Klimaschwankungen nicht mehr zu erklären ist. Durch Nutzung fossiler Energieträger und dem damit verbundenen Ausstoß von → *Treibhausgasen* werden die Umgebungsbedingungen für das globale Klimasystem geändert. Diese Änderung beeinflusst das globale Klimageschehen mit erheblichen Auswirkungen. Es wird wärmer, die Niederschlagsverteilung ändert sich und → *Extremwetterereignisse* treten regional häufiger auf. Bedeutend im Vergleich zu vorangegangenen, natürlichen Klimaänderungen ist die Schnelligkeit, mit welcher der Klimawandel heute auftritt.

*Treibhausgase sind gasförmige Bestandteile der Atmosphäre (sowohl natürlichen wie anthropogenen Ursprungs), die die Strahlung, die von der Erdoberfläche, der Atmosphäre selbst und den Wolken abgestrahlt wird, in spezifischen Wellenlängenbereichen innerhalb des Spektrums der thermischen Infrarotstrahlung absorbieren und wieder ausstrahlen.*

*Ein Extremwetterereignis ist ein mit extremen Wetterbedingungen wie Hitze, Sturm oder Starkniederschlag verbundenes Ereignis, das am gegebenen Ort und zur gegebenen Jahreszeit selten ist.*

Seit mittlerweile über 30 Jahren widmet sich der Weltklimarat der Vereinten Nationen (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) den Fragen im Zusammenhang mit dem natürlichen und menschlich verursachten Klimawandel. Dieses Gremium, bestehend aus vielen hundert Wissenschaftlern aus aller Welt, sammelt die neuesten Erkenntnisse und veröffentlicht diese im Konsensverfahren etwa alle sechs Jahre in einem Sachstandsbericht. In den Jahren 2013/2014 wurde der aktuelle 5. Sachstandsbericht veröffentlicht, welcher inzwischen durch drei Sonderberichte ergänzt wurde. Demnach hat sich die weltweite Durchschnittstemperatur zwischen 1901 und 2012 um etwa 0,9 °C erhöht während sich der Meeresspiegel im selben Zeitraum um ungefähr 19 cm gehoben hat (IPCC 2014a). Die letzten drei Jahrzehnte waren jeweils die wärmsten seit Beginn der globalen Messungen. Diese Änderungen sind nach wissenschaftlichem Konsens ganz überwiegend auf die anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zurückzuführen.

Im Rahmen politischer Diskussionen um den Klimawandel wird häufig das 2-Grad- bzw. in letzter Zeit das 1,5-Grad-Ziel thematisiert, also eine nötige Begrenzung des durchschnittlichen globalen Temperaturanstiegs auf maximal 2 °C bzw. sogar nur 1,5 °C bis 2100 im Vergleich zum vorindustriellen Niveau. Eine Überschreitung des Wertes von 2° C gilt nicht nur als kritisch für Ökosysteme, sondern könnte unkontrollierbare Rückkopplungen hervorrufen. Neben der zunehmenden Verdunstung, die den Wassergehalt der Atmosphäre erhöht und damit den Treibhauseffekt weiter verstärkt, wären auftauende Permafrostgebiete, schmelzende Eisflächen und Gletscher und die Abnahme von CO<sub>2</sub>-Senken wie Wälder und Moore die Folge. Mögliche Risiken bei höheren Temperaturen bestehen in der zunehmenden Überschwemmung küstennaher Gebiete durch den ansteigenden Meeresspiegel, das

Absterben besonders der immobilen angestammten Arten in ihren heimischen Gebieten und eine fortschreitende Desertifikation (WBBGU 2006). Besonders der Wasserkreislauf wird sich signifikant verändern, sodass in vielen bisher bereits trockenen Gebieten die wasserarmen Perioden intensiver werden, während in anderen Regionen aufgrund der höheren Verdunstung deutlich mehr und stärkere Niederschläge fallen.

Die regionalen Unterschiede in den Auswirkungen des globalen Klimawandels sind enorm. Vor allem die hohen polaren Breiten sind gegenwärtig und auch zukünftig von einer massiven Erwärmung betroffen, während die Klimamodelle für Mitteleuropa im globalen Vergleich eher moderate Temperatur- und Niederschlagsänderungen projizieren. Das Klima muss insgesamt als komplexes System verstanden werden, welches als Bestandteil des globalen Ökosystems alle anderen Umweltfaktoren bzw. Systemelemente beeinflusst. Es ist daher von entscheidender Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des globalen Naturhaushaltes im Ganzen. Die Beeinflussung wesentlicher physikalischer Parameter wie z. B. der Temperatur und elementarer Landschaftsfaktoren wie dem Wasserhaushalt führt dabei zu signifikanten Veränderungen der Lebensprozesse auf der Erde. Die schnelle Veränderung des Klimas hat somit weitreichende und teils schwer kalkulierbare Konsequenzen für Mensch und Umwelt.

### 1.1.2 Verwendung von Klimamodellen

Im Gegensatz zu gemessenen Klimadaten beruhen Aussagen für das zukünftige Klima auf → *Globalen Klimamodellen*. Dabei nutzen die Klimamodelle bekannte physikalische Gesetze und beruhen auf Kenntnissen der Klimabeobachtung.

*Ein **Globales Klimamodell** (General Circulation Model, kurz GCM) ist ein numerisches oder statistisches Modell, das eine dreidimensionale Repräsentation der Atmosphäre enthält und die in ihr ablaufenden physikalischen und chemischen Prozesse beschreibt. Es berücksichtigt Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozeanen und der Erdoberfläche inkl. der Biosphäre.*

Diese Klimamodelle sind in der Lage, das gegenwärtige und zurückliegende Klima in seinem mittleren Zustand zu reproduzieren und gelten damit auch für Aussagen des zukünftigen Klimas als belastbar. Dies gilt allerdings nur für den mittleren Zustand einer Klimaperiode (30 Jahre und mehr) und nicht für einzelne Zeitpunkte in der Zukunft. Unsicherheiten herrschen dagegen in der zukünftigen sozio-ökonomischen Entwicklung. Durch sogenannte → *Szenarien* werden diese Unsicherheiten abgebildet und kalkulierbarer. Unterschiedliche Pfade der zukünftigen Treibhausgasemissionen führen zu Differenzen der zukünftigen Temperatur- und Niederschlagsentwicklung.

***Szenarien** sind Beschreibungen möglicher zukünftiger Verhältnisse einschließlich des Verlaufs ihrer Entstehung. Sie fußen auf Annahmen und beschreiben die demographische, sozio-ökonomische, politische und technologische Entwicklung. Darauf basierend werden Emissionsverläufe von Treibhausgasen abgeleitet, die zur Abschätzung von möglichen Klimaentwicklungen genutzt werden.*

Die in der vorliegenden Studie verwendeten Szenarien sind drei der vier aktuellen RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways bzw. repräsentative Konzentrationspfade, Abbildung 1), wie sie im 5. Sachstandsbericht des IPCC verwendet werden:

- RCP2.6: ein Minderungsszenario; es geht von deutlichen Anstrengungen im Klimaschutz und damit sehr niedrigen Emissionen aus. Eine mittlere globale Erwärmung um mehr als 2 °C im Jahr 2100 im Vergleich zum vorindustriellen Niveau wird nicht überschritten (Abbildung 2). Das Szenario entspricht dem Ziel der Vereinbarungen von Paris.
- RCP4.5: ein Stabilisierungsszenario mit mittleren Treibhausgas-Emissionen.
- RCP8.5: ein „worst-case“-Szenario mit sehr hohen Treibhausgas-Emissionen und sehr geringen Klimaschutzbemühungen. Eine mittlere globale Erwärmung um 4 bis 5 °C wäre hier wahrscheinlich.

Die Bezeichnung der Szenarien bezieht sich auf den ungefähren totalen Strahlungsantrieb im Jahr 2100 bezogen auf das Jahr 1750: 2,6 W/m<sup>2</sup> für RCP2.6 (Minderungsszenario), 4,5 W/m<sup>2</sup> für RCP4.5 (Stabilisierungsszenario) und 8,5 W/m<sup>2</sup> für RCP8.5 („worst-case“-Szenario) (IPCC 2014a).

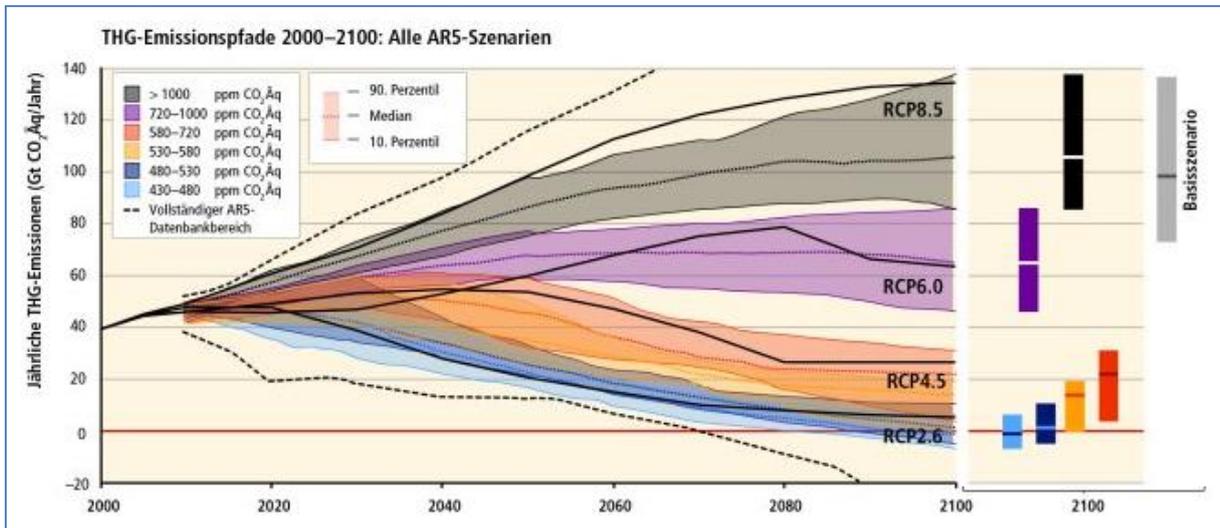


Abbildung 1: Treibhausgas-Emissionspfade 2000 – 2100 für verschiedene Repräsentative Konzentrationspfade (RCP) (Quelle: IPCC 2014a, S. WG III-10)

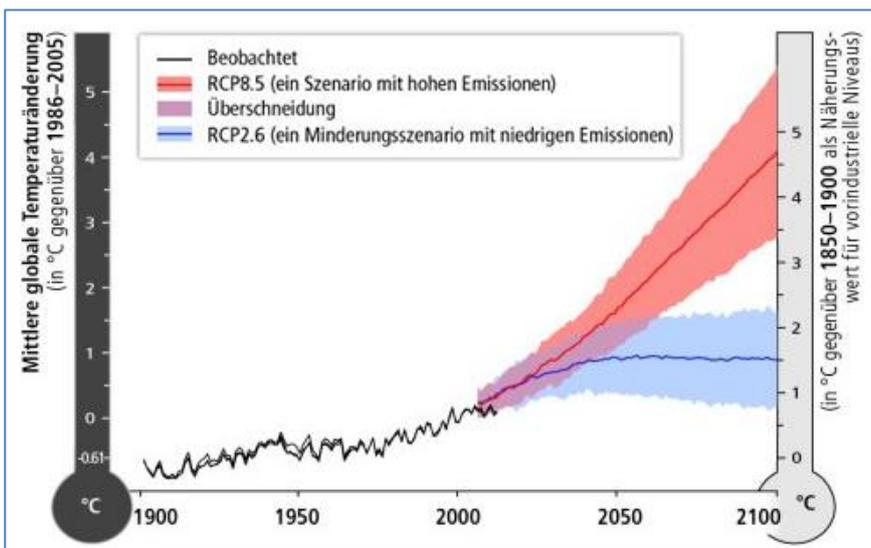


Abbildung 2: Beobachtete und mittels RCP-Szenarien projizierte mittlere jährliche globale Erdoberflächentemperatur (Quelle: IPCC 2014a, S. 13, verändert)

Die von den Globalen Klimamodellen für die unterschiedlichen Szenarien projizierten klimatischen Entwicklungen und Ergebnisdaten werden mittels → *regionaler Klimamodelle* verfeinert und für die Anwendung auf Bundesland- bzw. Regionsebene aufbereitet. Während die räumliche Auflösung von Globalmodellen meist über 100 x 100 km groß ist, weisen die im Projekt verwendeten regionalen Klimaprojektionsdaten eine Auflösung von 12,5 x 12,5 km auf (vgl. Kapitel 1.2.3).

*Regionale Klimamodelle dienen der Übertragung der Ergebnisse globaler Klimamodelle auf kleinere Betrachtungsräume und erhöhen die räumliche Auflösung der Ergebnisse dieser. Beispiele für in Deutschland verwendete Regionalmodelle sind u. a. COSMO-CLM, REMO und WETTREG.*

Die nach unterschiedlichen Szenarien projizierte Entwicklung des Treibhausgasausstoßes dient als Basis für die Klimamodelle, welche das zukünftige Klima auf globaler sowie regionaler Ebene modellieren. Diese werden stetig weiterentwickelt, sind für lange Zeiträume jedoch zwangsläufig mit Unsicherheiten behaftet. Physikalische Vorgänge sind in großen, komplexen Systemen nur begrenzt exakt

beschreibbar. Die Projektionen der Klimamodelle müssen also eher als Rahmen der wahrscheinlichen Entwicklung verstanden werden denn als exakte Beschreibung.

### 1.1.3 Anpassung an den Klimawandel

Der globale Klimawandel findet statt und ist nur noch begrenzt, aber nicht mehr abzuwenden. Zu den gravierendsten Risiken zählen u. a. die Zunahme der Extremwetterereignisse, die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur, der Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels durch das kontinuierliche Abschmelzen des Festlandeseises sowie das Auftauen riesiger Permafrostgebiete und die damit verbundene Freisetzung großer Mengen des Treibhausgases Methan. Daher ist es mehr denn je von Bedeutung, dass politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entscheidungsträger gemeinsam auf unterschiedlichen Ebenen (global, national, regional und lokal) Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel entwickeln und umsetzen. Es geht darum, sich bestmöglich auf die bereits eingetretenen und die bevorstehenden, weitreichenden klimatischen Änderungen für Mensch und Umwelt einzustellen und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen deutlich zu verringern. *„Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sowie zu seiner Minderung können Risiken effektiv reduzieren. Je stärker der Klimawandel voranschreitet, desto mehr nehmen weltweit die Risiken zu und desto eher werden die Grenzen der Anpassung erreicht“* (IPCC 2014b, S.3). Bei der Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen müssen *„die Veränderung von Ökosystemen und sozio-ökonomische Entwicklungen wie Urbanisierung oder Demographie berücksichtigt“* werden (ebd.).

Die Grundlage auf nationaler Ebene bildet die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS). Die Bundesregierung gibt dabei die Einhaltung des langfristigen 2-Grad-Ziels vor, bei dem davon ausgegangen wird, dass dank weitreichender Anpassungsstrategien schwere Folgen vermieden werden können (BBD 2008). Um diese Begrenzung des Temperaturanstiegs auf maximal 2,0 °C bis 2100 im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu erreichen, müssen die Anstrengungen im Klimaschutz deutlich verstärkt werden. Seit Dezember 2015 besteht zwischen 195 Staaten eine Einigung, die internationale Klimaschutz-Vereinbarung von Paris, die Erwärmung auf 1,5 bis 2,0 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu beschränken. Nach aktuellem Kenntnisstand werden die getroffenen Absichtsbekundungen allerdings nicht in der Lage sein, die Temperaturerhöhung auf maximal 2,0 °C zu begrenzen, da bereits 0,9 °C globaler Erwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau eingetreten ist. Nach Klimamodellrechnungen ist eine globale Erwärmung von ca. 2,8 °C bei vollständiger Umsetzung der Vereinbarung realistischer. Welche gravierenden Reduktionen der globalen Treibhausgas-Emissionen zur Einhaltung des 1,5- bzw. 2-Grad-Zieles und eines Reduktionspfades, der dem RCP2.6-Szenario (Minderungsszenario) entspricht, erforderlich wären, lässt Abbildung 1 erahnen.

Die Ziele der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) wurden im „Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie“ zusammengefasst und im August 2011 vom Bundeskabinett beschlossen. Konkret soll die Verwundbarkeit (→ *Vulnerabilität*) natürlicher, sozialer und wirtschaftlicher Systeme gegenüber Klimafolgen vermindert und dabei deren → *Anpassungskapazität* gestärkt sowie die Ausnutzung möglicher Chancen erhöht werden (BBD 2011). Seitdem wird die Deutsche Anpassungsstrategie kontinuierlich weiterentwickelt. 2015 wurde ein Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie mit einem zweiten Aktionsplan Anpassung (APA II) beschlossen. Der nächste Fortschrittsbericht inkl. weiterentwickeltem Aktionsplan Anpassung II ist für 2020 geplant.

*Die Anpassungskapazität beschreibt die Fähigkeit eines Systems (z. B. einer Region, einer Stadt oder eines Unternehmens), sich durch Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an veränderte klimatische Bedingungen anzupassen, Klimafolgen zu mindern und mögliche Vorteile zu nutzen.*

*Vulnerabilität bzw. Verwundbarkeit ist das Maß, zu dem ein System gegenüber nachteiligen Auswirkungen der Klimaänderung, einschließlich Klimavariabilität und Extremwerte, anfällig ist und nicht damit umgehen kann. Die Verwundbarkeit wird durch die Art, das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Klimaänderung und -schwankung, der ein System ausgesetzt ist, sowie der Sensitivität und der Anpassungskapazität des Systems bestimmt.*

Die Landesregierung Bayern trägt ihrerseits zum Anpassungsprozess im Freistaat bei. Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind in Bayern seit vielen Jahren Gegenstand politischer und wissenschaftlicher Aktivitäten. Der Klima-Report 2015 zeigte Erkenntnisse zum Klimawandel in Bayern sowie Auswirkungen in den verschiedenen Umwelt- und Lebensbereichen auf (STMUV 2015). Im Rahmen der Fortschreibung der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS) im Jahr 2016 (STMUV 2016) wurden für Bayern relevante Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen für 15 klimasensitive Handlungsfelder aus allen gesellschaftlichen Bereichen dargestellt. Mit der Pilotstudie „Klimawirkungskarten Bayern“ wurden 2017 Klimawirkungskarten auf Basis der „Vulnerabilitätsstudie Deutschland“ des Umweltbundesamtes für Bayern erarbeitet (LfU 2019). Zeitgleich erschien eine Machbarkeitsstudie zu „Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern“, die helfen soll, frühzeitig klimatische Veränderungen zu erkennen und Vorsorge zu ergreifen (LfU 2018).

#### 1.1.4 Klimaschutz und Klimaanpassung

Die Konsequenzen, die sich zukünftig durch den Klimawandel ergeben werden, sind gegenwärtig kaum abschätzbar. Neben der fortschreitenden Globalisierung und den bisher nur schwer einschätzbaren Rückkopplungseffekten des Klimasystems hat eine Vielzahl weiterer Faktoren Einfluss darauf, wie groß das Ausmaß der Klimaveränderungen in Zukunft sein wird. Fest steht, dass die Intensität des sich vollziehenden Klimawandels stark davon abhängt, inwieweit es gelingt, die durch anthropogene Prozesse hervorgerufenen Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Dennoch ist es heute wissenschaftlicher Konsens, dass selbst trotz großer Bemühungen im Klimaschutz die Folgen der globalen Erwärmung noch für die nächsten Generationen spürbar sein werden (IPCC 2007).

Eine ganzheitlich ausgerichtete Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels geht daher einen Schritt weiter und nimmt bereits zur Kenntnis, dass eine Vielzahl negativer Folgen nicht mehr verhindert werden kann und dass es notwendig ist, sich auf die zu erwartenden Veränderungen vorzubereiten. Trotzdem dürfen die Anstrengungen zur Anpassung an die projizierten Auswirkungen des Klimawandels (Adaption) nicht losgelöst vom Klimaschutz (Mitigation) erfolgen. Eine nachhaltige Abmilderung der zu erwartenden Konsequenzen ist nur durch erfolgreich umgesetzte Maßnahmen im Klimaschutz möglich. Klimaschutz muss folglich einen festen Platz in den Strategiepapieren der Stadt- und Regionalplanung einnehmen; Klimaschutzaktivitäten müssen unterstützt und klimaschädliche Entwicklungen vermieden werden (SSB 2011). Dazu zählen Maßnahmen, die auf eine Reduktion von Treibhausgasemissionen (Steigerung der Energieeffizienz, Vermeidung energieintensiver Aktivitäten, Etablierung erneuerbarer Energiequellen), aber auch auf den Schutz bzw. die Entwicklung von Treibhausgasenken wie Wälder abzielen (Kompensation).

Diesem Erfordernis folgt auch die Stadt Pfaffenhofen, die 2011/2012 ein integriertes kommunales Klimaschutzkonzept verabschiedet hat, welches zahlreiche Klimaschutzmaßnahmen vorschlägt und einen Aktionsplan enthält (PAF 2012). Weiterhin wurde 2015 als Netzwerk die Klimaschutzallianz Pfaffenhofen gegründet, in dem sich Privatpersonen, Unternehmen und Vereine mit Aktivitäten einbringen können, um das ehrgeizige Pfaffenhofener Klimaschutzziel von 3 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Einwohner im Jahr 2030 zu erreichen. Gegenwärtig wird das Klimaschutzkonzept zu einer Version 2.0 überarbeitet. Es wird zusammen mit dem Klimaanpassungskonzept den Klimaplan 2030 bilden und mittels Klimaschutz den Wandel bremsen und mit der Klimaanpassung dem unaufhaltsamen Wandel standhalten.

Während der Klimaschutz bereits seit den 1970er Jahren im Rahmen der „Energieeinsparung“ thematisiert wird und sich seit den 1990er Jahren als eigenständiges Handlungsfeld etabliert hat, ist die Klimafolgenanpassung erst seit der Jahrtausendwende im öffentlichen Diskurs wahrnehmbar (BMVBS 2010). Dies mag in erster Linie daran liegen, dass die Unvermeidbarkeit der zu erwartenden Klimawandelfolgen erst in den letzten Jahren allmählich Zugang in das Bewusstsein der Gesellschaft gefunden hat. Nun muss es darum gehen, mit den Auswirkungen des Klimawandels umzugehen und sich darauf einzustellen.



Abbildung 3: Klimaschutzkonzept und Klimaallianz-Broschüre der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: <https://pfaffenhofen.de/artikel/klimaschutz>)

Von großer Bedeutung bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel ist es, die Synergien und Konflikte zwischen den jeweiligen Maßnahmen zu beachten (vgl. Kapitel 3.4). Klimaschutz und Klimaanpassung müssen zusammen angegangen werden; positive Synergien müssen aufgezeigt und zugänglich gemacht, Entscheidungsträger frühzeitig für Konfliktpotenziale sensibilisiert werden. *„Die Verminderung von Treibhausgasen in allen Ländern ist damit die zentrale Voraussetzung, um langfristig die Anpassungsnotwendigkeiten und damit die Anpassungskosten gering zu halten. Damit sind beide Wege - Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel - untrennbar miteinander verbunden.“* (BBD 2008, S.5).

## 1.2 Ausgangslage in Pfaffenhofen

### 1.2.1 Ausstattung

#### Geografische Lage, Naturräume und Schutzgebiete

Pfaffenhofen an der Ilm liegt etwa 50 km nördlich von München in Oberbayern und damit im Westen des Hopfenland Hallertaus. Naturräumlich wird die Region rund um Pfaffenhofen dem Donau-Isar-Hügelland zugeordnet, begrenzt durch die Münchner Ebene im Süden und das Donaumoos im Norden (LfU o.J.). Das Donau-Isar-Hügelland gehört dem Landschaftstyp gehölz- bzw. walddreieiche, acker geprägte Kulturlandschaft an und ist von sanften Hügelzügen und einer kleinräumig strukturierten Landschaft gekennzeichnet. Während in Tälern Wiesen und auf den Hügelkuppen Wälder die vorherrschenden Landschaftsnutzungen sind, wird auf den Hängen Landwirtschaft betrieben. Der fruchtbare Lösslehmboden fördert diese Nutzung (BfN 2010).

Das Stadtgebiet liegt etwa 425 m ü. NN und wird von Süd nach Nordost von der Ilm durchquert, bevor diese in ein weites Tal fließt. Schutzgebiete sind im Stadtgebiet selbst nicht vorhanden. Lediglich im Norden des Naturraums Donau-Isar-Hügelland liegt das Flora-Fauna-Habitat-Gebiet Paar und Ecknach. Bayern liegt im Übergangsbereich von maritimem zu kontinentalem Klima. Klimatisch kann die Region Pfaffenhofen damit in die warm-gemäßigte Zone eingeordnet werden. Lokal unterscheiden sich die Temperaturen in der Kernstadt jedoch von denen im unbebauten Umland, da die Bebauung als Wärmespeicher der Sonneneinstrahlung fungiert und einen lokalen Temperaturanstieg zur Folge hat. Die engen Straßen und fehlenden Freiflächen führen gleichzeitig zur verminderten Durchlüftung der Kernstadt und damit einhergehenden geringeren nächtlichen Abkühlung. Der als „städtische Wärmeinsel“ bezeichnete Effekt ist in Abbildung 4 illustriert.

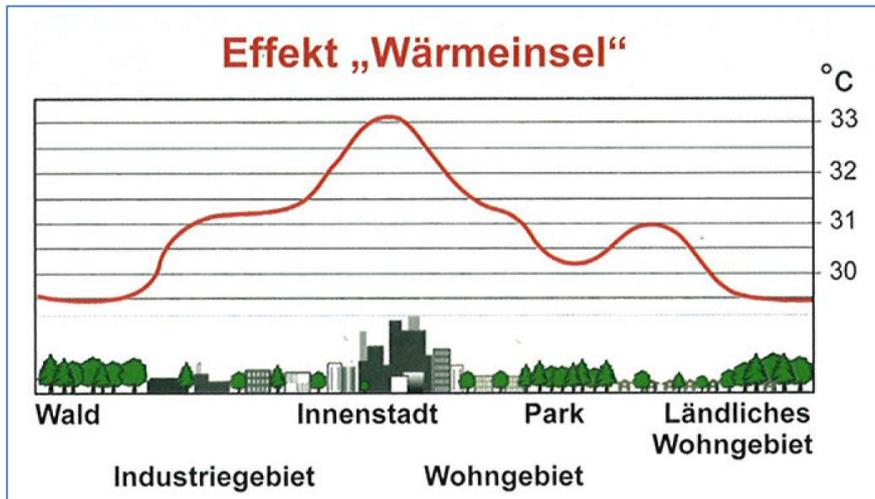


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer städtischen Wärmeinsel (Quelle: [www.plasticpavement.org](http://www.plasticpavement.org))

### Landnutzung

Die Stadt Pfaffenhofen ist vor allem durch einen großen Anteil landwirtschaftlicher Fläche gekennzeichnet. Mehr als 50 % der Bodenfläche von insgesamt 92,6 km<sup>2</sup> wird vor allem für den Anbau von Getreide genutzt. Nur ein kleiner Teil (11,6 %) des Stadtgebietes wird als Wohnbau-, Verkehrs- oder Gewerbefläche genutzt. Knapp ein Drittel des Gebietes (27,9 km<sup>2</sup>) ist durch Wald oder Gehölz bedeckt (Abbildung 5).

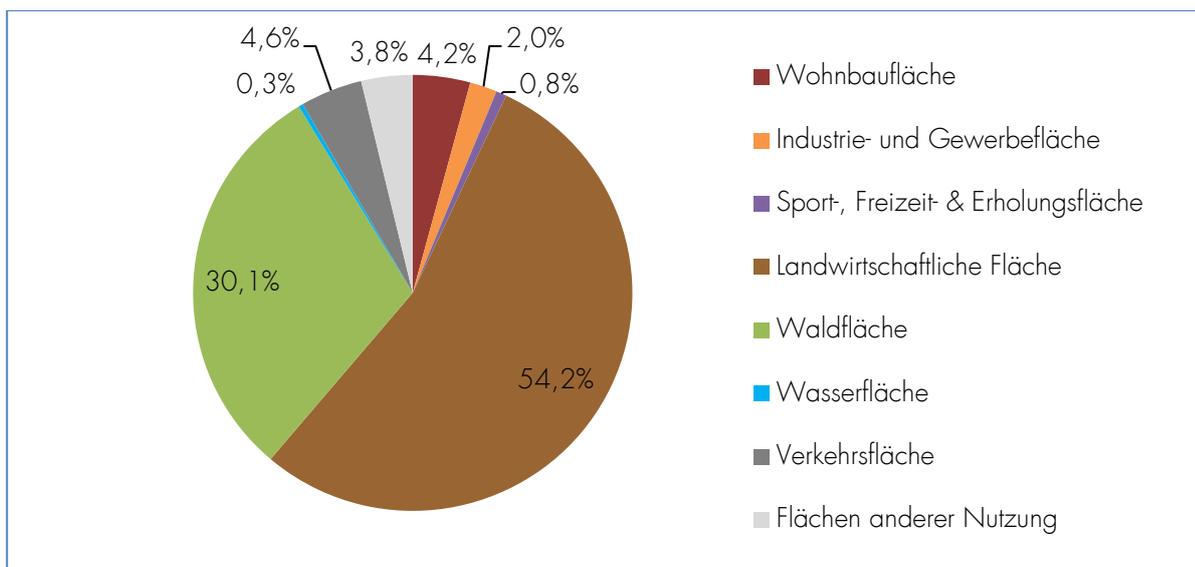


Abbildung 5: Landnutzungsverteilung im Stadtgebiet Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: LfS 2020)

### Verwaltungs- und Siedlungsstruktur

Die Stadt liegt im Regierungsbezirk Oberbayern in der Metropolregion München. Sie ist als Kreisstadt ein Mittelzentrum mit Einkaufs- und Freizeitmöglichkeiten sowie Gastronomie. Die zugehörige Planungsregion ist Ingolstadt. Pfaffenhofen hat eine Fläche von etwa 92 km<sup>2</sup> und mit 26.205 Einwohnern (Stand 31.03.2020, LfS 2020a) eine Bevölkerungsdichte von 284 Einwohnern je Quadratkilometer. Auf dem Stadtgebiet finden sich 13 Ortsteile bzw. Gemarkungen: Sulzbach, Tegernbach, Ehrenberg, Angkofen, Niederscheyern, Pfaffenhofen, Haimpertshofen, Affalterbach, Gundamsried, Walkersbach, Uttenhofen, Fönbach und Eberstetten. Rund 75 % der Bevölkerung lebt in der Kernstadt, der Rest in den ländlich geprägten Gebieten.

## Wirtschaft und Infrastruktur

Pfaffenhofen an der Ilm liegt in der wachsenden Metropolregion München in Oberbayern. Mit einer Entfernung von maximal 30 bis 40 Autominuten nach Augsburg, Ingolstadt, Regensburg, Flughafen München und München können mehrere Millionen Kunden erreicht werden. Mit einer Arbeitslosenquote von weniger als 1 % (2019) liegt die Stadt sowohl deutlich unter dem bayerischen als auch dem bundesweiten Durchschnitt. Der Standort ist geprägt von grünen Technologien und schonenden Verarbeitungsverfahren. Die Hipp GmbH & CO. Vertrieb KG hat z. B. seit den 1950er Jahren ihren Stammsitz in Pfaffenhofen. Außerdem wurde Pfaffenhofen mit dem Preis für die lebenswerteste Stadt der Welt (2011) und Nachhaltigste Kleinstadt in Deutschland (2013) ausgezeichnet (PAF 2020a,b)

Verkehrstechnisch ist die Stadt gut ausgestattet. Seit 2018 fährt der Stadtbus kostenlos. Der Bahnhof ist an das Regionalnetz der Deutschen Bahn angeschlossen, wodurch die Stadt direkt mit München, Nürnberg, Ingolstadt und Treuchtlingen verbunden wird (PAF 2020c). Weiterhin kreuzt die Bundesstraße 13 die Stadt und in östlicher Richtung ist die A9 schnell mit dem Auto erreichbar und stellt eine direkte Verbindung zu München sowie Ingolstadt her.

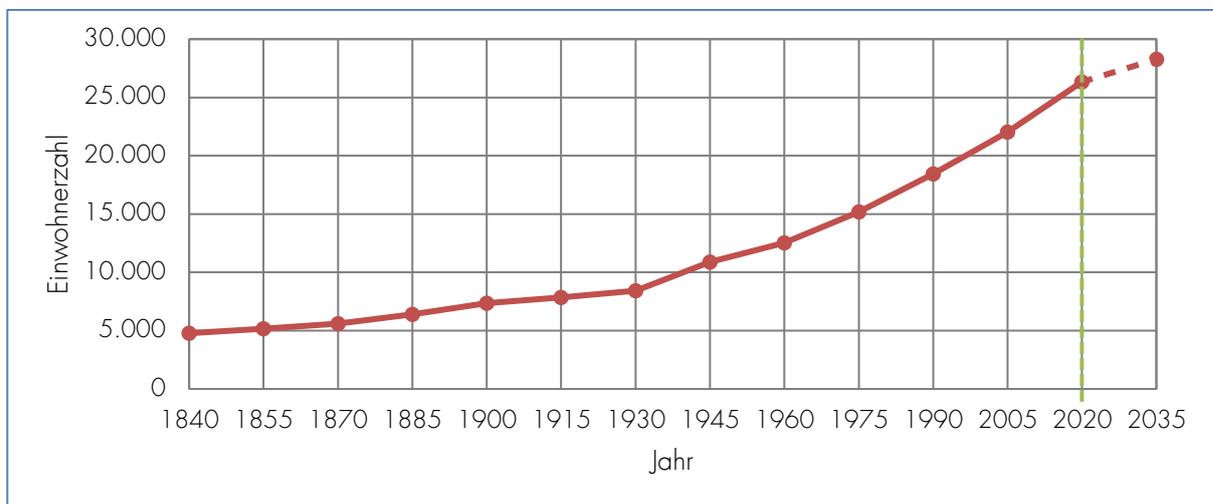


Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm von 1840 bis 2020 bzw. deren Prognose bis zum Jahr 2035 (Quelle: LfS 2020a,b)

## Demografie

Zum 31.03.2020 lebten in Pfaffenhofen 26.205 Menschen, zu nahezu gleichen Anteilen Frauen (13.140) und Männer (13.065). Zwischen 1970 und 2020 hat sich die Einwohnerzahl fast verdoppelt. Für die kommenden 15 Jahre prognostiziert das Bayerische Landesamt für Statistik eine jährliche Wachstumsrate von 0,04 %. Damit würde die Einwohnerzahl bis 2035 um etwa 2.000 Menschen ansteigen (Abbildung 6, LfS 2020a,b).

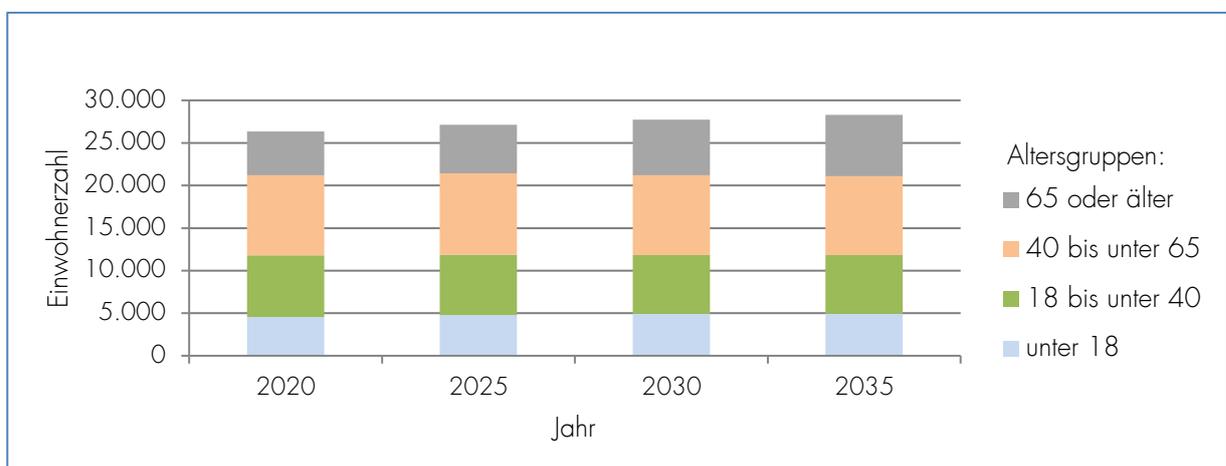


Abbildung 7: Prognostizierte Entwicklung der Altersgruppen in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: LfS 2020b)

Abbildung 7 zeigt, dass ein Zuwachs vor allem in der Gruppe der unter 18-jährigen und über 65-jährigen erwartet wird. Bei den jüngeren ist der prognostizierte jährliche Zuwachs mit 0,6 % sehr gering (Wachstum von 4.550 EW im Jahr 2020 auf 4.930 EW im Jahr 2035). In der Gruppe der älteren Menschen beträgt der prognostizierte jährliche Zuwachs rund 2 % und stellt damit die größte Veränderung in allen vier Klassen dar. In den anderen beiden Gruppen bleiben die Zahlen nahezu gleich, bzw. reduzieren sich minimal (LfS 2020b).

### 1.2.2 Klimatisch bedingte Problemlagen

In der Regel gibt es in Kommunen, die sich auf den Weg der Klimafolgenanpassung begeben, eine Historie vorausgegangener Schadereignisse, die durch Wetterextreme wie Sturm, Starkregen oder Hitzewellen verursacht oder zumindest begünstigt wurden. Die Kommune und betroffene Akteure suchen dann bereits nach Anpassungsmaßnahmen, um die Auswirkungen vergleichbarer künftiger Ereignisse zu reduzieren. Da die projizierten klimatischen Veränderungen eine Häufung bzw. Intensivierung verschiedener Wetterextreme nahelegen (vgl. Kapitel 2.1), ergeben sich erste Ansatzpunkte für mögliche thematische Schwerpunkte eines Klimaanpassungskonzeptes meist bereits aus einer Bestandsaufnahme vorausgegangener Schadereignisse.

In diesem Sinne wurden zugängliche Presse- und Internetveröffentlichungen geprüft und Schadereignisse im Stadtgebiet zusammengetragen (Tabelle 1). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den letzten Jahrzehnten vor allem Unwetter bzw. Starkregenereignisse und hierdurch ausgelöste Hochwasser und lokale Überschwemmungen große Schäden in Pfaffenhofen hinterlassen haben. 2018/2019 standen zudem Hitzebelastungen der Bevölkerung und Waldbrand(gefahren) im Fokus der Lokalpresse. Inwieweit künftig mit solchen Wetterextremen zu rechnen ist, beleuchtet Kapitel 2.1.

### 1.2.3 Bestehende Datengrundlagen

Vorbedingung und Ziel der Klimawirkungsanalyse als Grundlage der kommunalen Anpassungsstrategie war die Verwendung bereits bestehender Datensätze. Dies begründet sich durch folgende Überlegungen. Erstens bestehen in den verschiedenen Landeseinrichtungen und den daran gekoppelten Handlungsfeldern zahlreiche Grundlagendaten und damit verbundenes Fachwissen. Hier wird sich bereits seit längerem mit den Klimafolgen und der Anpassung daran beschäftigt. Zweitens ist die Schaffung neuer Datengrundlagen meist zeitlich aufwendig und für die meisten Akteure abseits von Förderprogrammen finanziell nicht zu stemmen. Auch wird ein „Aneinander-Vorbearbeiten“ der Akteure der Klimaanpassung vermieden und ein gegenseitiger Austausch gefördert. In der Folge wurden bestehende Datensätze unterschiedlicher Herkunft für die Analysearbeit zusammengeführt.

Bei der Klimawirkungsanalyse ist zwischen unterschiedlichen Datensätzen zu unterscheiden, die entweder ein Klimasignal (Exposition) beschreiben oder die Menschen oder Objekte (Bebauung, Infrastrukturen etc.), auf die es einwirkt (Sensitivität) (vgl. Kapitel 1.3).

#### **Klimabeobachtungs- und Klimamodelldaten**

Für die Erarbeitung von Klimaanpassungskonzepten bedarf es räumlich differenzierter Aussagen dazu, wie sich das Klima in der Vergangenheit bereits geändert hat bzw. wie es sich in Zukunft entwickeln könnte. Hierzu hat das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) Datensätze erarbeitet, die die Grundlage für die Analyse der Klimaveränderungen bilden.

Den Blick in die Vergangenheit ermöglichen Klimabeobachtungsdaten von Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die an vielen Orten Bayerns seit Jahrzehnten Messdaten aufzeichnen. Diese Punktdaten wurden in die Fläche interpoliert und vom Landesamt als Datensatz „BayObs“ aufbereitet. Der zeitliche Umfang dieses Datensatzes umfasst in der Regel die Jahre 1951-2019, bei einigen Messgrößen auch nur 1971-2019.

Tabelle 1: Bestandsaufnahme von Schadereignissen im Stadtgebiet Pfaffenhofen (Quelle: eigene Recherchen 2019)

Datum	Art des Ereignisses	Lokalität	Schäden
13./14. April 1994	Hochwasser nach Starkregenereignis	Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm	Rekordhochwasser, große Schäden
02./03. Juni 2013	Hochwasser nach Starkregenereignis	Grund- und Mittelschule Pfaffenhofen	Wasser in Keller und Turnhalle der Schule (ca. 14 Tsd. Euro Schaden)
		Schwarzbach, Affalterbach, Griesbach, Uttenhofen und Zielmühle	teilweise unterspülte Fahrbahnen
		Äußere Quellengasse	überflutete Grundstücke und Keller (ca. 9 Tsd. Euro Schaden)
		Spazier- und Radwege am Gerolsbach bei Niederscheyern, an der Ilm bei Förnach	vollständige Zerstörung in vielen Abschnitten des Gerolsbachwegs sowie des Biberwegs
		Bereiche des Flussufers und der Böschungen	Ausgespülte Bereiche (ca. 20 Tsd. Euro Schaden)
		Gebäude an der Raiffeisenstraße	Überflutung einiger Gebäude nach Dambruch
		Flutgraben	unterspülte Brückenfundamente, Zerstörung des Gerinnes, ausgespülte Böschungen (ca. 800 Tsd. Euro Schaden)
		insgesamt war 1/3 der Fläche des Hochwassers von 1994 betroffen	
09./10. Juni 2013	Unwetter	Schul- und Sportzentrum Niederscheyern	Hallenboden durch eindringendes Wasser beschädigt
		Niederscheyern	Ausspülung und Zerstörung von Feld- und Waldwegen
07. Juni 2015	Heftige Hagel-schauer, Gewitter mit Starkregen	Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm	keine Schäden
25. Mai 2018	Unwetter, Starkregen, Sturzfluten	in und um Pfaffenhofen, in mehreren Ortsteilen	Schlammlawinen von Feldern auf Straßen, Bürgersteige und Hauseinfahrten geschwemmt
12.06.2018 (exemplarisch, weitere Unwetterereignisse im Juni)	Unwetter, Starkregen	Bachappen, Affalterbach, Heißmanning	Keller unter Wasser, überflutete Straßen
August 2018	extreme Waldbrand-gefahr	Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm	Keine Schäden, aber Luftbeobachtung angeordnet
24. April 2019	Waldbrand(-gefahr) aufgrund trockener Witterung	Göbelsbach	mehrere, großflächige Brandflächen + Glutnester (ca. 6 Tsd. Euro Schaden)
30. Juni 2019	Warnung vor Hitze und UV-Intensität	gesamte Region	keine Schäden

Um Aussagen über die mögliche künftige Entwicklung des Klimas zu treffen, werden Klimamodelldaten genutzt, die von globalen Klimamodellen stammen, die auf Basis gesellschaftlicher Entwicklungsszenarien mögliche Klimazukünfte errechnen (RCP-Szenarien, vgl. Kapitel 1.1.2). Da globale Klimamodelle nur eine sehr grobe Auflösung haben, werden deren Ergebnisse mithilfe regionaler Klimamodelle verfeinert und für die Anwendung auf regionaler Ebene aufbereitet. Da es eine Vielzahl globaler und regionaler Klimamodelle gibt, die auch verschieden miteinander gekoppelt werden können und meist

unterschiedliche Ergebnisse liefern, ist es zur Regel geworden, → *Ensembles* von Klimamodellen zu benutzen und so die Aussagesicherheit zu erhöhen.

*Wenn mehrere Klimamodelle benutzt und miteinander verglichen werden, um die Bandbreite möglicher zukünftiger Klimaänderungen abzubilden, spricht man von einer **Ensemble-Betrachtung**. Sind die Projektionen eines Ensembles sehr ähnlich, ist ihr Eintreten sehr wahrscheinlich. Für ein Ensemble existiert ein Median-Wert, der genau in der Mitte des Ensembles liegt sowie Minimum und Maximum, die die geringste bzw. größte klimatische Änderung repräsentieren.*

Für das hier genutzte Bayern-Ensemble wurden durch das LfU sämtliche regionalen Klimamodelldaten aus dem EURO-CORDEX-Projekt und dem ReKliEs-De-Projekt herangezogen, hinsichtlich ihrer Eignung für Bayern bewertet und darauf aufbauend eine Auswahl getroffen (Tabelle 2). Das Modellensemble umfasst Projektionen der Emissionsszenarien RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5 (Minderungs-, Stabilisierungs- und „worst case“-Szenario), wobei je nach RCP-Szenario eine unterschiedliche Anzahl von Modellpaaren berücksichtigt wurden (LfU 2020).

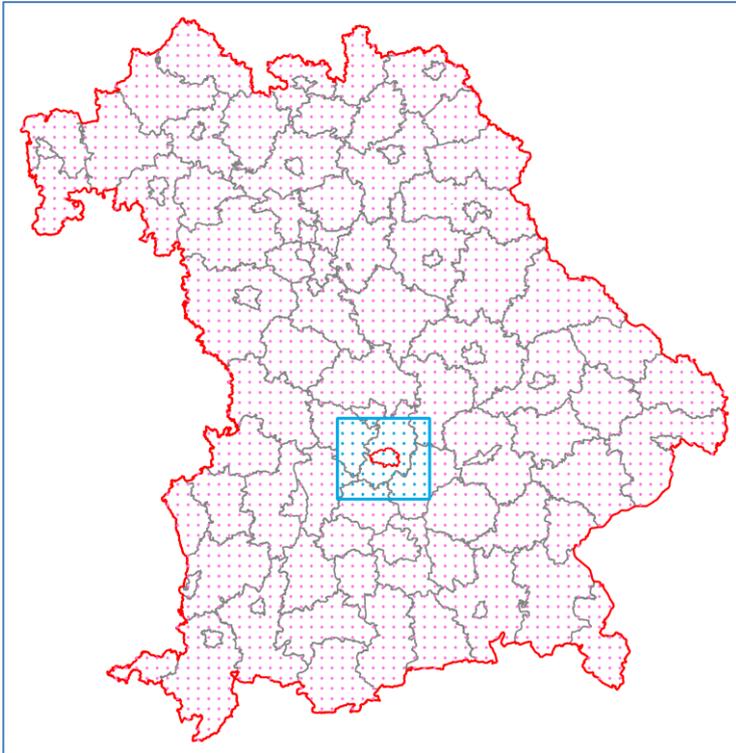
**Tabelle 2: Das bayerische Klimaprojektionsensemble (Bayern-Ensemble) (Quelle: LfU 2020, S. 4)**

Globalmodell	Regionalmodell	Zeitraum	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
ICHEC-EC-EARTH_r1i1p1	KNMI-RACMO22E	1951-2100		x	x
ICHEC-EC-EARTH_r1i1p1	UHOH-WRF361H	1970-2100			x
ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1	CLMcom-CCIM4-8-17	1951-2100	x	x	x
ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1	KNMI-RACMO22E	1951-2100	x	x	x
ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1	SMHI-RCA4	1970-2100	x	x	x
MIROC-MIROC5_r1i1p1	CLMcom-CCIM4-8-17	1951-2100	x		x
MOHC-HadGEM2-ES_r1i1p1	CEC-WETTREG2018	1951-2100			x
MOHC-HadGEM2-ES_r1i1p1	UHOH-WRF361H	1970-2099			x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	CEC-WETTREG2018	1951-2100	x		x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	CLMcom-CCIM4-8-17	1951-2100	x	x	x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	SMHI-RCA4	1970-2100	x	x	x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	UHOH-WRF361H	1970-2100	x		

Die räumliche Auflösung der Klimadaten ist aufgrund der Regionalmodelle 12,5 x 12,5 km, die aber mittels rechnerischer Verfeinerung („downscaling“) seitens des LfU auf ein Raster mit 5 x 5 km erhöht wurde. Trotzdem dürfen niemals nur einzelne dieser Rasterzellen betrachtet werden, sondern immer eine größere Anzahl, um Fehlinterpretationen zufälliger Rasterwerte zu vermeiden. Für die vorliegenden Klimadaten des LfU liegt die empfohlene Minimalgröße einer Region, für die eine Auswertung sinnvoll ist, bei mindestens 1.500 km<sup>2</sup>, was 60 Rasterzellen des 5 x 5 km-Rasters entspricht (LfU 2020). Die für die vorliegende Untersuchung berücksichtigte Auswertungsfläche ist in Abbildung 8 dargestellt. In der Konsequenz bedeutet dies für die nachfolgende Klimadatenanalyse, dass keine klimatischen Variationen innerhalb des Stadtgebietes Pfaffenhofens herausgearbeitet werden konnten, da dieses nur von wenigen Rasterzellen abgedeckt wird. Die ermittelten Klimakennwerte sind somit Flächenmittel der in Abbildung 8 dargestellten Auswertungsfläche. Nachfolgend wird daher im Zusammenhang mit den ausgewerteten Klimadaten auch von der Region - anstelle der Stadt - Pfaffenhofen gesprochen.

Die Klimamess- und Klimamodelldaten liegen in der Regel auf Tagesbasis und für verschiedene Elemente des Wetters wie z. B. Tagesmitteltemperatur, Niederschlagssumme oder Luftdruck vor. Um langfristige Klimaänderungen beschreiben zu können, müssen die Tageswerte zeitlich zu Monats-, Jahres- und letztlich 30-Jahres-Werten sowie ggf. thematisch aggregiert werden, z. B. die Klimatische Wasserbilanz als Summe von Niederschlag und potenzieller Verdunstung oder die Anzahl der Hitzetage als Summe der jährlichen Tage mit einer maximalen Lufttemperatur von mindestens 30 °C. Die so ermittelten → *Klimakennwerte* bilden die Basis für die Auswertung und Beschreibung von schon

eingetretenen sowie künftig projizierten Klimaveränderungen und wurden als 30jährige gleitende Mittelwerte für die vorliegende Untersuchung vom LfU zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse dieser Klimadatenanalyse sind in Kapitel 2.1 beschrieben.



**Abbildung 8: Untersuchungsgebiet der Klimadatenanalyse für die Region Pfaffenhofen an der Ilm (blauer Rahmen) und Lage der Rasterzellenmittelpunkte im Untersuchungsgebiet bzw. im Freistaat Bayern (blau bzw. violette Punkte)**

*Klimakennwerte* werden zur Beschreibung des Klimas herangezogen und beruhen auf den mess- und beobachtbaren Elementen des Wetters. Man unterscheidet hierbei zwischen physikalischen und chemischen Klimaelementen. Die wichtigsten physikalischen Klimaelemente sind Temperatur, Luftdruck, Wind, Niederschlag, Bewölkung, Sicht, Sonnenscheindauer und Strahlung.

### Fachdaten

Die Fachdaten, die in der Stadtverwaltung, aber auch den verschiedenen Landeseinrichtungen vorliegen, werden verwendet, um die Sensitivitäten bzgl. des Klimawandels in der Stadt Pfaffenhofen zu beschreiben. Sie werden für die priorisierten Klimawirkungen (Betroffenheiten) mit den Klimadaten räumlich verschnitten. Demzufolge wurden hier verschiedene Datensätze genutzt. Dabei handelt es sich sowohl um gemeindebezogene Daten, die mit demographischen Aspekten bzw. Aspekten der Siedlungs- und Infrastruktur in Verbindung stehen, aber auch Daten, die naturräumliche Bezüge ermöglichen, z. B. Waldbiotope oder ein Digitales Geländemodell. Die Datengrundlage umfasste u. a. folgende Datensätze der genannten Landes- und Kommunaleinrichtungen:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt: Klimadaten, Bodenkarte, Überschwemmungsgebiete, Gewässernetz und Einzugsgebiete, Wassersensible Bereiche, Grundwasserdaten;
- Bayerische Forstverwaltung bzw. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Waldfunktionskartierung, Staatsbetrieb Sachsenforst: Standortseinheiten, forstliche Klimagliederung, Wasserhaushaltsdaten, Anbauisokarten;
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: Bodenerosionsdaten;
- Bayerisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung: Digitales Geländemodell (DGM25), Digitales Basis-Landschaftsmodell (ATKIS);
- Bayerisches Landesamt für Statistik: Bevölkerungsvorausberechnung;

- Stadt Pfaffenhofen an der Ilm: Demographische Daten, Verwaltungsstrukturen, Stadtbaumkataster, Feuerwehreinsatzdaten, Landschaftsplan, Gewässerentwicklungsplan.

Der Datenstand für demographische Merkmale (Bevölkerungszahl, Altersgruppen etc.) fällt auf den 14.08.2019.

### 1.3 Inhalte und Vorgehen bei der Untersuchung

Das methodische Vorgehen in dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept unterteilt sich in die folgenden Arbeitsschritte:

- Beschreibung der Rahmenbedingungen in Pfaffenhofen an der Ilm (vgl. Kapitel 1),
- Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels (vgl. Kapitel 2),
- Entwicklung der kommunalen Anpassungsstrategie (vgl. Kapitel 3),
- Ableitung einer Verstärkungsstrategie (vgl. Kapitel 4),
- Erarbeitung eines Controlling-Konzeptes (vgl. Kapitel 5),
- Empfehlungen für die Öffentlichkeitsarbeit (vgl. Kapitel 6).

#### Rahmenbedingungen

Die vorangegangenen Kapitel dienten der Beschreibung der Rahmenbedingungen in der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm und umfassten die Darstellung des Wissenstandes zum Klimawandel, der naturräumlichen und demographischen Ausstattung des Stadtgebietes und den verwendeten Datengrundlagen.

#### Auswirkungen des Klimawandels

Zuerst wird die Entwicklung der wichtigsten Klimaelemente (Temperatur, Niederschlag, Wind) und der daraus abgeleiteten Klimakennwerte (z. B. Hitzetage, Vegetationsperiode, klimatische Wasserbilanz) beschrieben (vgl. Kapitel 2.1). Für diese und alle anderen Klimakennwerte wurde die Stärke der Veränderung zwischen dem Referenzzeitraum (1971-2000), der Gegenwart (2001-2030) sowie der nahen und fernen Zukunft (2031-2060 bzw. 2071-2100) ermittelt.

Für die kommunalen Handlungsfelder erfolgt jeweils ein kurzer Überblick über die zu erwartenden Klimawandelfolgen. Dabei wird sich auf aktuelle Veröffentlichungen der Landes- und Bundesebene bezogen. Die Wahl der Handlungsfelder (z. B. Menschliche Gesundheit, Wasserwirtschaft) folgt der Deutschen Anpassungsstrategie, wie sie auch von vielen Landes- und Kommunalstrategien aufgegriffen wird. Als nächster Schritt erfolgt die Ermittlung der Klimawirkungen (Betroffenheit) für die priorisierten Schwerpunktthemen in den Handlungsfeldern. Da nicht alle Schwerpunktthemen in den Handlungsfeldern (z. B. Hitzebelastung der Bevölkerung oder Ausbreitung von vektorbasierten Krankheiten im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit) innerhalb des Konzeptes untersucht werden können, sei es aufgrund fehlender Daten oder des Zeit- und Finanzrahmens, wurden in Abstimmung mit der Stadtverwaltung die wichtigsten Klimafolgen (Betroffenheiten) ausgewählt und detaillierter untersucht. Die Analyse folgt dem Vulnerabilitäts-Ansatz des IPCC, bei dem ein Klimasignal (Exposition) mit einem Indikator der Empfindlichkeit gegenüber der klimatischen Änderung (Sensitivität) verschnitten wird (Abbildung 45, Kapitel 2.3.1). Die Vulnerabilität wird nachfolgend unter Berücksichtigung der Anpassungsfähigkeit abgeleitet. Dies dient der Abschätzung, in welchen priorisierten Schwerpunktthemen besonderer Handlungsbedarf besteht und wo vordringlich Anpassungsmaßnahmen zu ergreifen sind.

#### Kommunale Anpassungsstrategie

Die Erarbeitung der eigentlichen Anpassungsstrategie besteht aus einer Vielzahl von Einzelschritten. Wichtig hierbei ist die Einbindung der städtischen Akteure, die die spezifischen Problemlagen ihrer Handlungsfelder kennen und die späteren Anpassungsmaßnahmen unterstützen bzw. umsetzen sollen. Hier sind neben Abstimmungsgesprächen vor allem die durchgeführten Akteursworkshops, aber auch

die Bürgerveranstaltung zu nennen. Als erster Schritt im Prozess dient die Formulierung eines Leitbilds dazu, dem Anpassungsprozess eine gemeinsame übergeordnete Vision zu geben, die sich in allen späteren Schritten niederschlägt. Ausgehend vom Leitbild werden für die priorisierten Schwerpunktthemen Ziele definiert und, in Vorbereitung auf das Controlling-Konzept, mögliche Erfolgsindikatoren für die Erreichung der Ziele ausgearbeitet. Daraufhin folgt die Maßnahmenentwicklung zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Abstimmung mit den Akteuren. Diese mündet im Maßnahmenkatalog mit abgestimmten und ausführlich beschriebenen Handlungsoptionen. Hinweise zur Berücksichtigung des Klimaschutzes bei der Klimaanpassung erfolgen ebenfalls. Ein Maßnahmenplan zu zeitlichen und räumlichen Prioritäten runden die kommunale Anpassungsstrategie ab.

### **Verstetigungsstrategie und Controlling-Konzept**

Innerhalb des Controlling-Konzeptes werden für die Stadt Pfaffenhofen geeignete Indikatoren zum Monitoring bestimmt. Deren Nutzung wird für das Controlling der klimatisch bedingten Problemlagen und priorisierten Schwerpunktthemen, sowie zur Erfolgskontrolle der vorgeschlagenen Klimaanpassungsmaßnahmen empfohlen. Im Hinblick auf begrenzte kommunale Ressourcen werden nur Indikatoren gewählt, welche regelmäßig und mit geringem Aufwand erhoben bzw. angewendet werden können. Daneben werden Empfehlungen zur Verstetigung des Anpassungsprozesses in Pfaffenhofen sowie zur Fortschreibung des Klimaanpassungskonzeptes gegeben.

### **Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit**

Das Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit dient der Vermittlung der Projektergebnisse nach Abschluss der Bearbeitung an Bürgerschaft und Akteure. Dementsprechend stehen am Anfang Vorschläge für zu erreichende Kommunikationsziele im Anpassungsprozess. Dem folgen mögliche Maßnahmen, wie diese Kommunikationsziele durch die Stadtverwaltung umgesetzt werden können.

## 2. Auswirkungen des Klimawandels

### 2.1 Veränderung des Klimas

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Veränderung der verschiedenen Klimakennwerte von Temperatur, Niederschlag, Wind und Klimatischer Wasserbilanz für die Region Pfaffenhofen an der Ilm beschrieben. Für die Klimakennwerte von Temperatur und Niederschlag reicht der Analysezeitraum von der Klimaperiode 1951-1980 bis hin zum Ende des Jahrhunderts mit der Klimaperiode 2071-2100. Diese basieren sowohl auf Messdaten von bayerischen Klimastationen im Messnetz des Deutschen Wetterdienstes als auch auf Klimamodellrechnungen für verschiedene Emissionsszenarien (vgl. Kapitel 1.2.3). Für die Klimakennwerte von Wind und Klimatischer Wasserbilanz liegen Daten erst ab der Klimaperiode 1971-2000 vor und entstammen Klimamodellrechnungen. Die dargestellten Daten sind immer 30jährige gleitende Mittel, d. h., der Wert für das Jahr 2020 entspricht dem Mittelwert der 30jährigen Klimaperiode 2006-2035, der Wert für 1985 dem der Klimaperiode 1971-2000 usw.

Messdaten sind in den Diagrammen als grüne Linie dargestellt, Klimamodelldaten in blau, orange und rot, je nach Emissionsszenario. Für diese Szenarien wurde jeweils der Median des Ensembles abgebildet, d. h., der mittlere Wert des Modellensembles. Um die Spannbreite der möglichen Entwicklung des jeweiligen Klimakennwertes (z. B. der Jahresmitteltemperatur) zu verdeutlichen, wurden zusätzlich Minimum und Maximum, d. h., die Projektion mit der geringsten und die Projektion mit der größten Änderung innerhalb des Modellensembles aufgetragen und der zwischen beiden Linien liegende Bereich mit grauer Farbe gefüllt. Diese graue Fläche entspricht damit dem Möglichkeitsraum der klimatischen Entwicklung in Abhängigkeit der weltweiten Klimaschutzbemühungen. In den Diagrammen wird dieser Möglichkeitsraum als „Wertebereich aller Modelle“ durch zwei graue Linien eingefasst

Weiterhin wurde für jeden Klimakennwert eine Tabelle erstellt, welche die bisher eingetretene und projizierte künftige Veränderung zwischen Vergangenheit (Klimaperiode 1951-1980), Referenzzeitraum (1971-2000), Gegenwart (2001-2030) sowie naher bzw. ferner Zukunft (2031-2060 bzw. 2071-2100) zahlenmäßig dokumentiert. Die dargestellten absoluten und relativen Veränderungen beziehen sich immer auf die Klimaperiode 1971-2000, die vom LfU als Klimareferenzperiode für Bayern festgelegt wurde.

#### 2.1.1 Temperatur

##### Jahrestemperatur

Die mittlere jährliche Lufttemperatur ist der geläufigste Indikator in der Diskussion um den menschengemachten Klimawandel. Aus den Beobachtungsdaten des DWD lässt sich für die Region Pfaffenhofen bereits eine Erwärmung von der Vergangenheit bis zum Referenzzeitraum um 0,5 Kelvin (K) messen (Abbildung 9, Tabelle 3). Bemerkenswert ist, dass die Temperaturmessungen im Vergleich zu den modellierten Klimadaten sogar über dem Wertebereich aller Modelle liegen. Die gegenwärtige Erwärmung der mittleren jährlichen Lufttemperatur in der Region Pfaffenhofen fällt damit stärker aus, als es in der Entwicklung der Klimamodelle für möglich gehalten wurde.

Für die modellierte Zukunft zeigt sich deutlich, dass es erhebliche Unterschiede in der Zunahme der mittleren jährlichen Lufttemperatur gibt, abhängig wie stark die globalen Klimaschutzbemühungen ausfallen. Ob die mittlere jährliche Lufttemperatur in der fernen Zukunft auf 11,9 °C oder „nur“ 9,2 °C steigt, hängt direkt von den zukünftigen anthropogenen Treibhausgasemissionen ab. Die gegenwärtige Temperaturentwicklung über den Modellberechnungen deutet aber auf eine zukünftige starke Erwärmung (RCP 8.5, „worst-case“-Szenario) in der Region Pfaffenhofen hin.

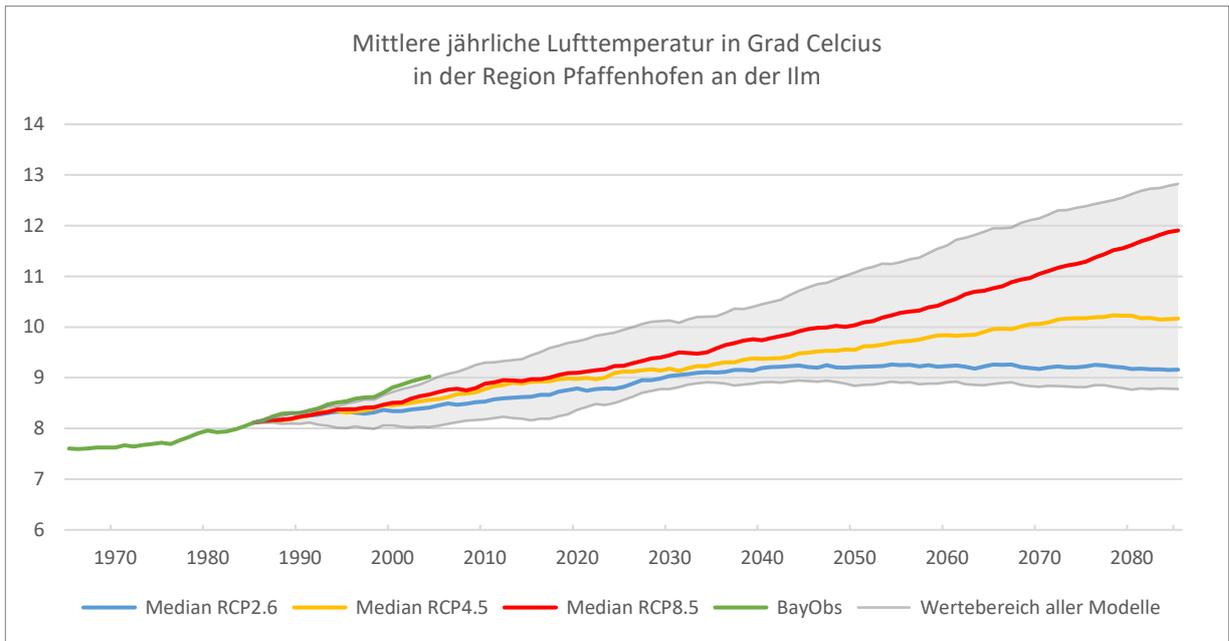


Abbildung 9: Veränderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

Tabelle 3: Veränderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
Datensatz bzw. Szenario	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
°C	7,6	8,1	8,6	8,9	9,0	9,2	9,5	10,0	9,2	10,2	11,9
Veränderung	K	-	+0,5	+0,8	+0,9	+1,1	+1,4	+1,8	+1,0	+2,1	+3,8

### Temperaturen im Winter- und Sommerhalbjahr

Sowohl bei der gemessenen Zunahme, wie auch in der modellierten zukünftigen Entwicklung der mittleren Lufttemperatur im Winter- und Sommerhalbjahr sind die Änderungswerte fast deckungsgleich mit denen der mittleren jährlichen Lufttemperatur. Für das aktuelle gleitende 30-jährige Mittel der Messwerte liegen diese am oberen Ende bzw. über dem Wertebereich der Klimamodelle. Die gemessene Erwärmung im Sommerhalbjahr liegt damit über den Werten, die die Modelle des Bayern-Ensembles für die Region Pfaffenhofen berechnet haben (Abbildung 10, Abbildung 11).

Daraus lässt sich ableiten, dass im Mittel die Erwärmung gleichverteilt im Winter- und Sommerhalbjahr stattfindet und kein Halbjahr signifikant unter oder über dem Trend der Änderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur liegt. Zumindest für die nahe Zukunft kann nach dem gegenwärtigen Trend höchstwahrscheinlich mit einer Temperaturzunahme entsprechend dem Szenario RCP8.5 („worst-case“-Szenario) im Winter- und Sommerhalbjahr von +2 °C bzw. +1.8 °C bis zur Mitte des Jahrhunderts gerechnet werden (Tabelle 4, Tabelle 5).

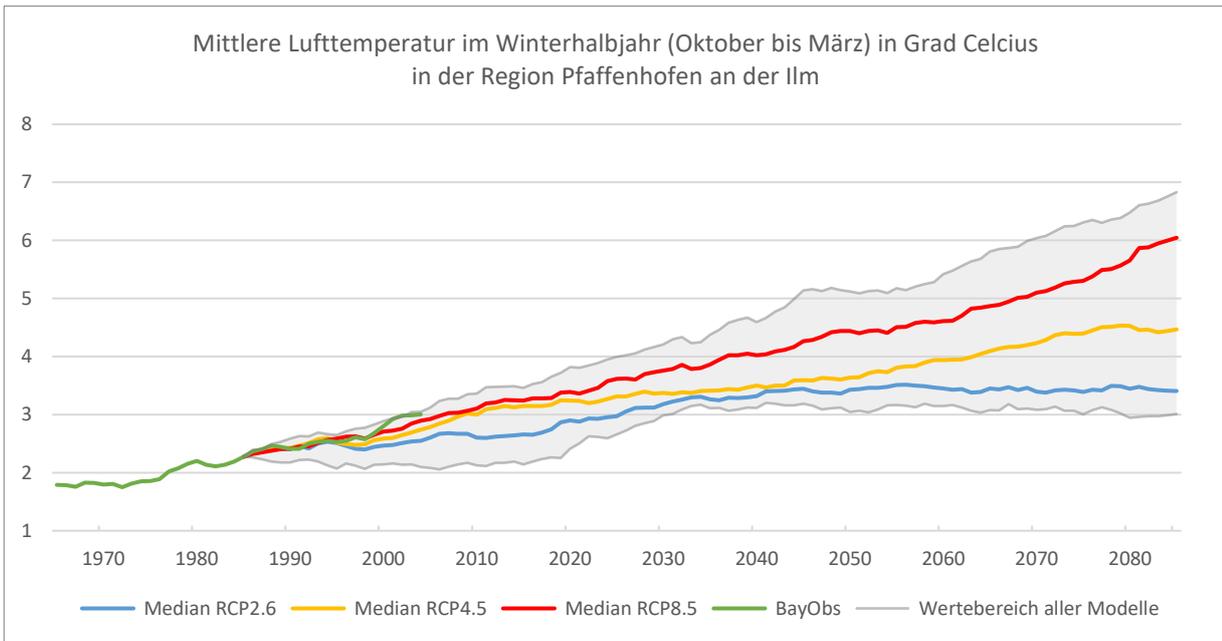


Abbildung 10: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

Tabelle 4: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)			
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	
°C	1,8	2,3	2,7	3,1	3,2	3,4	3,6	4,3	3,4	4,5	6,0	
Veränderung	K	-	-	+0,4	+0,9	+1,0	+1,2	+1,3	+2,0	+1,1	+2,2	+3,8

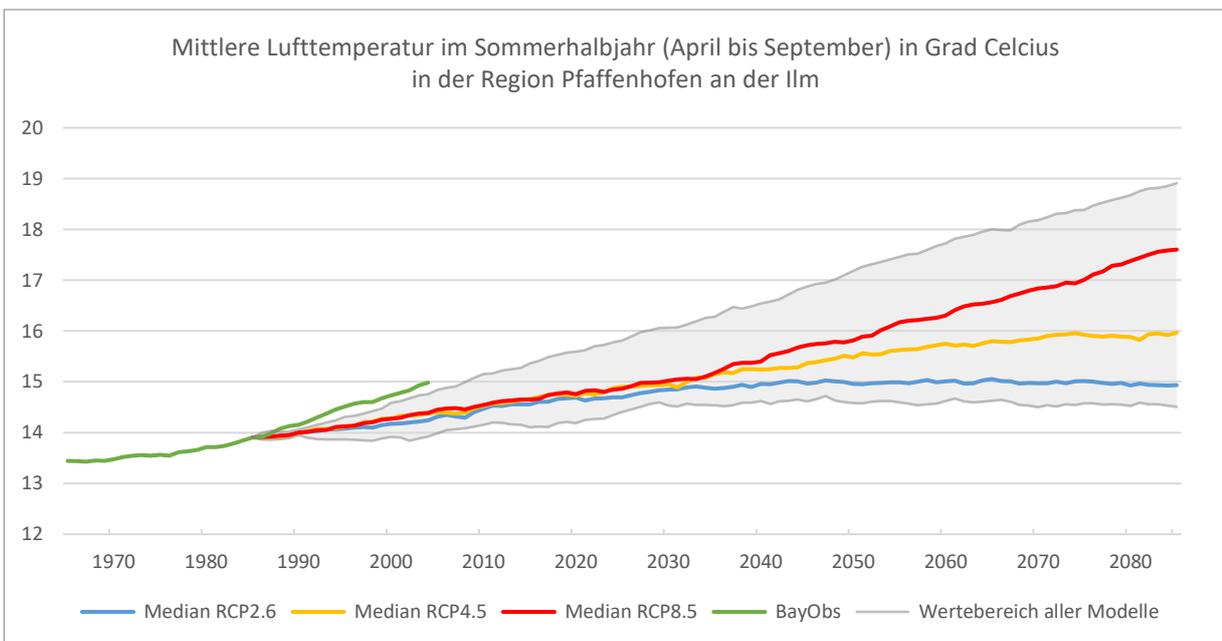


Abbildung 11: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

**Tabelle 5: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
Datensatz bzw. Szenario		BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
°C		13,4	13,9	14,6	14,7	14,6	15,0	15,4	15,7	14,9	16,0	17,6
Veränderung	K	-	-	+0,7	+0,8	+0,7	+1,1	+1,5	+1,8	+1,0	+2,1	+3,7

### Hitzetage und Sommertage

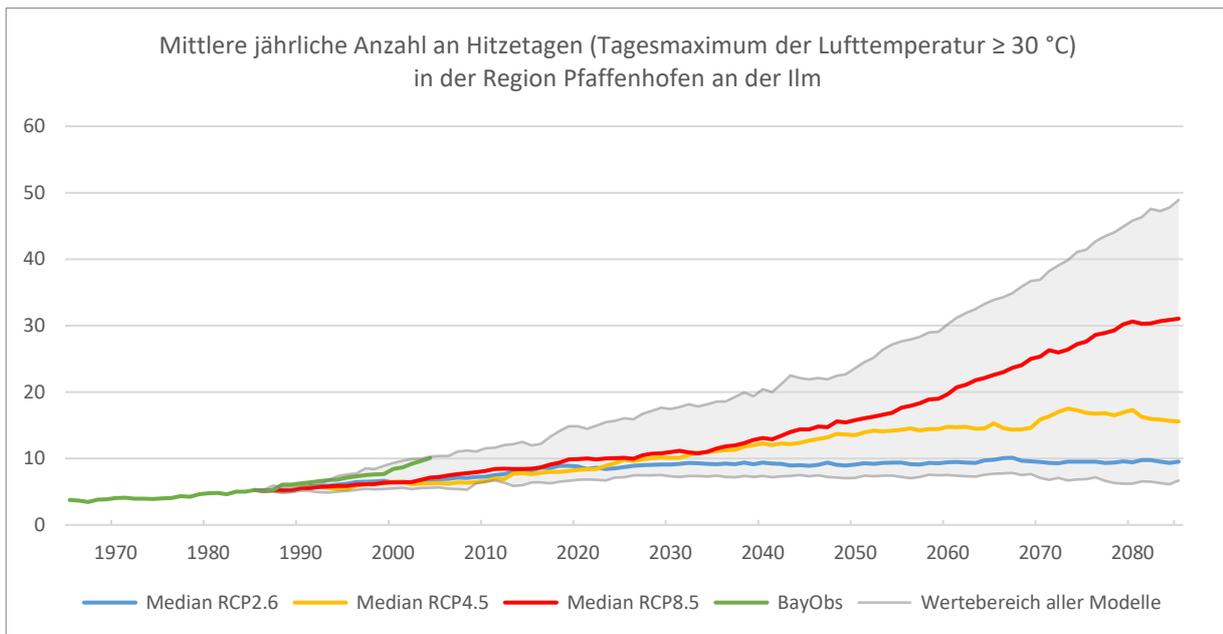
Zur Beschreibung von Temperaturveränderungen eignen sich auch sogenannte Kenntage bzw. Ereignistage, von denen vier ausgewählt wurden, um den abstrakten Wert der mittleren Temperaturen nachvollziehbarer darzustellen. Hitzetage, an denen die Temperatur zumindest zeitweise 30 °C erreicht oder überschreitet, traten in der Vergangenheit im Mittel nur viermal pro Jahr in der Region Pfaffenhofen auf. Eine relativ moderate Zunahme auf im Mittel fünf Hitzetage pro Jahr ist für die Referenzperiode (1971-2000) zu verzeichnen.

Dieser Trend setzt sich in den Klimamodellrechnungen für die nahe Zukunft fort (Abbildung 12, Tabelle 6). Für die Klimaperiode 2031-2060 werden je nach RCP-Szenario neun bis 14 Hitzetage pro Jahr für die Region Pfaffenhofen projiziert. Eine dramatische Zunahme wird laut Modellrechnung für die ferne Zukunft (2071-2100) erwartet. Dann treten für das Szenario RCP8.5 („worst-case“-Szenario) im Mittel für einen Monat pro Jahr 31 Tage Temperaturen von 30°C oder höher auf. Das bedeutet, dass es einzelne Jahre geben wird mit einer noch deutlich höheren Anzahl als der Mittelwert von 31 Hitzetagen pro Jahr.

Allerdings kann diese Zahl in stark verdichteten und nur unzureichend belüfteten Bereichen der Stadt Pfaffenhofen auch höher liegen. Der Effekt der städtischen Wärmeinsel verursacht bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen lokal deutlich höhere Temperaturen und damit ein häufigeres Überschreiten von Temperaturschwellwerten wie 30 °C. Die aufgetretenen Temperaturen während der Hitzerekorde im Jahr 2018 oder langanhaltende Hitzeperioden wie in den Sommern 2003, 2006 und 2018 entsprechen zukünftig der normalen sommerlichen Witterung und stellen keine Ausnahme mehr dar.

Für die Sommertage (Temperaturen zeitweise gleich oder über 25 °C) wird ein parallel verlaufender Anstieg der zukünftigen Anzahl in den Klimamodellen angenommen, die Zunahme fällt aber relativ gesehen im Vergleich zu den Hitzetagen geringer aus (Abbildung 13, Tabelle 7). Für die ferne Zukunft zeigt sich aber auch bei den Sommertagen dass je nach Erfolg der Klimaschutzbemühungen eine Zunahme von 33 % (RCP 2.6, Minderungsszenario) bis 118 % (RCP 8.5, „worst-case“-Szenario) projiziert wird.

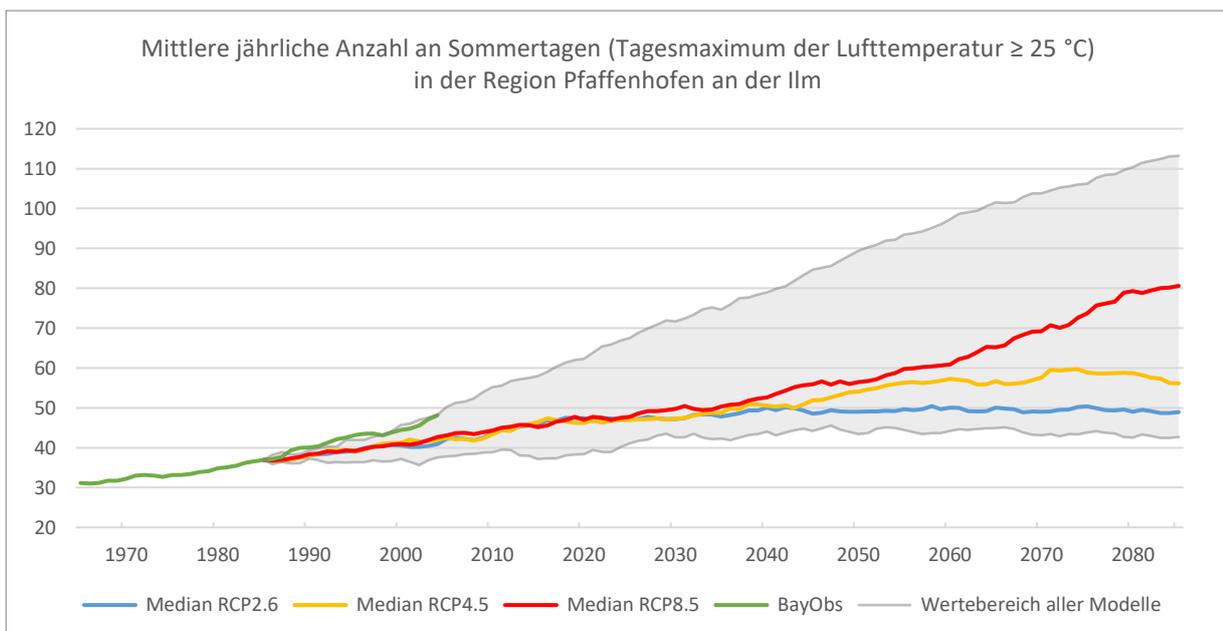
Wie für die mittleren Temperaturen gilt, dass aktuell die Messwerte über bzw. am oberen Ende der Modellrechnungen liegen. Es treten aktuell schon mehr Hitzetage bzw. Sommertage auf, als die Modelle klimawandelbedingt angenommen hatten.



**Abbildung 12:** Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

**Tabelle 6:** Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
Datensatz bzw. Szenario	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Tage	4	5	8	8	8	9	13	14	10	16	31
Veränderung	Tage	-	+3	+3	+3	+4	+8	+9	+5	+11	+26
	%	-	+57	+46	+62	+70	+143	+176	+83	+198	+494



**Abbildung 13:** Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

**Tabelle 7: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
Datensatz bzw. Szenario	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Tage	31	37	46	46	45	49	52	56	49	56	81
Veränderung	Tage	-	+9	+9	+8	+12	+15	+19	+12	+19	+44
	%	-	+24	+26	+22	+31	+41	+51	+33	+52	+118

### Eistage und Frosttage

Als winterliches Äquivalent zu den Hitze- und Sommertagen können die Eis- und Frosttage gelten. Im Gegensatz zu den sommerlichen Kenntagen sind die aktuelle Messwerte und die daraus abgeleiteten gleitenden 30 jährigen Mittel der Eistage und Frosttage in einem Bereich, der von den Klimamodellen berechnet wurde. Der bereits stattfindende Klimawandel wurde für die Eistage und Frosttage nicht unterschätzt. Auch im weiteren Verlauf der zukünftigen Entwicklung der Eis- und Frosttage zeigt sich ein weniger eindeutiger Trend, wie stark die Änderung in den einzelnen Szenarien ausfallen wird.

Tage, an denen die Temperatur ganztägig 0 °C unterschreitet (Eistage), traten in der Vergangenheit im Mittel an 33 Tagen pro Jahr in der Region Pfaffenhofen auf. Ähnlich wie für andere Kenntage wird eine dramatische Änderung in der Anzahl der Eistage für Ende des 21. Jahrhunderts projiziert (Abbildung 14, Tabelle 8); für das gegenwärtige Klima und die nahe Zukunft ist die Abnahme bis auf das Szenario RCP 8.5 („worst-case“-Szenario) relativ moderat. Die Anzahl von im Mittel nur noch 7 Eistagen in der fernen Zukunft im Szenario RCP8.5 („worst-case“-Szenario) bedeuten im Vergleich zum Referenzzeitraum ein 77-prozentigen Rückgang der Tage, an denen dauerhaft Frost auftritt.

Frosttage, an denen die Temperatur zumindest zeitweise unter 0°C liegt haben von der Vergangenheit zur Referenzperiode bereits eine messbare Abnahme von 121 auf 110 Frosttage erfahren. Diese relativ geringe Abnahme setzt sich auch in der durch die Klimamodelle berechneten Zukunft fort (Abbildung 15, Tabelle 9). Erst in der fernen Zukunft wird für das Szenario RCP8.5 („worst-case“-Szenario) eine Abnahme von über 50% an Frosttagen angenommen. Bemerkenswert ist die relativ geringe Abnahme der Frosttage für die Szenarien RCP2.6 (Minderungsszenario) und 4.5 (Stabilisierungsszenario) für die nahe Zukunft und keine weitere Abnahme an Frosttagen für das Szenario RCP2.6 (Minderungsszenario) in der fernen Zukunft. Bedingungen um die 0°C, an denen Frosttage auftreten, werden für den unwahrscheinlichen Fall eines moderaten zukünftigen Klimawandels als relativ konstant projiziert. Winterliche Niederschläge werden zukünftig somit deutlich seltener als Schnee fallen bzw. wird die Verweildauer der Schneedecke durch die stark erhöhten winterlichen Temperaturen erheblich reduziert. Die winterliche Witterung der letzten Jahre würde zukünftig nicht mehr als überdurchschnittlich warm eingestuft werden, sondern als relativ normale Winter.

**Tabelle 8: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
Datensatz bzw. Szenario	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Tage	33	29	26	22	21	20	18	15	20	13	7
Veränderung	Tage	-	-3	-7	-8	-9	-11	-14	-9	-16	-22
	%	-	-10	-25	-27	-31	-38	-50	-33	-57	-77

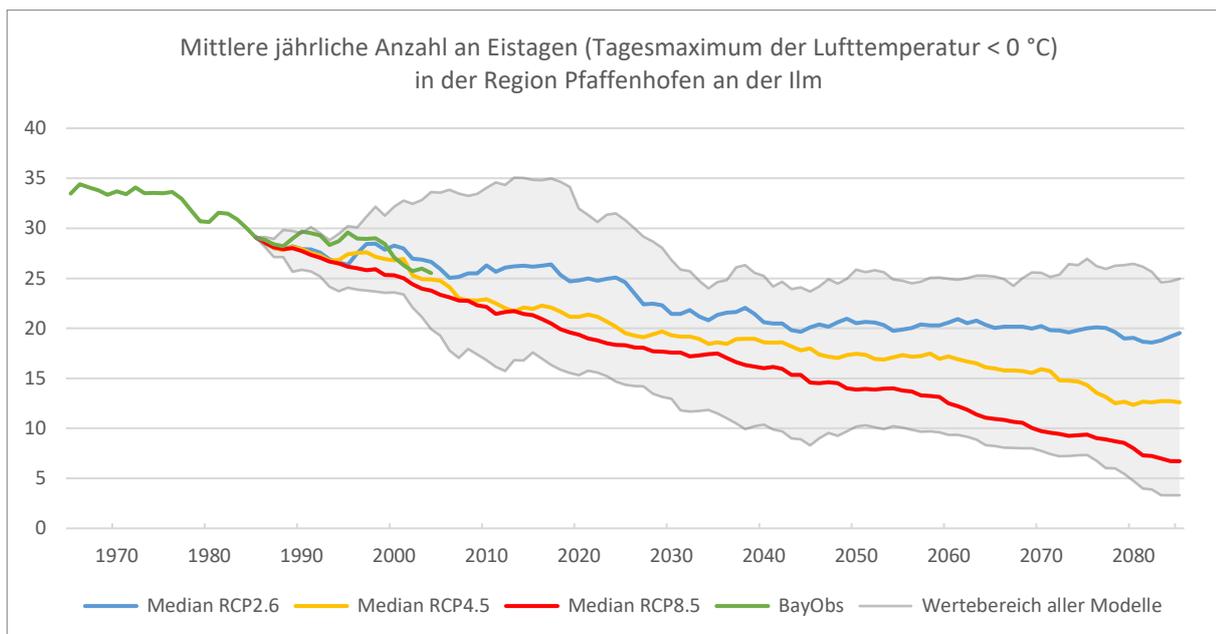


Abbildung 14: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

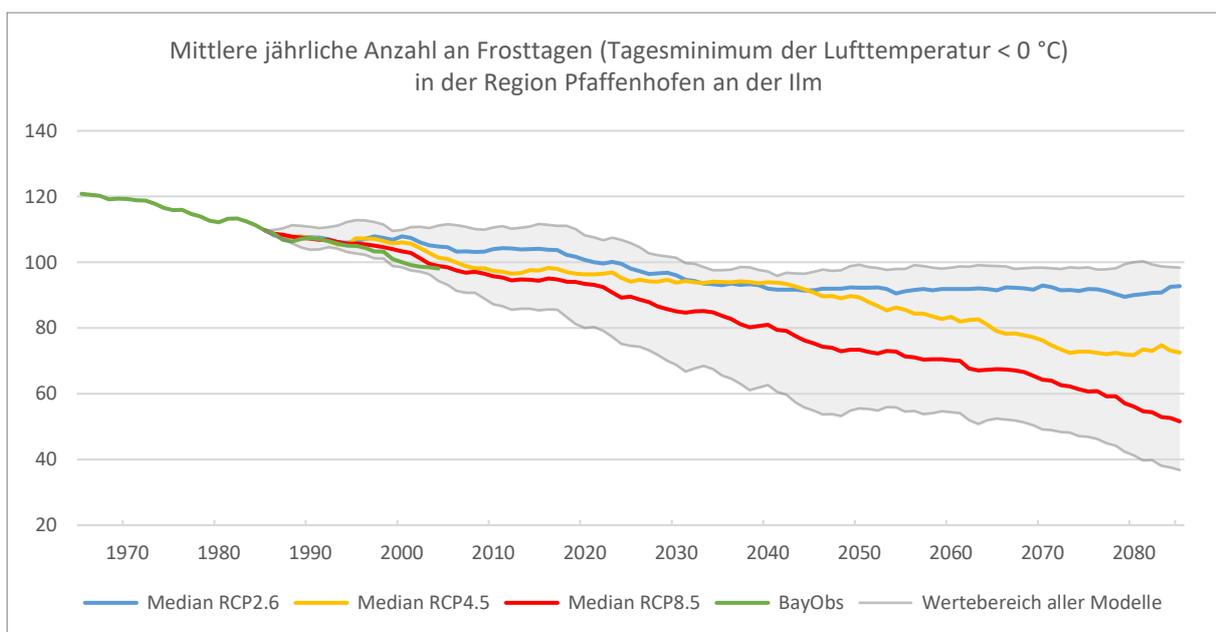


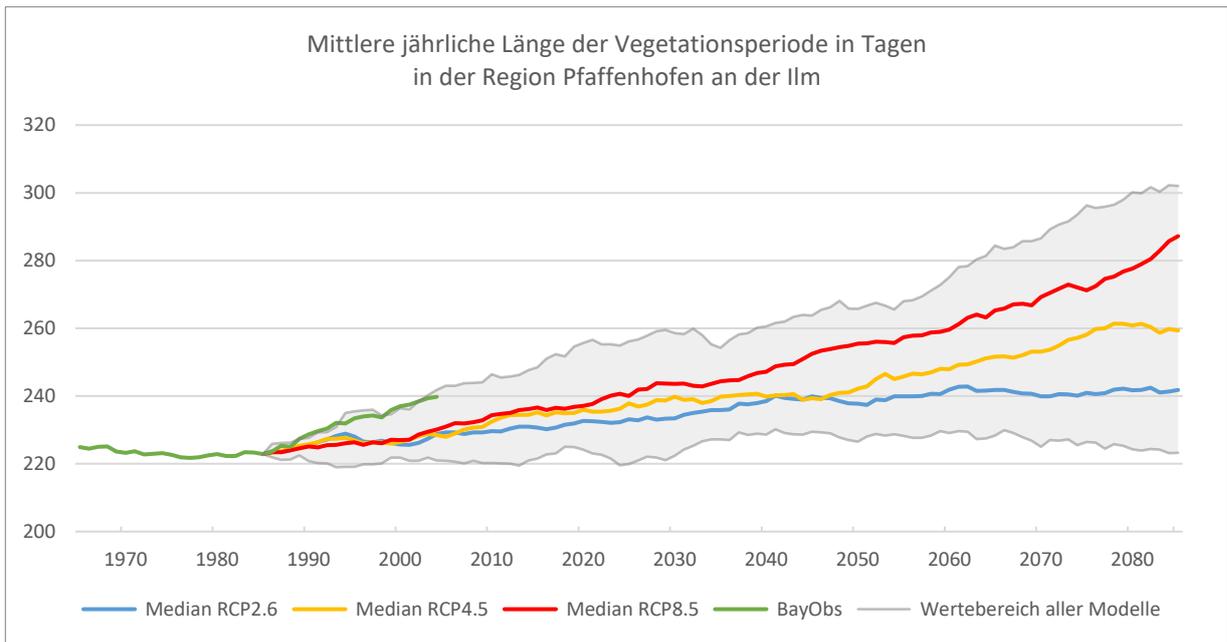
Abbildung 15: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

Tabelle 9: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Tage	121	110	104	97	94	92	91	75	93	73	52
Veränderung	Tage	-	-6	-13	-16	-18	-19	-35	-17	-37	-58
	%	-	-5	-11	-14	-17	-17	-31	-16	-34	-53

## Vegetationsperiode

Die Länge der Vegetationsperiode ist definiert über die Dauer vom ersten Datum mit sechs aufeinander folgenden Tagen mit  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  im Tagesmittel und dem letzten Datum von sechs aufeinander folgenden Tagen mit  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  im Tagesmittel pro Jahr. Die Andauer ist mit 223 Tagen in der Referenzperiode im Vergleich zur Vergangenheit mit einer Andauer von 225 Tagen sogar minimal rückläufig (Abbildung 16, Tabelle 10). Entscheidend für die zukünftige Entwicklung ist wie bei anderen Klimakennwerten die tatsächliche zukünftige Entwicklung der anthropogenen Treibhausgasemissionen. Signifikante Zunahmen von mehr als einer Woche pro Jahr (der Verlängerung der Vegetationsperiode) sind für das RCP8.5-Szenario („worst-case“-Szenario) bereits für die nahe Zukunft, für die schwächeren Szenarien erst für die ferne Zukunft zu erwarten. Die Verlängerung der Vegetationsperiode erhöht allerdings die Gefahr, dass bei früherem Vegetationsbeginn im Frühjahr, auch in Zukunft weiterhin auftretende Spätfröste, erhebliche Schäden verursachen können.



**Abbildung 16: Veränderung der mittleren jährlichen Länge der Vegetationsperiode zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

**Tabelle 10: Veränderung der mittleren jährlichen Länge der Vegetationsperiode zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

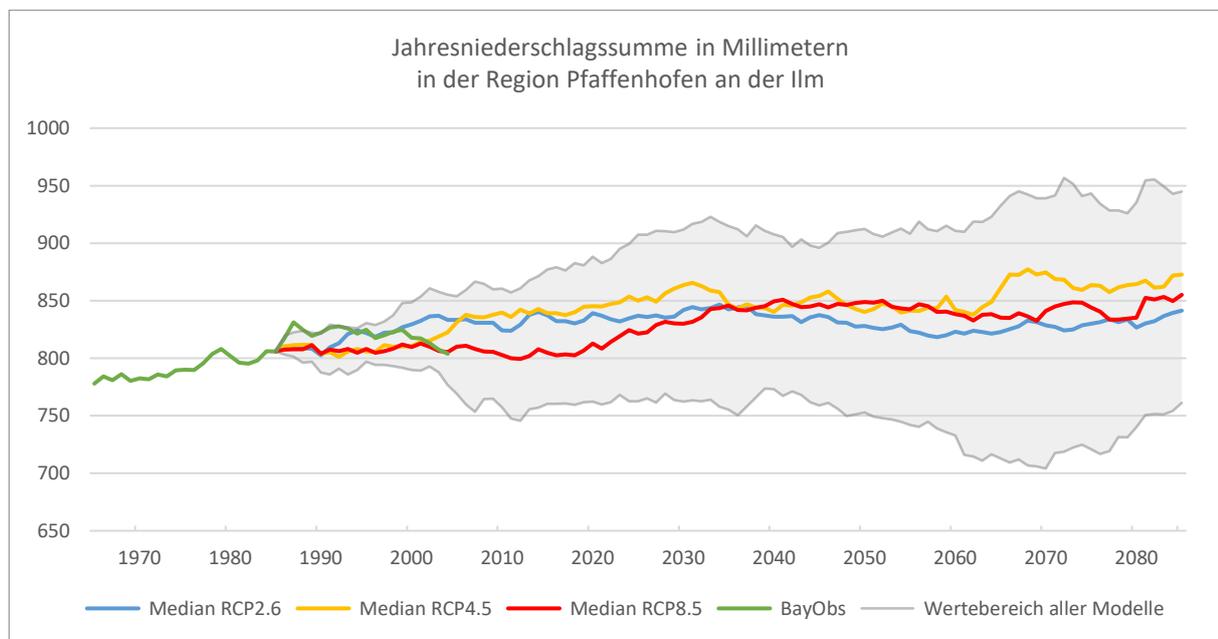
Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Tage	225	223	231	235	237	240	239	252	242	259	287
Veränderung	Tage	-	+8	+12	+14	+17	+16	+29	+19	+36	+64
	%	-	+3	+6	+6	+8	+7	+13	+9	+16	+29

### 2.1.2 Niederschlag

#### Jahresniederschlag sowie Sommer- und Winterniederschlag

Die zukünftige Niederschlagsentwicklung ist im Gegensatz zur zukünftigen Temperaturentwicklung mit großen Unsicherheiten behaftet. Der Wertebereich aller Modelle zeigt sowohl für die Jahressumme, wie auch für die Halbjahre einzelne Modellrechnungen, die sowohl zukünftige Niederschlagsabnahmen als auch -zunahmen projizieren.

Im Median aller Modelle des Ensembles ist von einer zukünftig geringen bis mittleren Niederschlagszunahme im Winterhalbjahr (Abbildung 18, Tabelle 12) und einer gleichbleibenden Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr auszugehen (Abbildung 19, Tabelle 13). Nur für das Szenario RCP8.5 („worst-case“-Szenario) wird tatsächlich eine leichte Niederschlagsabnahme im Sommerhalbjahr in der fernen Zukunft projiziert. In der Summe ergeben sich daraus für den Jahresniederschlag kaum Änderungen (Abbildung 17, Tabelle 11). Allerdings kann mit hoher Sicherheit angenommen werden, dass zukünftig die Niederschläge im Winterhalbjahr vermehrt als Regen anstatt als Schnee fallen und im Sommer vermehrt als Starkregen auftreten.



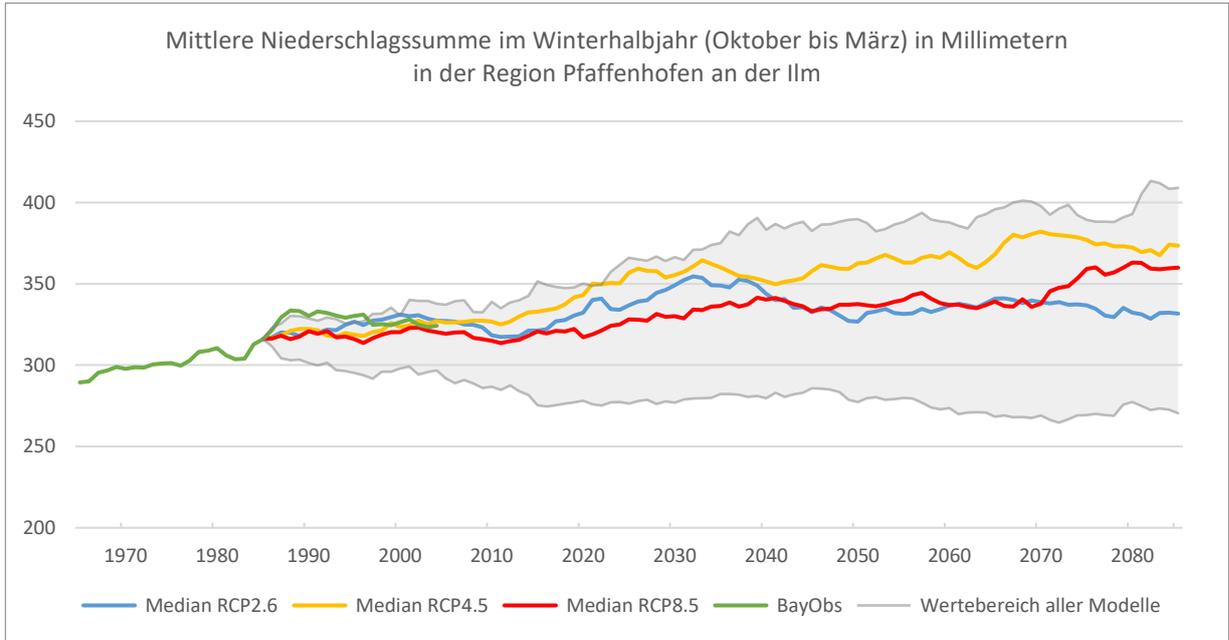
**Abbildung 17: Veränderung der mittleren jährlichen Niederschlagssumme zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

**Tabelle 11: Veränderung der mittleren jährlichen Niederschlagssumme zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

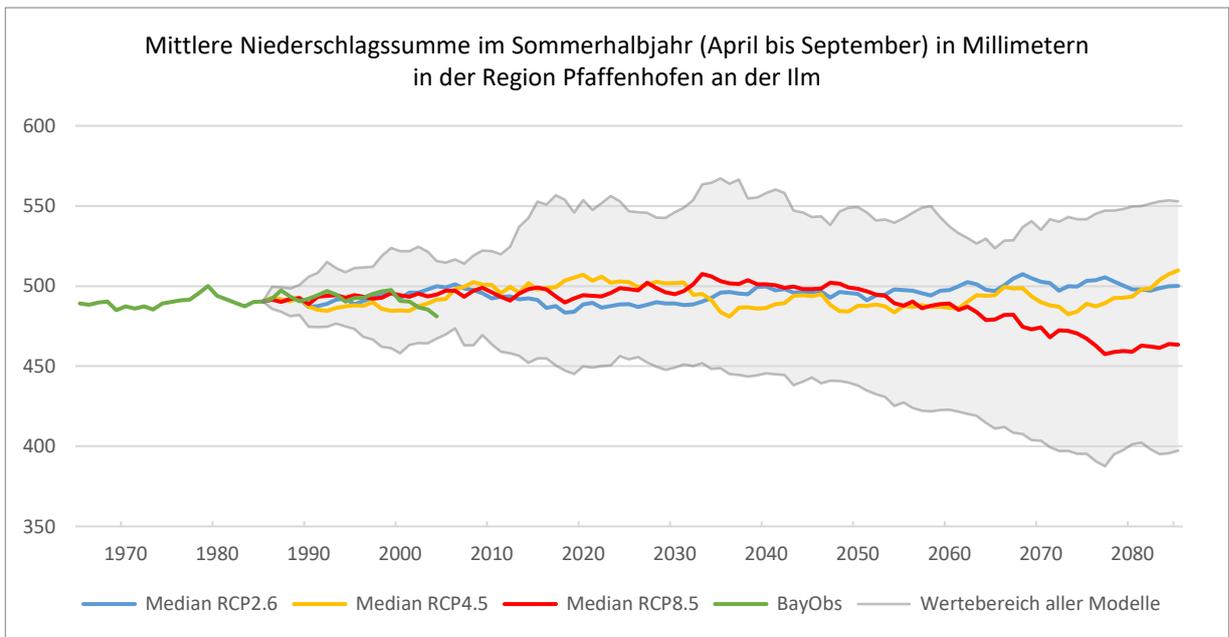
Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Millimeter	778	806	837	839	805	838	854	847	841	873	855
Veränderung	Milli.	-	+31	+33	-1	+32	+48	+41	+35	+67	+49
	%	-	+4	+4	-0	+4	+6	+5	+4	+8	+6

**Tabelle 12: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Millimeter	289	316	321	333	321	333	358	333	332	374	360
Veränderung	Milli.	-	+5	+17	+5	+17	+42	+17	+16	+57	+44
	%	-	+2	+5	+1	+5	+13	+5	+5	+18	+14



**Abbildung 18:** Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)



**Abbildung 19:** Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

**Tabelle 13:** Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)

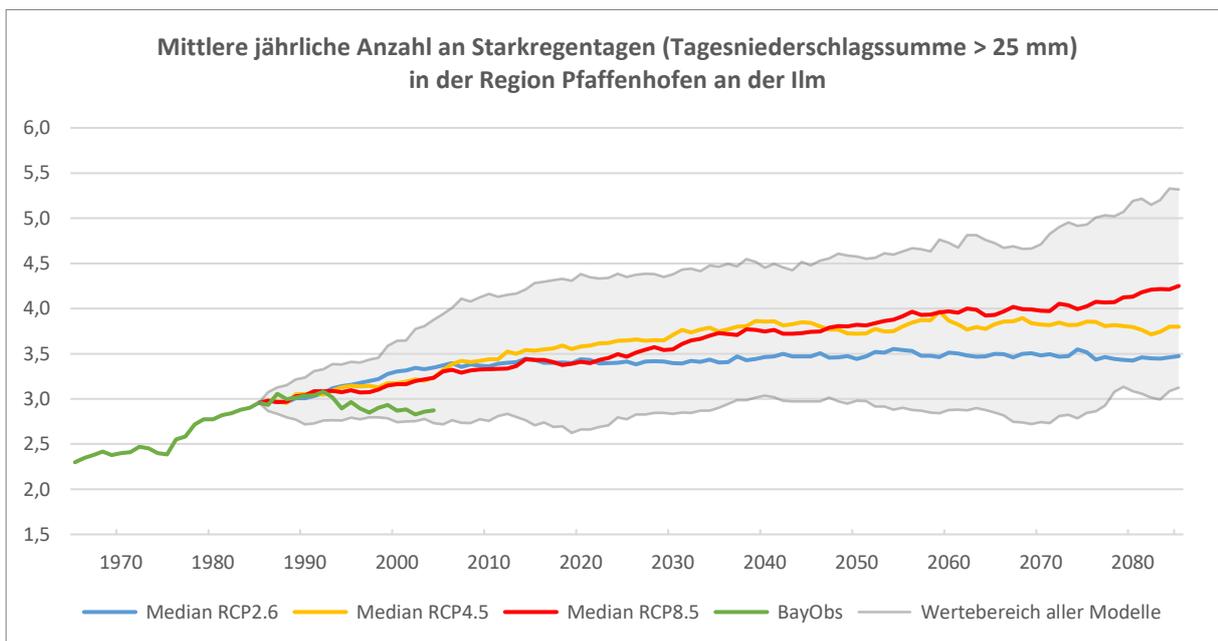
Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Millimeter	489	490	491	498	499	496	494	498	500	510	463
Veränderung	Milli.	-	+1	+8	+9	+6	+4	+8	+10	+20	-27
	%	-	0	+2	+2	+1	+1	+2	+2	+4	-5

## Starkregentage

Starkregentage sind hier definiert als Tage mit einer Tagesniederschlagssumme größer 25 mm. Diese Tagessummen treten ganzjährig, gerade bei Stauwirkungen am nördlichen (Vor-)Alpenrand, in der Region Pfaffenhofen auf. Wie bereits für den Niederschlag für das Sommerhalbjahr beschrieben, steigt durch die höheren Lufttemperaturen das Potenzial für konvektive Starkregenereignisse.

Ganz besonders für Aussagen zur zukünftigen Entwicklung von Extremereignissen wie Starkniederschlägen gilt allerdings eine hohe Unsicherheit. Klimamodelle sind geeignet, mittlere klimatische Zustände über 30 Jahre zu projizieren und nur bedingt in der Lage, Aussagen für einzelne intensive Starkniederschlagsereignisse zu treffen. Zur zukünftigen Entwicklung der Intensität und der Häufigkeit von Starkniederschlägen kann jedoch allgemein angenommen werden, dass das Potenzial für solche Ereignisse zunehmen wird. Die Atmosphäre ist aufgrund höherer Temperaturen in der Lage mehr Feuchtigkeit aufzunehmen und in Form von konvektiven Starkniederschlägen abzugeben. Quantitative Aussagen zur Intensität und Häufigkeit für die zukünftige Entwicklung solcher Ereignisse für die Region Pfaffenhofen sind gegenwärtig mit den Klimamodellberechnungen noch nicht belastbar.

Die mittlere Anzahl der Tage mit Tagesniederschlagssummen größer 25 mm ist in den vergangenen Jahrzehnten bereits deutlich angestiegen, wenn auch derzeit diese Entwicklung zu mehr Starkregentagen stagniert (Abbildung 20,). Für die nahe und ferne Zukunft wird nur für das Szenario RCP2.6 (Minderungsszenario) mit einem leichten Anstieg gerechnet, in den Szenarien RCP4.5 (Stabilisierungsszenario) und RCP8.5 („worst-case“-Szenario) wird dagegen von einem deutlicheren Anstieg solcher Starkregentage ausgegangen. Grundsätzlich sind sich die Klimamodelle unabhängig von der Zukunftsperiode und dem Szenario über ein häufigeres Auftreten einig.



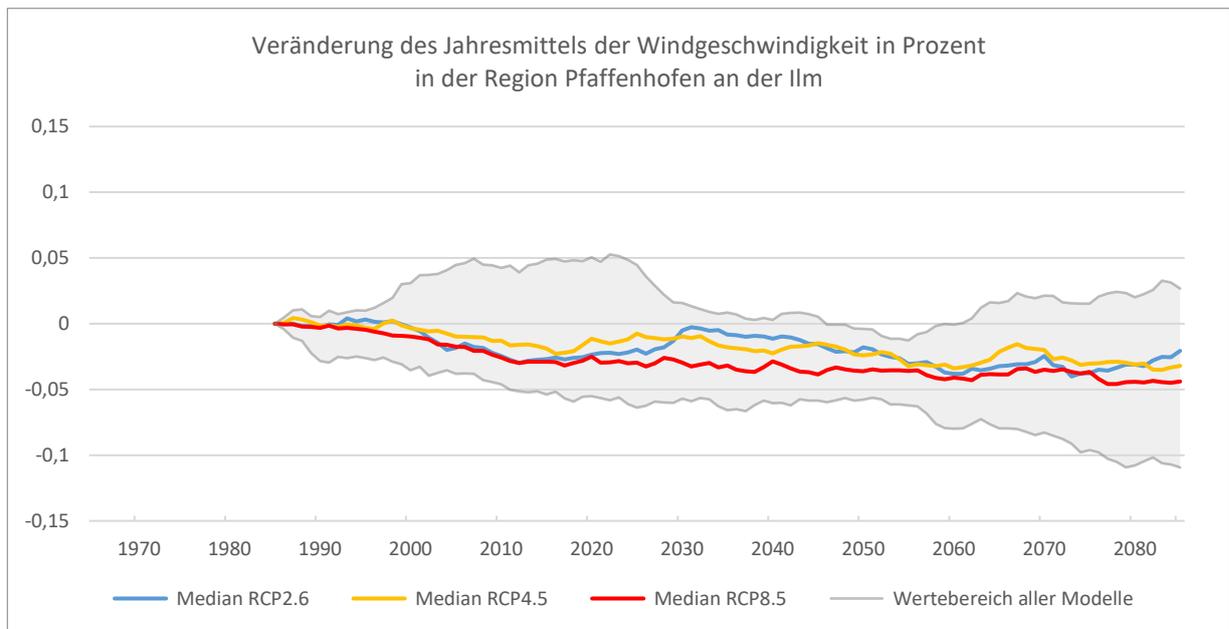
**Abbildung 20: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

**Tabelle 14: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
Datensatz bzw. Szenario	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Tage	2,3	3,0	3,4	3,5	3,4	3,5	3,8	3,7	3,5	3,8	4,3
Veränderung	Tage	-	+0,4	+0,5	+0,4	+0,5	+0,8	+0,7	+0,5	+0,8	+1,3
	%	-	+16	+20	+16	+17	+30	+27	+17	+28	+44

### 2.1.3 Wind

Neben der zukünftigen Entwicklung von (Stark-)Niederschlägen gelten Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der mittleren Windgeschwindigkeiten und insbesondere für die Häufigkeit und Intensität von Sturmereignissen als kaum belastbar. Die für die Region Pfaffenhofen berechneten Veränderungen des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit sind zudem so gering (Abbildung 21, Tabelle 15), dass diese als „Modellrauschen“ der Klimamodelle betrachtet werden können und daraus keine belastbaren Aussagen zur Entwicklung der Windgeschwindigkeiten möglich sind.



**Abbildung 21: Veränderung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

**Tabelle 15: Veränderung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

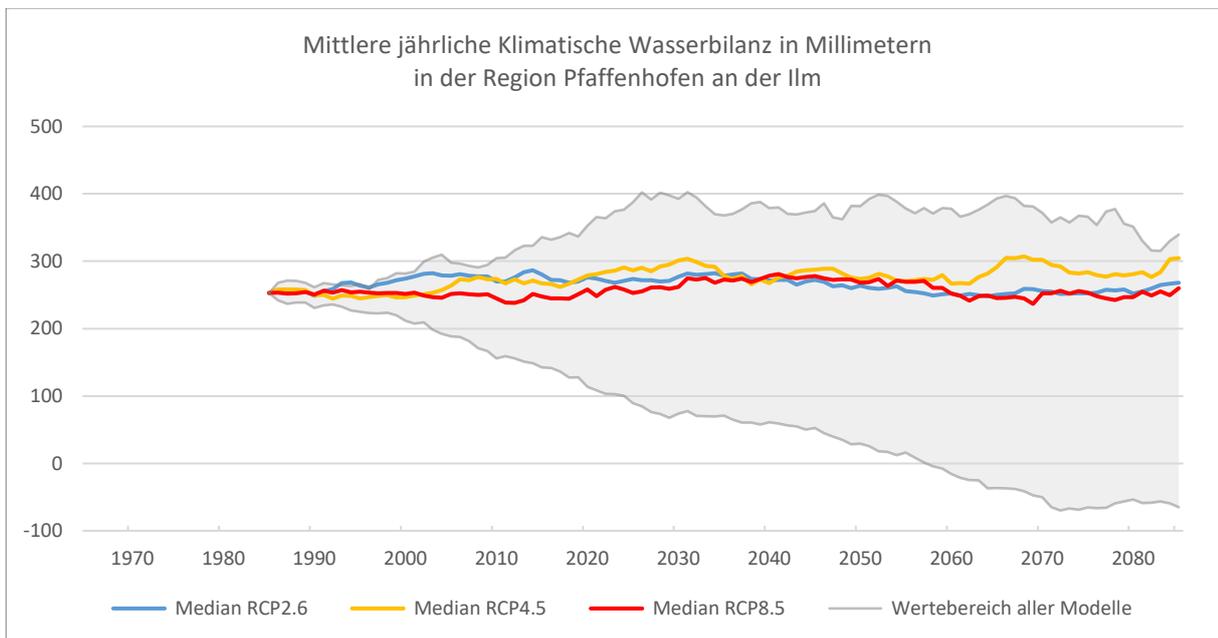
Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
Datensatz bzw. Szenario	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Meter/Sek.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veränderung	M/S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-0,027	-0,019	-0,029	-0,015	-0,015	-0,039	-0,021	-0,032

## 2.1.4 Klimatische Wasserbilanz

Ein komplexer Klimakennwert mit hoher Relevanz für eine Vielzahl von Handlungsfeldern ist die Klimatische Wasserbilanz (KWVB). Diese ergibt sich aus der Differenz des Niederschlags und der potenziellen Verdunstung und beeinflusst maßgeblich die Wasserverfügbarkeit und damit die Vegetationsentwicklung und -vitalität. Die tatsächlichen Auswirkungen der Änderungen der Klimatischen Wasserbilanz sind aber im hohen Maß von den lokalen Standorteigenschaften wie Bodenart und Grundwasseranbindung abhängig.

Für die Vergangenheit liegen für diesen Klimakennwert keine Informationen vor, da Messdaten für die potenzielle Verdunstung erst ab der Klimaperiode 1971-2000 verfügbar sind. Im Median wird für die mittlere jährliche Klimatische Wasserbilanz eine geringe künftige Zunahme für alle Szenarien projiziert (Abbildung 22,), was durch die angenommenen höheren Winterniederschläge und damit einer Verbesserung der Wasserbilanz im Winterhalbjahr begründet werden kann (Abbildung 23, Tabelle 17).

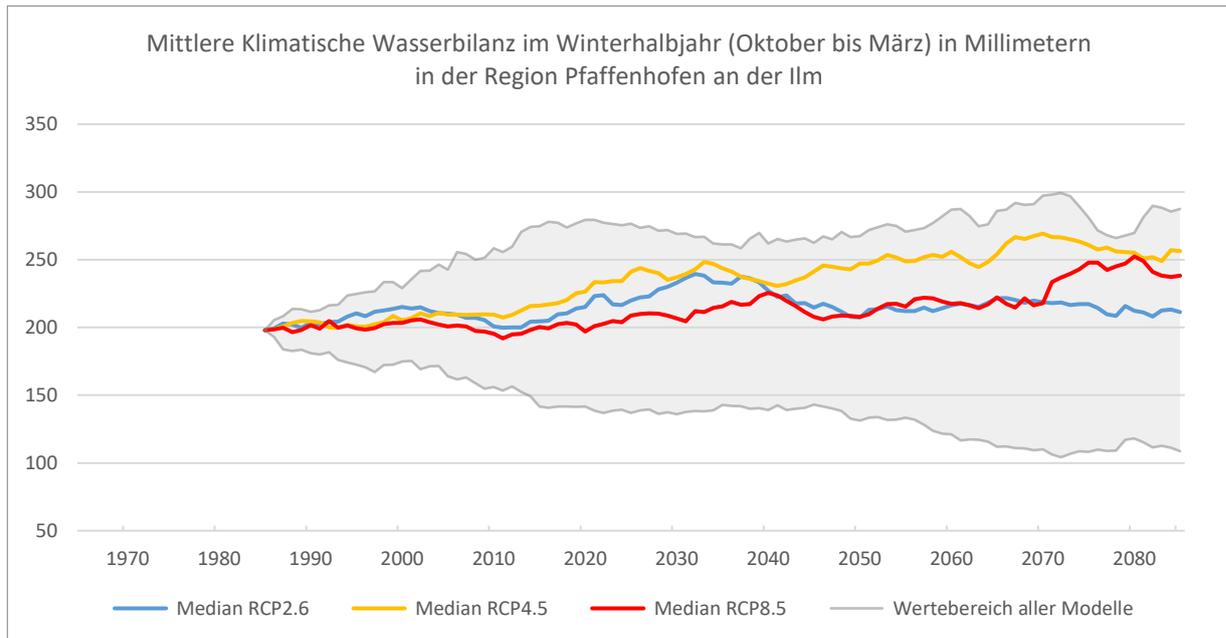
Anders fällt die Annahme für das Sommerhalbjahr aus; hier wird eine leichte bis mittlere Verschlechterung der Klimatischen Wasserbilanz projiziert (Abbildung 24, Tabelle 18). Durch die projizierte Temperaturzunahme im Sommerhalbjahr bei gleichzeitigem Rückgang der Niederschlagssumme wird mit einer Abnahme von bis zu 94 % im Szenario RCP8.5 („worst-case“-Szenario) in der fernen Zukunft gerechnet, auch unabhängig von der Unsicherheit, die für die zukünftige Niederschlagsentwicklung gilt. Betrachtet man den Wertebereich der Modellrechnungen für das Sommerhalbjahr, wird deutlich, dass einzelne Modellläufe für die Region Pfaffenhofen auch mit einem Defizit der Klimatischen Wasserbilanz von bis zu 170 mm zu Ende des Jahrhunderts rechnen (Abbildung 24).



**Abbildung 22: Veränderung der mittleren jährlichen Klimatischen Wasserbilanz zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

**Tabelle 16: Veränderung der mittleren jährlichen Klimatischen Wasserbilanz zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Millimeter	-	253	280	267	248	272	287	278	268	304	260
Veränderung	Milli.	-	+27	+14	-5	+19	+34	+25	+15	+51	+7
	%	-	+11	+6	-2	+8	+14	+10	+6	+20	+3



**Abbildung 23: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

**Tabelle 17: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Millimeter	-	198	205	216	200	215	241	208	211	256	238
Veränderung	Milli.	-	+7	+18	+2	+17	+43	+10	+13	+58	+40
	%	-	+3	+9	+1	+8	+22	+5	+7	+30	+20

**Tabelle 18: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Klimaperiode	1951-1980	1971-2000	2001-2030 (Gegenwart)			2031-2060 (nahe Zukunft)			2071-2100 (ferne Zukunft)		
	BayObs	BayObs	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Millimeter	-	57	48	46	65	46	47	44	51	55	4
Veränderung	Milli.	-	-9	-11	+8	-11	-10	-13	-6	-2	-53
	%	-	-17	-20	+14	-19	-17	-22	-10	-4	-94

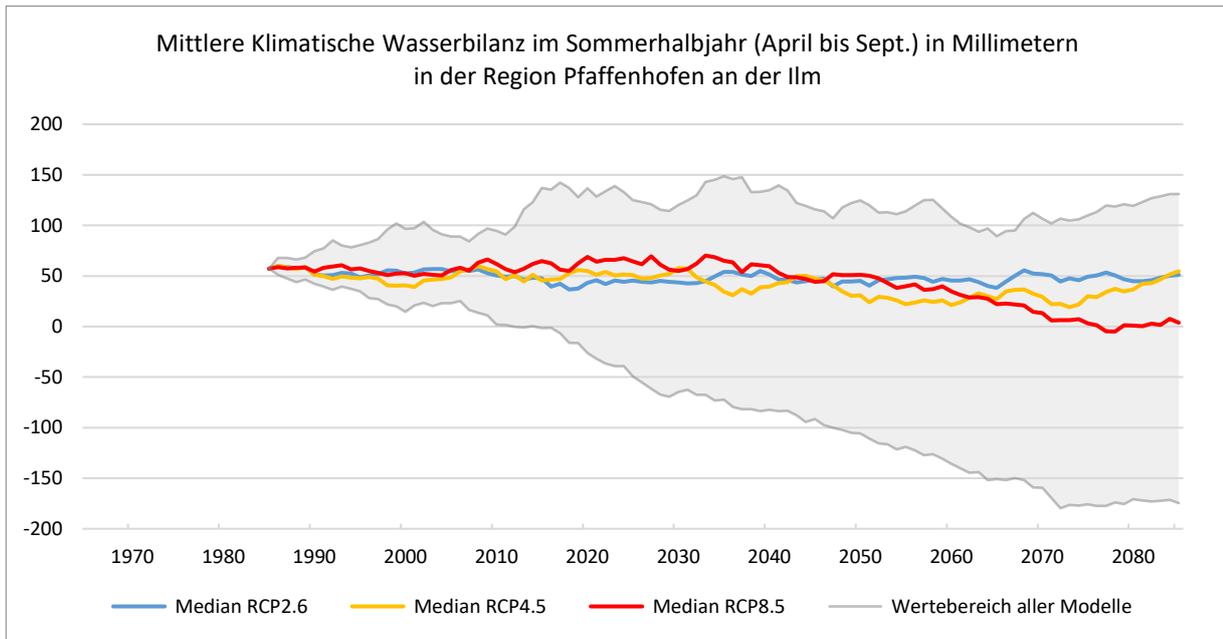


Abbildung 24: Veränderung der mittleren Klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1971-2000 und 2071-2100 in der Region Pfaffenhofen an der Ilm (Quelle: Auswertung von Daten des LfU 2020)

## 2.2 Auswirkungen auf die kommunalen Handlungsfelder

Im Folgenden werden die allgemein erwarteten Auswirkungen des projizierten Klimawandels auf die kommunalen Handlungsfelder kurz beschrieben. Dabei wird sich auf aktuelle Veröffentlichungen, besonders auf die Monitoringberichte zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (UBA 2015a, 2019), den Klima-Report Bayern (STMUV 2015) und die Bayerische Klimaanpassungsstrategie (STMUV 2016) bezogen. Die Wahl der Handlungsfelder (z. B. Menschliche Gesundheit, Wasserwirtschaft) orientiert sich an den Vorgaben der Deutschen Anpassungsstrategie (BBD 2008). Auf die Darstellung von, für Pfaffenhofen, nicht oder minder relevanten Handlungsfeldern wie Fischerei, Küstenschutz und Georisiken wurde verzichtet.

### 2.2.1 Menschliche Gesundheit

Die Gesundheit der Bevölkerung ist auf unterschiedliche Weise vom Klimawandel betroffen. Die Klimafolge, die die meisten Menschen treffen wird, sind Extremereignisse in Form von Hitzewellen. Diese treten heute bereits auf, werden künftig jedoch häufiger auftreten und länger andauern. Die Auswirkungen von Hitzewellen sind spätestens seit dem Sommer 2003 im Bewusstsein verankert. Langanhaltender Hitzestress führt verstärkt zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit einer erhöhten Mortalität.

Gefährdet sind vor allem Risikogruppen wie Senioren bzw. alleinstehende ältere und pflegebedürftige Menschen, Säuglinge und Kleinkinder, chronisch Kranke oder Menschen in Außenberufen. Aber auch für gesunde Erwachsene hat die Hitze negative Auswirkungen in Form von geminderter Leistungsfähigkeit und herabgesetztem Wohlbefinden. Gleichzeitig ist der Hitzestress in städtischen Umgebungen stärker, da durch die versiegelten und insbesondere überbauten Flächen mehr Energie als Wärme aufgenommen und gespeichert wird, während die Durchlüftung herabgesetzt ist (Wärmeinseleffekt).

Als Klimafolge kann auch das erhöhte Sonnenbrand- und Hautkrebsrisiko gelten, das durch die stärkere Sonneneinstrahlung bzw. die enthaltenen kurzwelligen UV-Anteile verursacht wird. Für Asthmatiker und Allergiker wird sich die Beschwerdezeit verlängern, da die Pollensaison aufgrund der steigenden Jahresdurchschnittstemperatur früher beginnen und länger andauern wird. Auch ist die Ausbreitung allergieauslösender Pflanzen und Tiere in den letzten Jahren vermehrt zu beobachten, z. B. der Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) oder des Eichen-Prozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) (Abbildung 26).

Ebenfalls eine Folge der steigenden Temperaturen sind neue Lebensräume, die sich Krankheitsüberträger (Vektoren) wie Stechmücken, Wanzen oder Zecken erschließen, z. B. die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*, Abbildung 25). Mildere Winter bewirken zudem längere jährliche Aktivitätsperioden. Als von den Vektoren transportierte Krankheitserreger sind z. B. Borrelien sowie Hanta- und FSME-Viren zu nennen. Zunehmende Verkehrs- und Warenströme fördern das Vordringen nicht-heimischer Erreger.



**Abbildung 25 (links): Zeichnung der Asiatischen Tigermücke (Quelle: James Gathany / CDC 2000)**  
**Abbildung 26 (rechts): Warntafeln bzgl. des Eichenprozessionsspinners (Quelle: Jetti Kuhlemann / pixelio.de)**

Andere Extremereignisse wie Stürme, Starkniederschläge, Hagel oder Hochwasser bergen zusätzliche Gefahren für Leib und Leben in direkter Form, z. B. durch Verletzungen oder indirekt durch psychische Belastung in Folge des Ereignisses (z. B. bei Verlust oder Beschädigung von Eigentum).

Als Chance ist eine Abnahme der gesundheitlichen Belastungen durch Kälte im Winterhalbjahr zu sehen. Ob diese Chance allerdings die gesundheitlichen Risiken durch zunehmenden Hitzestress im Sommer ausgleichen oder überwiegen, ist äußerst kritisch zu betrachten.

### 2.2.2 Landwirtschaft

Das Handlungsfeld Boden und Landwirtschaft ist durch die Folgen des Klimawandels sehr vielseitig betroffen, sowohl in Bezug auf Risiken als auch auf Chancen.

Die Erhöhung der Jahresmitteltemperatur hat unterschiedliche Auswirkungen für die Landwirtschaft. Sie bewirkt als Chance die Verlängerung der ackerbaulichen Vegetationsperiode und somit die Erhöhung der Erträge bestehender Sorten (z. B. Mais), die Möglichkeit neue Sorten zu etablieren und Sonderkulturen wie Wein verstärkt anzubauen. Ob diese günstigen Bedingungen pflanzenbaulich genutzt werden können, hängt auch in starkem Maße von der Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen ab. Gleichzeitig wird es zu einer Abnahme von Spätfrösten kommen, was als Chance z. B. für Winterroggen oder -weizen gesehen werden kann.

Neben dem Einfluss auf Höhe und Stabilität von Ernteerträgen, kann sich der Klimawandel auch bei der Qualität der Ernteprodukte bemerkbar machen. Veränderte Niederschlagsmuster und Temperaturverläufe nehmen Einfluss auf den Gehalt und die Zusammensetzung von Inhaltsstoffen, die wichtige Qualitätsparameter darstellen (z. B. bei Obst oder Wein).

Höhere Temperaturen und mildere Winter führen auch zur weiteren Verbreitung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen. Für die Nutztierhaltung sind höhere Temperaturen, besonders Hitzewellen, als Risiko zu sehen, da sie zusätzlichen Hitzestress für die Tiere und erhöhte Aufwendungen für die Stallklimatisierung bedeuten. Zudem sorgen auch hier zunehmende oder neue vektorübertragene Krankheiten, z. B. Blauzungenkrankheit und Schmallenberg-Virus, für eine höhere Gefährdung.



**Abbildung 27 (links): Dürreschaden an Maispflanzen (Quelle: Bob Nichols / USDA 2013)**

**Abbildung 28 (rechts): Bodenerosion durch Wasser (Quelle: SLULG 2016)**

Steigende Temperaturen führen zu einer verstärkten Verdunstung, welche die klimatische Wasserbilanz verschlechtert und Veränderungen des Bodenwasser- und des Grundwasserhaushaltes hervorruft. Unsicherheiten herrschen in Aussagen über die zukünftige saisonale Niederschlagsentwicklung, somit besteht die Annahme dass selbst bei zukünftig gleichbleibenden Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode die Zunahme der Verdunstung zu einer Verschlechterung der Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft führt. Dies kann zu intensiven Trockenphasen mit Dürreschäden und Ernteaussfällen führen (Abbildung 27).

Zeitgleich kann es jedoch häufiger zu einem Zuviel an Wasser kommen, da Starkniederschläge wahrscheinlich an Intensität und Häufigkeit zunehmen. Dies führt über Erosion nicht nur zum Verlust wertvollen Oberbodens (Abbildung 28), sondern auch zu erosiven Sturzfluten, die Ortslagen und Infrastrukturen überspülen und schädigen können. Übermäßige Feuchte durch Starkniederschläge sowie Hagel und Stürme verursachen zudem erhebliche Ertragsausfälle.

### 2.2.3 Wald und Forstwirtschaft

Die Forstwirtschaft ist ebenso wie die Landwirtschaft ein sehr naturbezogenes Handlungsfeld und seit langem mit sich ändernden Klimabedingungen vertraut. Im Gegensatz zur Landwirtschaft sind deren angebaute Arten – also Bäume – sehr viel langlebiger und machen eine langfristige Planung notwendig. Wichtige Größen für das Handlungsfeld sind Niederschlag und Temperatur. Für den Niederschlag ist künftig mit einer leichten Verschiebung vom Sommer hin zum Winter zu rechnen. Eine Veränderung des Bodenwasserhaushaltes wäre die Folge, die z. B. zu langanhaltenden Nassphasen im Winter führen kann. Hohe Feuchtegehalte begünstigen zudem die Entstehung und Verbreitung von Schadorganismen wie Pilzen.

Die erhöhte Jahresdurchschnittstemperatur führt als Chance zu einer Verlängerung der forstlichen Vegetationsperiode. Die Nutzung dieses Potenzials hängt jedoch stark von der Wasserverfügbarkeit in der Vegetationsperiode ab. Die klimatische Wasserbilanz dürfte sich unter dem Einfluss des Klimawandels jedoch im Sommerhalbjahr spürbar gegenüber der Gegenwart verschlechtern. Die veränderten Standortbedingungen schränken die Verbreitung bzw. den Anbau gering hitze- und trockenheitstoleranter Arten ein. Vor allem die Gemeine Fichte (*Picea abies*) ist unter den veränderten Bedingungen

nicht angepasst, was zu Ertragseinbußen für die Forstwirtschaft führen kann, wenn diese Baumart einen großen Anteil des Bestandes stellt.

Gleichzeitig ist mit Risiken durch häufigere Dürre- und Hitzeperioden zu rechnen, die Waldbrände begünstigen (Abbildung 29). Waldbrände entstehen zwar meist durch das Fehlverhalten von Menschen und seltener durch Selbstentzündungen, bestimmte klimatische Verhältnisse erhöhen aber die Gefahr von flächenhaften Waldbränden.

Höhere Durchschnittstemperaturen ermöglichen auch bessere Überdauerungs- und Ausbreitungsbedingungen für Schadinsekten wie Borkenkäfer, Eichen-Prozessionsspinner, Nonnenspinner oder Maikäfer. Ebenso sorgen die höheren Durchschnittstemperaturen für weniger Bodenfrost, was die Anzahl der Tage, an denen die Wege auch mit schwerem Forstgerät befahrbar sind, reduziert.



**Abbildung 29 (links): Waldbrand bis hinauf zu den Baumwipfeln (Quelle: Todd Heitkamp / NOAA 2003)**  
**Abbildung 30 (rechts): Windwurf als Folge extremer Wetterereignisse (Quelle: Gude 2007)**

Extreme Wetterereignisse sind neben Dürre- und Hitzeperioden auch Starkregen und Stürme. Die großen Stürme der letzten Jahre (Kyrill 2007, Emma 2008, Xynthia 2010, Niklas 2015) haben auch in Bayern beachtliche Schäden in Form von Windbruch (Baumkronen oder Äste brechen ab) oder Windwurf (der Baum wird entwurzelt) hinterlassen (Abbildung 30). Ob und wie sich die Häufigkeit und Intensität von Sturmereignissen mit dem Klimawandel ändert, kann bisher nicht vorhergesagt werden.

#### 2.2.4 Wasserwirtschaft

Der projizierte Klimawandel hat auch für das Handlungsfeld Wasserwirtschaft weitreichende Auswirkungen. Im Sommerhalbjahr werden die Niederschläge wahrscheinlich abnehmen, dafür im Winterhalbjahr zunehmen. Insgesamt dürfte die jährliche Niederschlagsmenge jedoch in etwa gleich bleiben. Der abnehmende Niederschlag im Sommer verringert die Grundwasserneubildung, vor allem in Bereichen mit wenig durchlässigen Böden und geringer Wasserspeicherkapazität. Dies kann auf lange Sicht auch tiefere Grundwasservorräte betreffen, die oft der Trinkwassergewinnung dienen.

Eine geringere Wasserverfügbarkeit im Sommer führt neben Problemen in Land- und Forstwirtschaft auch zu Risiken für feuchtliebende Biotope. Gleichzeitig kann es in niederschlagsarmen Sommern zu häufigeren und längeren Perioden mit Niedrigwasser in Still- und Fließgewässern kommen (Abbildung 32). Dies kann dazu führen, dass Leitungssysteme trockenfallen und sich bei geringen Durchflüssen zusetzen, was weitergehende hygienische Probleme mit sich bringt. Niedrigwasser ist auch ein Problem für die Betreiber von Wasserkraftanlagen und Gewerben, die Brauchwasser zu Kühlzwecken oder als Rohstoff entnehmen. Weiterhin beeinflusst es neben der Schifffahrt auch den Wassersport und Badetourismus, was zu wirtschaftlichen Einbußen im Tourismussektor führen kann.

Die steigenden Temperaturen im Jahresverlauf und speziell im Sommer sorgen für eine stärkere Erwärmung der oberen Wasserschichten von Gewässern. Eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes des Wassers ist die Folge. Bei gleichzeitiger Wasserverminderung in Trockenperioden kann es zur Anreicherung von Nährstoffen (Eutrophierung) mit negativen Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht kommen.

Auch ein Mehr an Wasser birgt Risiken für das Handlungsfeld. Da Niederschlag im Winter häufiger als Regen fallen wird, wird dieser, im Gegensatz zum Schnee, stärker bzw. kurzfristiger zum Abfluss beitragen. Eine höhere Wahrscheinlichkeit von Hochwassern könnte die Folge sein. Bisher sind die Erkenntnisse der Klimafolgenforschung zu diesem Thema noch dünn, was vor allem im sehr seltenen Auftreten solcher Extremereignisse begründet liegt.



**Abbildung 31: Ilm-Hochwasser in Juni 2013 (Quelle: Stadt Pfaffenhofen, 2013)**

**Abbildung 32: Niedrigwasser an der Donau im August 2003 (Quelle: Herbert Stolz 2003)**

Durch den Klimawandel werden auch Extremereignisse wie Starkregen beeinflusst. Es wird damit gerechnet, dass es künftig zu intensiveren und wahrscheinlicher auch häufigeren Starkniederschlägen kommen wird. Zu den Folgen zählen lokale Überschwemmungen infolge überlasteter Kanalisation, Beiträge zu Flusshochwassern (Abbildung 31) sowie erosive Sturzfluten auf Ackerflächen, die auch angrenzende Ortslagen betreffen können.

### 2.2.5 Biologische Vielfalt

Eine Vielzahl sozioökonomischer Einflussgrößen (z. B. Flächenbedarf für Siedlungs- und Verkehrsflächen, intensive Landnutzung) führen direkt oder indirekt zu Beeinträchtigungen der Tier- und Pflanzenwelt (z. B. durch Zerschneidung der Landschaft oder Eutrophierung). Die Folgen des Klimawandels bergen jetzt ein zusätzliches Gefahrenpotenzial für die Diversität auf Art- und Ökosystemebene. Diese klimawandelbedingten Veränderungen lassen sich seit einiger Zeit bereits beobachten:

Der Wuchs- und Blühbeginn der Vegetation verschiebt sich im Jahresverlauf nach vorn, Ankunfts- und Wegzugszeiten von Vögeln verschieben sich, Arealgrenzen verschiedener Tier- und Pflanzenarten verlagern sich (ca. 200 bis 300 km polwärts je 1 °C Temperaturerhöhung), wärmeliebende, z. T. invasive Neophyten und Neozoen breiten sich aus und verdrängen teilweise einheimische Arten (z. B. Drüsiges Springkraut [*Impatiens glandulifera*], Abbildung 34). Derartige Entwicklungen werden sich zukünftig sehr wahrscheinlich fortsetzen und intensivieren (IPCC 2014a; Essl & Rabitsch 2013), so dass das Risiko, bestimmte naturschutzfachliche Zielstellungen nicht erreichen zu können, tendenziell steigt.

Die Auswirkungen regionaler klimatischer Veränderungen sind sehr komplex. Am unmittelbarsten jedoch wirken sich Veränderungen im Temperatur- und Niederschlagsregime und damit auch in der Wasserverfügbarkeit auf die Arten und Lebensräume aus, woraus sich je nach Kontext vielfältige, indirekte Veränderungen bzgl. der Phänologie, Habitatstruktur, Nährstoff-/Nahrungsangebot, Konkurrenzverhältnisse u.v.m. ergeben. Zu wenig Niederschlag führt z. B. zum Trockenfallen kleiner Teiche und der Gefährdung der daran gebundenen Arten; Starkregenereignisse können die Tier- und Pflanzenwelt nachhaltig schädigen, indem Biotope kurz- oder längerfristig überflutet und evtl. sogar zerstört werden. Steigende Temperaturen gefährden Inselvorkommen kälteangepasster Flora und Fauna, z. B. in Blockhaldenökosystemen (Abbildung 33).



**Abbildung 33 (links): Blockhalde am Ochsenkopfgipfel (Quelle: Naturpark Fichtelgebirge e.V. 2008)**  
**Abbildung 34 (rechts): Drüsiges Springkraut (Quelle: Günther Schad / pixelio.de)**

### 2.2.6 Verkehrswesen

Das Handlungsfeld Verkehrswesen und Infrastruktur wird sowohl von temperatur-, als auch niederschlagsgetriebenen Klimafolgen beeinflusst. Starkregenereignisse führen zu unterspülten Straßen sowie Aquaplaning und Überschwemmungen in Straßensenken (Abbildung 36). Letztere können auch durch erosive Sturzfluten begründet sein, bei denen Schlammlawinen von benachbarten Äckern die Verkehrsinfrastruktur überschwemmen. Wenig intensive, aber langanhaltende Regenereignisse können die Stabilität von Böschungen beeinträchtigen und zu Hangrutschungen führen.

Niederschlag in fester Form ist ebenfalls von Bedeutung für das Verkehrswesen. Starke Schneefälle und Eisglätte sorgen für Verkehrsbehinderungen. Gleichzeitig sind Frost-Tau-Wechsel mittels Frostsprengung für Straßenschäden verantwortlich. Auch wenn Schnee und Eis künftig tendenziell weniger werden, sind Extremereignissen wie plötzliche Kälteeinbrüche oder heftige Schneefälle nicht ausgeschlossen. Als Chance sind sinkende Kosten für Winterdienste und Straßeninstandsetzung infolge Frostschäden zu sehen.

Auch hohe Temperaturen wirken sich auf Straßen und Schienen aus und führen zu Material- und Strukturschäden (z. B. Spurrillen, Blow-ups; Abbildung 35). Hohe sommerliche Temperaturen wirken sich bei nicht klimatisierten Fahrzeugen negativ auf Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit der Insassen und damit auf die Verkehrssicherheit aus. Aus diesem Grund sind Fahrstände bei der Bahn oder im ÖPNV heute meist klimatisiert.

Andere Extremereignisse mit Auswirkungen auf den Verkehr sind Stürme. Diese verursachen durch Windwurf regelmäßig Behinderungen im Verkehrsfluss und Schäden an Fahrzeugen, Verkehrsleitsystemen und Oberleitungen.



**Abbildung 35 (links): Blow-up auf der A93 bei Abensberg im Juni 2013 (Quelle: Feuerwehr Markt Langquaid e.V. 2013)**  
**Abbildung 36 (rechts): Unterspülte Straße bei Bautzen (Quelle: Julian Nitzsche / pixelio.de)**

### 2.2.7 Industrie und Gewerbe

Die Einflüsse des Klimawandels auf das Handlungsfeld Industrie und Gewerbe sind so vielfältig wie die Unternehmen selbst. Hierbei treten Risiken auf, es bieten sich aber auch Chancen. Extremwetterereignisse wie Stürme, Hochwasser und Sturzfluten können Betriebsanlagen, Bauwerke, Fahrzeuge und Infrastrukturen der Unternehmen beschädigen. Gleichzeitig wirken sich diese Extremwetterereignisse auch auf den Warentransport auf Straße, Schiene und Wasserwege aus, sowohl für die Anlieferung der zur „Just-in-time“-Produktion benötigten Grundstoffe als auch den Abtransport der fertigen Produkte.

Die Produktion von Industrie und Gewerbe kann auch durch Wasserknappheit beeinflusst werden. Ein Großteil des Frischwassers wird zur Kühlung genutzt, z. B. in der Energiewirtschaft. Weitere wasserintensive Branchen sind die Chemie- und Pharmaindustrie sowie Metallindustrie und das Ernährungs- und Getränkegewerbe. Sinkt das Wasserangebot aus Grund- und Oberflächenwasser aufgrund veränderter Niederschlagsmuster und steigender Temperaturen kann es dann Nutzungskonflikte und steigenden Preisen kommen.

Infolge steigender sommerlicher Temperaturen kommt auf viele Industrie- und Gewerbebetriebe auch ein steigender Energiebedarf zu. Die zunehmende Kühlung hitzeempfindlicher Produkte, Raum- und Gebäudeklimatisierung und die Prozesskühlung dürften zu entsprechenden Zusatzkosten führen (Abbildung 37).

Neben den direkten Auswirkungen des Klimawandels in der Bundesrepublik spielen auch Klimafolgen in anderen Ländern und Kontinenten aufgrund der globalisierten Wirtschaft eine Rolle für deutsche Unternehmen. Hier ist die Zulieferung von Rohstoffen oder Vorprodukten zu nennen, die durch z. B. Hochwasser oder Wirbelstürme in einer Zuliefererregion ausfallen kann. Auch können Absatzmärkte deutscher Unternehmen in anderen, stärker vom Klimawandel betroffenen, Regionen gefährdet sein und Exportgewinne reduzieren.

Der Klimawandel birgt jedoch auch Chancen für innovative Unternehmen im Feld der Umwelttechnik und Bauwirtschaft, z. B. bei der Dämmung von Gebäuden oder Klima- und Lüftungstechnik, sowie durch die steigende Nachfrage nach klimaverträglichen Produkten und Anpassungsgütern. Die Tourismusbranche und das Gastgewerbe würden ebenfalls profitieren, wenn wärmere Sommer zu einer längeren Touristensaison führen.



**Abbildung 37 (links): Provisorische sommerliche Gebäudeklimatisierung (Quelle: Ben Loomis / flickr.com)**

**Abbildung 38 (rechts): Klimawandel als Chance für den Ganzjahrestourismus (Quelle: Rainer Sturm / pixelio.de)**

### 2.2.8 Tourismus

Der Klimawandel wirkt sich auf das Handlungsfeld Tourismus je nach Saison unterschiedlich aus. Steigende Durchschnitts- und Sommertemperaturen führen als Chance zu einer Verlängerung der Badesaison sowie generell der Zeit im Jahr, die für Ganzjahrestourismus (Wandern, Städtetouren, Camping, Reiten etc.; Abbildung 38) bevorzugt wird. Durch die Vermarktung von „Urlaub dahoam“-Angeboten würden an dieser Stelle Synergien zwischen Klimaschutz und regionaler Wertschöpfung entstehen. Parallel steigt jedoch das Risiko der Hitzebelastung im Hochsommer, besonders für städtische Touristen. Auch führen Trockenperioden zu niedrigeren Wasserständen in natürlichen Badegewässern, was evtl. auch Einfluss auf die Badewasserqualität hat. Das Gast- und Freizeitgewerbe dürfte jedoch trotzdem wirtschaftlich vom zunehmenden Ganzjahres- bzw. Sommertourismus profitieren.

In Regionen mit ausgeprägtem Relief und/oder den geologischen Voraussetzungen können zudem Extremereignisse wie Lawinen, Muren oder Steinschläge aufgrund von Starkregenereignissen, häufigeren Frost-Tau-Wechseln etc. die Attraktivität der Urlaubsdestinationen schmälern, zu finanziellen Einbußen aufgrund ausbleibender Touristen führen und erhöhte Kosten durch Reparaturen und Versicherungspolizen verursachen.

### 2.2.9 Bauwesen

Das Bauwesen ist unterschiedlich von Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Zwar sind Niederschläge in Form von Schnee und damit entstehende Schneelasten auf Dächern weiterhin relevant, jedoch werden die Schneemengen in Zukunft weiter abnehmen. Dagegen gewinnen extreme Niederschlagsereignisse wie Starkregen, mit lokalen Überschwemmungen und volllaufenden Kellern, oder Hagel, mit Schäden an Fassaden und Dächern, an Bedeutung, da sie intensiver und wahrscheinlich auch häufiger werden. Auch Stürme könnten an Intensität gewinnen, mit entsprechenden Folgen für die Bausubstanz (Abbildung 39).

Steigende Temperaturen verbunden mit Hitzewellen stellen neue Herausforderungen an die Gebäudgestaltung und -technik. Gleichzeitig besteht durch Verwendung aktiver Kühlsysteme die Gefahr, den Energiebedarf zu steigern und dem Klimaschutz entgegenzuwirken. Sommerliche Hitze und die damit verbundene Aufheizung der Innenräume treffen nicht nur die Bewohner und Berufstätigen in den Gebäuden. Auch die Baubranche selbst ist – positiv wie negativ – vom Klimawandel betroffen. Einerseits verlängert sich durch erhöhte Jahresdurchschnittstemperaturen die Bausaison. Andererseits führen höhere sommerliche Temperaturen zur Einschränkung der Leistungsfähigkeit bzw. Produktivität des Personals, was auch veränderte Arbeitsschutzmaßnahmen erfordert.

Bauwesen und Stadtplanung können sowohl an der Verstärkung, als auch an der Minderung des städtischen Wärmeinseleffektes mitwirken. Überall dort, wo z. B. Materialien, welche sich nur geringfügig durch die Sonneneinstrahlung aufheizen, verwendet werden, wo für eine Begrünung und Beschattung von Straßen und Gebäuden gesorgt wird (z. B. Straßenbegleitgrün, Dachbegrünungen usw.; Abbildung 40) oder Durchlüftungsschneisen freigehalten werden, kann dies der Entstehung bzw. Verstärkung des Wärmeinseleffektes entgegenwirken und so zur Verbesserung des innerstädtischen (Mikro-)Klimas beitragen.



**Abbildung 39 (links): Sturmschaden in Gelsenkirchen (Quelle: Bettina Fritzsche / pixelio.de)**

**Abbildung 40 (rechts): Urbane Grünstrukturen schaffen Entlastung bei Sommerhitze (Quelle: Sebastian Bischoff 2018)**

### 2.2.10 Katastrophenschutz

Eine Katastrophe ist 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. Im Zusammenhang mit klimatischen Ursachen sind dies z. B. Hochwasser (wie 2003 oder 2013), Orkane (wie Kyrill 2007 oder Emma 2008) oder Hitzewellen (wie 2003 oder 2006).

Hitzewellen sind vor allem für jene Bevölkerungsteile problematisch, die bereits eine erhöhte Grundsensitivität aufweisen: (chronisch) Kranke, Senioren, Kleinkinder. Besonders das Herz-Kreislauf-System ist durch die hohen Temperaturen belastet. Der Hitzesommer 2003 führte in der Bundesrepublik zu etwa 7.000 zusätzlichen Todesfällen (UBA 2013). Auf der anderen Seite bleibt die Möglichkeit von Massenankäufen von Verletzten durch plötzliche, heftige Schneefälle und Temperaturstürze mit Frostperioden bestehen, da sie trotz steigender Temperaturen nicht auszuschließen sind.

Starkniederschläge verursachen nicht nur lokale Überschwemmungen, sondern tragen auch zu Flusshochwassern bei. Diese bedrohen das Leben und Eigentum von Flussanrainern (Abbildung 42). Sie beschädigen aber auch Infrastrukturen wie Straßen, Bahnstrecken oder Leitungsnetze und beeinträchtigen die Versorgung der Bevölkerung. Ähnliches gilt für Extremereignisse wie Stürme und Gewitter, die durch Windwurf Straßen- und Bahnstrecken unpassierbar machen können als auch Infrastrukturen (Oberleitungen, Signalanlagen etc.) zerstören.

Neben der Veränderung der Häufigkeit und Intensität von Schadenereignissen sind auch die Akteure im Handlungsfeld Katastrophenschutz selbst künftig stärker betroffen. Höhere Einsatzzahlen bedeuten neben Sachschäden in Form der Beschädigung und des Verlustes von Einsatztechnik auch höhere körperliche Belastungen für die Einsatzkräfte (Abbildung 41). Zeitgleich sind auch die zum Einsatz notwendigen Strukturen (Telekommunikation, Rettungswege) von den Schadenereignissen betroffen und machen die Koordination und Durchführung der Einsätze schwieriger. Durch den demographischen Wandel wird es zunehmend schwerer, Freiwillige/Ehrenamtliche für den Katastrophenschutz zu gewinnen. Dies führt zu einer herabgesetzten Einsatzfähigkeit.



**Abbildung 41 (links): Brandeinsatz in Ehrenberg (Quelle: Feuerwehr Pfaffenhofen a. d. Ilm, 2020)**

**Abbildung 42 (rechts): Hochwasserabwehrmaßnahmen (Quelle: M. Großmann / pixelio.de)**

### 2.2.11 Energiewirtschaft

Die Energiewirtschaft steht heute bei einem steigenden Anteil erneuerbarer Energien wie Wind-, Wasser- und Solarkraft sowie Biomasse in stärkerer Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen als zu Zeiten vorwiegend fossiler Energiegewinnung. Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeiten, Abflussmengen und die Dauer der Vegetationsperiode bestimmen direkt die Energieerträge und werden von künftigen klimatischen Veränderungen profitieren oder unter ihnen leiden. Eine Vorhersage zur Veränderung der mittleren Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer, Abflussmengen etc. ist derzeit jedoch nicht seriös möglich.

Gleichzeitig verschiebt sich die Energienachfrage im Jahresverlauf. Als Chance sind die milderen Winter zu sehen, die den Bedarf an Heizenergie langfristig senken werden. Dem entgegengesetzt ist der höhere Bedarf an Kühlenergie in den wärmeren Sommern mit intensiveren Hitzeperioden zu sehen.

Auf der anderen Seite sind die Energieerzeugungs- und -verteilungssysteme empfindlich gegenüber Klimaveränderungen (Abbildung 44). Die erhöhten sommerlichen Temperaturen führen zu vermehrter Verdunstung und Niedrigwasser bzw. einer verringerten Wasserverfügbarkeit in Fließgewässern. Dies kann Einfluss auf die Entnahme von Brauchwasser zu Kühlzwecken für thermische Kraftwerke bzw. Industrieanlagen haben. Gleichzeitig sind Extremwetterereignisse wie Starkniederschläge und dadurch verursachte Sturzfluten sowie Stürme, Hagel und Gewitter ein Risiko für die dezentrale Energieerzeugung (Wasserkraft, Windkraft- und Solaranlagen; Abbildung 43) und Energietrassen (oberirdische Leitungsnetze, Umspannanlagen).



**Abbildung 43: Tornadoschäden an Solaranlage (Quelle: Gunnar Ries zwo / flickr.com)**

**Abbildung 44: Anfällig für Extremereignisse - oberirdische Energietrassen (Quelle: Rainer Sturm / pixelio.de)**

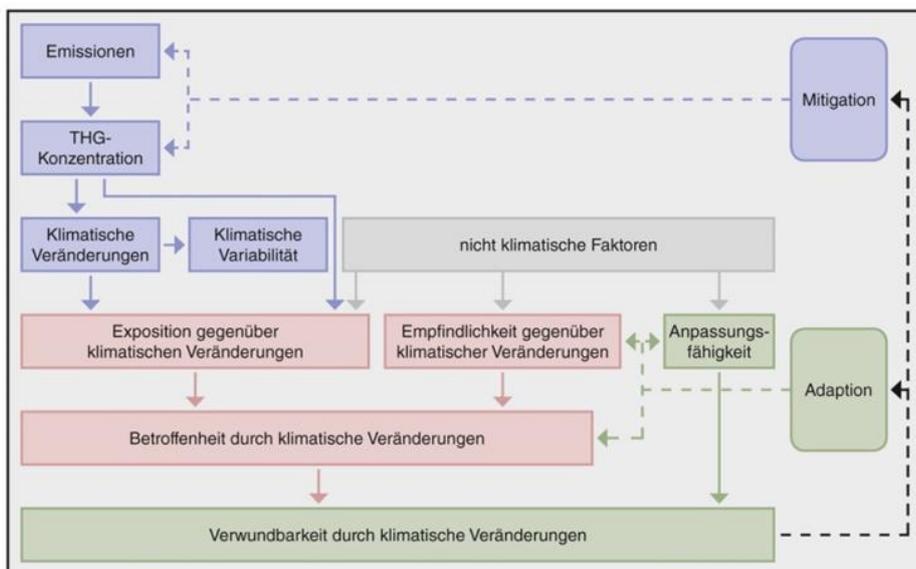
## 2.3 Detailanalyse priorisierter Schwerpunktthemen

### 2.3.1 Grundsätzliche Vorgehensweise

Basierend auf den Ergebnissen der Auswertung der Klimamess- und -modelldaten (Kapitel 2.1), den Erkenntnissen zu den allgemeinen Klimafolgen in den kommunalen Handlungsfeldern (Kapitel 2.2), der Ausstattung des Stadtgebietes und den zur Verfügung stehenden Datengrundlagen (Kapitel 1.2) wurden in Abstimmung mit der Stadtverwaltung Pfaffenhofen die folgenden Schwerpunktthemen mit hoher Relevanz für die Stadt für weiterführende Detailanalysen ausgewählt:

- Hitzebelastung für die Bevölkerung
- Trockenstress für Stadtbäume
- Trockenstress auf Waldflächen
- Trockenstress auf Ackerflächen
- Erosive Sturzfluten durch Starkregen
- Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser

Die entsprechenden Analysen folgen dem Vulnerabilitäts-Ansatz des IPCC, bei dem ein Klimasignal (Exposition) mit einem Indikator der Empfindlichkeit gegenüber der klimatischen Änderung (Sensitivität) zur Klimawirkung (Betroffenheit) verschnitten wird (Abbildung 45). Diese Vorgehensweise ermöglicht eine Abschätzung der Klimawirkung mittels geeigneter Indikatoren, wenn keine Datengrundlagen aus eigenständigen Wirkmodellen vorliegen. Im Falle vorhandener Modellergebnisse (z. B. der Bodenerosionsgefährdung mittels ABAG) wurden diese aufgegriffen und weiterverarbeitet. Ziel war die Bestimmung der Klimawirkung in den Schwerpunktthemen für die Gegenwart. Anschließend wurde die Anpassungskapazität in den Schwerpunktthemen durch Experteninterviews eruiert. Mit diesen Informationen konnten Aussagen zur Verwundbarkeit (Vulnerabilität) des Schwerpunktthemas in der Zukunft getroffen werden.

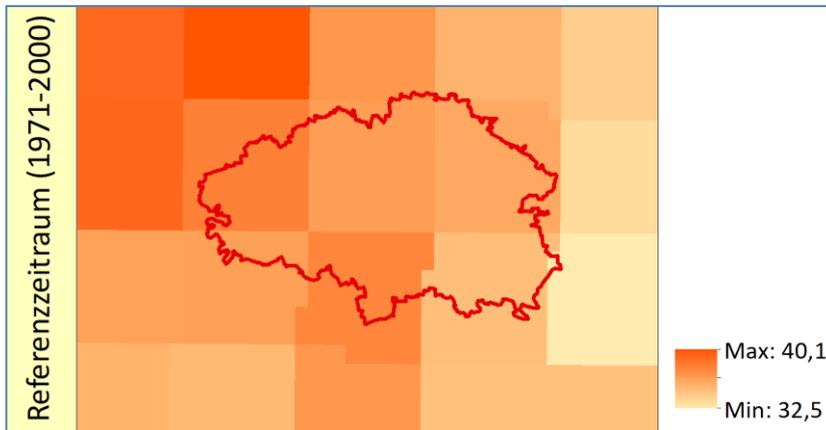


**Abbildung 45: Konzept für die Bestimmung der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) und der Betroffenheit (Klimawirkung) durch die Wirkfolgen des Klimawandels (Quelle: BMVBS 2010)**

Wie in Kapitel 1.2.3 zu den Datengrundlagen bereits dargestellt wurde, liegen die Klimadaten des LfU in einer räumlichen Auflösung von 5 x 5 km vor. Diese Auflösung ist jedoch nicht ausreichend, um klimatische Unterschiede im Stadtgebiet aufzuzeigen und die Klimadaten als Input für die Klimawirkungsanalysen in den Schwerpunktthemen zu verwenden. Abbildung 46 illustriert die räumliche Auflösung der Klimadaten mit nur etwa sechs Rasterzellen im Stadtgebiet Pfaffenhofens.

Aus diesem Grund wurde auf die Sensitivitäten im Stadtgebiet fokussiert und die Bewertung auf dieser Basis vorgenommen. Dies hat jedoch den Vorteil, dass sich auf die Stellgrößen konzentriert wird, die die Stadt Pfaffenhofen und ihre Akteure – im Gegensatz zum Klima an sich – vor Ort aktiv beeinflussen

können: Landnutzungsverteilung, Bebauung, Baumarten, Retentionsflächen usw. In den Schwerpunktthemen, für die Daten vorlagen, die vom Charakter her Klimawirkmodellen entsprechen, wurden diese zur Analyse und Bewertung verwendet.



**Abbildung 46: Räumliche Auflösung der Klimadaten im Bereich Pfaffenhofen an der Ilm am Beispiel der Verteilung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen im Referenzzeitraum 1971-2000 (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten des LfU 2020)**

Für jedes Schwerpunktthema wurden zwei Karten erstellt. Die erste (Analysekarte) zeigt die Verteilung der Empfindlichkeiten gegenüber der klimatischen Änderung (Sensitivität) oder der Klimawirkung (falls hierzu Daten vorhanden sind) im Stadtgebiet. Die zweite Karte stellt die Bewertung der Klimawirkung des Schwerpunktthemas in den Gemarkungen dar. Dabei zeigt sich eine Schwierigkeit bei der Bestimmung der Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels: es fehlt ein einheitlicher absoluter Bewertungsmaßstab. Es gibt derzeit keine standardisierten Vergleichs- oder Grenzwerte wie sie aus dem Umweltbereich z. B. für Feinstaub oder Ozon existieren. Daher kann die Bewertung nur relativ erfolgen, also bezogen auf das Untersuchungsgebiet und dessen Grundeinheiten, in diesem Fall die Gemarkungen. Dabei wird jede Gemarkung hinsichtlich der für sie ermittelten Klimawirkung mit der mittleren Klimawirkung im Stadtgebiet verglichen und bewertet und auf einer fünfstufigen Skala von „stark unterdurchschnittlich“ bis „stark überdurchschnittlich“ eingeordnet. Im Ergebnis wird ersichtlich, welche der Gemarkungen in Bezug auf ein Schwerpunktthema die höchste Klimawirkung im Stadtgebiet Pfaffenhofen aufweist. Diese Methodik ist allgemein üblich und wurde auch in der Untersuchung des Umweltbundesamtes „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“ (UBA 2015b) genutzt und bestätigt.

Die Bestimmung einer künftigen Klimawirkung bzw. Vulnerabilität ist nicht ohne weiteres möglich, da hierfür das künftige Klimasignal und die künftige Sensitivität bekannt sein müssen. Während es für das Klimasignal mehr oder weniger stark belastbare Aussagen in Form von Klimaprojektionen gibt, ist dies für die Sensitivität selten bis gar nicht vorhanden. Es gibt zwar Bevölkerungsprognosen oder Abschätzungen zur Entwicklung der Landnutzung; diese sind jedoch meist nur bis ca. 2030, nicht aber für das Ende des 21. Jahrhunderts verfügbar. Aus diesem Grund wird die Klimawirkung für die Gegenwart bestimmt, die künftige Klimawirkung bzw. Vulnerabilität über den Trend des Klimasignals und der Sensitivität abgeschätzt und in Kapitel 2.6 beschrieben.

### 2.3.2 Hitzebelastung für die Bevölkerung

Im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit wurde die sommerliche Hitzebelastung der Bevölkerung in den Vordergrund gestellt und analysiert. Da die räumlich nur grob aufgelösten Klimadaten (Hitze-tage und Sommertage) keine Verwendung auf Stadtebene zuließen, wurde auf die Sensitivitäten bzgl. der Hitzebelastung fokussiert. Hierbei wurden drei Komponenten der Sensitivität unterschieden:

## Bevölkerungsverteilung und Altersgruppen

Die Bevölkerung als Betroffene der Hitzebelastung wurde einerseits nach ihrer absoluten Häufigkeit in den Gemarkungen bewertet (Bevölkerung mit Hauptwohnsitz, Stand: 16.10.2019). Je mehr Bevölkerung in einer Gemarkung lebt, desto höher ist Empfindlichkeit der Gemarkung insgesamt gegenüber Hitzebelastung. Neben der Quantität der Einwohner bestimmt die Altersgruppenzusammensetzung der Bevölkerung ihre Sensitivität. Senioren, Kleinkinder und chronisch Kranke gelten als besonders anfällig für Hitzestress und stellen Risikogruppen mit erhöhter Sensitivität dar. Aus diesem Grund wurden diese Altersgruppen der Bevölkerung in der Bewertung höher gewichtet.

Die Analysekarte in Abbildung 47 und Tabelle 19 zeigen die Verhältnisse im Pfaffenhofener Stadtgebiet. Die Kernstadt Pfaffenhofen dominiert mit rund 18.500 Einwohnern mengenmäßig die Bevölkerung der Gesamtstadt (26.440 EW). Danach folgen Niederscheyern (1.990 EW), Fönbach (1.206 EW) und Eberstetten (1.129 EW). Die Gemarkungen mit der geringsten Bevölkerung sind Walkersbach (202 EW), Angkofen (214 EW) und Gundamsried (221 EW).

Bei der Altersgruppenzusammensetzung finden sich bei den absoluten Zahlen die meisten Kinder bis 6 Jahre in Pfaffenhofen (1.203), ebenso bei den ab-65-Jährigen (3.637). Gefolgt wird Pfaffenhofen bei Kindern bis 6 Jahre von Eberstetten und Niederscheyern bzw. Niederscheyern und Fönbach (65 Jahre und älter). Prozentual führen Walkersbach, Eberstetten und Uttenhofen bei den Kindern bis 6 Jahre (11,4 %, 11,3 %, 10,7 %) bzw. Ehrenberg, Gundamsried und Niederscheyern bei Einwohnern ab 65 Jahre (25,1 %, 21,7 %, 21,5 %).

**Tabelle 19: Bevölkerungsverteilung und Altersgruppenzusammensetzung in den Gemarkungen Pfaffenhofens (Bevölkerung mit Hauptwohnsitz, Stand: 16.10.2019; Quelle: Stadt Pfaffenhofen 2019)**

Gemarkung	Einwohner	0 bis 6 Jahre		7 bis 64 Jahre		65 bis 117 Jahre	
		absolut	prozentual	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Affalterbach	348	16	4,6	258	74,1	74	21,3
Angkofen	214	17	7,9	162	75,7	35	16,4
Eberstetten	1.129	128	11,3	886	78,5	115	10,2
Ehrenberg	231	19	8,2	154	66,7	58	25,1
Fönbach	1.206	63	5,2	886	73,5	257	21,3
Gundamsried	221	21	9,5	152	68,8	48	21,7
Haimpertshofen	472	45	9,5	352	74,6	75	15,9
Niederscheyern	1.990	124	6,2	1.438	72,3	428	21,5
Pfaffenhofen	18.482	1.203	6,5	13.642	73,8	3.637	19,7
Sulzbach	433	35	8,1	313	72,3	85	19,6
Tegenbach	1.064	59	5,5	813	76,4	192	18,0
Uttenhofen	448	48	10,7	319	71,2	81	18,1
Walkersbach	202	23	11,4	145	71,8	34	16,8

In der Analysekarte werden Bevölkerungsverteilung und Altersgruppenzusammensetzung in den Gemarkungen über Größe und farbliche Kreissegmente der Tortendiagramme dargestellt.

### Städtische Wärmeinsel

Das Umfeld, in dem die Einwohner der Gemarkungen leben hat ebenso einen Einfluss auf den Grad der sommerlichen Hitzebelastung. Städtische Baustrukturen speichern die Energie der Sonneneinstrahlung und geben sie nur verzögert wieder an die Luft ab. Gebäude und Straßen fungieren somit als Wärmespeicher, die die Temperaturen in der Stadt im Vergleich zum unbebauten Umland ansteigen lassen und die Hitzebelastung der Bevölkerung verstärken (vgl. Abbildung 4). Deshalb wurde auch das Überwärmungspotenzial der bebauten Strukturen in den Gemarkungen analysiert.

Als Basis dienten hier das 3D-Stadtmodell und ein digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM), aus denen das Bauvolumen der Gebäude und versiegelten Flächen (Straßen, Plätze) ermittelt wurde. Je höher das Bauvolumen auf einer definierten Grundfläche ist, desto höher ist auch das Überwärmungspotenzial. Abbildung 47 zeigt die Verteilung des Überwärmungspotenzials in den Gemarkungen. Im

Ergebnis zeigen die Kernstadt, Niederscheyern und Tegernbach die größten Bauvolumina und somit das höchste Überwärmungspotenzial bzw. die ausgeprägteste städtische Wärmeinsel.

### Einrichtungen mit besonders sensitiven Personengruppen

Es wurde bereits gesagt, dass Senioren, Kleinkinder und chronisch Kranke empfindlicher auf Hitzebelastung reagieren als gesunde Erwachsene. Einrichtungen, in denen sich diese Risikogruppen konzentrieren, verdienen daher besondere Aufmerksamkeit bei der Anpassung an die Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung. In diesem Sinne wurden Kindertagesstätten, Senioreneinrichtungen und Kliniken hinsichtlich ihrer Kapazität erfasst und in die Analysekarte integriert. Ersichtlich wird, dass sich die meisten Einrichtungen mit besonders sensitiven Personengruppen in der Kernstadt befinden.

### Bewertung der Klimawirkung

Da aus dem oben genannten Grund keine Klimawirkung ermittelt und bewertet werden konnte, wurde stattdessen die Sensitivität hinsichtlich der Hitzebelastung für die Bevölkerung bewertet. Sie bietet bereits eine gute Basis zur späteren Verortung von Anpassungsmaßnahmen. Für die Bewertung wurden die Indikatoren für Bevölkerungszahl, Altersgruppenzusammensetzung und Überwärmungspotenzial integrativ verknüpft. Dies folgte der Analyselogik, dass je größer die Bevölkerungszahl, je mehr besonders hitzesensible Personen und je größer das Überwärmungspotenzial in einer Gemarkung sind, desto größer ist ihre Sensitivität hinsichtlich der Hitzebelastung für die Bevölkerung.

Abbildung 48 zeigt das Bewertungsergebnis. Wenig überraschend zeigen Pfaffenhofen und Niederscheyern die größte (überdurchschnittliche) Sensitivität für diese Klimafolge. Hier konzentrieren sich Bevölkerung und wärmespeichernde Bebauung. Die geringste Sensitivität besitzen Walkersbach, Alfalterbach und Angkofen. Hier finden sich die günstigsten Kombinationen aus Bevölkerungszahl, Alterszusammensetzung und Überwärmungspotenzial, sodass hier nur vergleichsweise unterdurchschnittliche Sensitivitäten und damit Hitzebelastungen auftreten.

Mit dem zusätzlichen Wissen, dass es in Tallagen – unabhängig von einer etwaigen Bebauung – in aller Regel wärmer ist als in höheren Lagen, kann geschlussfolgert werden, dass auch das Klimasignal in Form der heißen Tage seine höchsten Werte im Stadtgebiet im Illtal erreicht. Auch die Klimawirkung Hitzebelastung für die Bevölkerung, abgeleitet aus Sensitivität und Klimasignal, dürfte demnach in der Kernstadt Pfaffenhofens ihre stärkste Ausprägung finden.

### 2.3.3 Trockenstress für Stadtbäume

Auch hier musste auf die Verwendung von Klimadaten (Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr) verzichtet werden, so dass die Sensitivität in den Fokus rückte. Es wurden drei Komponenten der Sensitivität unterschieden:

#### Anzahl der Stadtbäume

Für die Stadt Pfaffenhofen liegt ein Baumkataster vor, das von den Stadtwerken (Abteilung Stadtgrün) für die Untersuchung zur Verfügung gestellt wurde. Dieses enthält die Standorte von fast 44 Tsd. Bäumen in städtischer Verantwortung in Pfaffenhofen, eine Unterscheidung in Laub- und Nadelbäume sowie vier Größenklassen (2-5 m, 5-10 m, 10-20 m, größer 20 m). Bäume auf Privatflächen und in Wäldern sind im Kataster nicht erfasst.

Das städtische Baumkataster enthält (noch) keine Angaben zu den Gattungen, Arten oder Sorten der Bäume, so dass eine Bewertung auf Artebene nicht erfolgen konnte. Die Erweiterung des Baumkatas-ters um diese Informationen erfolgt erst in den kommenden Jahren. Nach Auskunft der Stadtwerke bestehen je etwa 30 % des Stadtbaumbestandes aus *Tilia* (vorwiegend Winterlinde [*Tilia cordata*] in Sorten) und *Acer* (vorwiegend Spitzahorn [*Acer platanoides*] in Sorten). Infolge der fehlenden Artangaben wurde das Baumkataster nur quantitativ ausgewertet und die in den Gemarkungen vorhandenen Stadtbäume summiert.

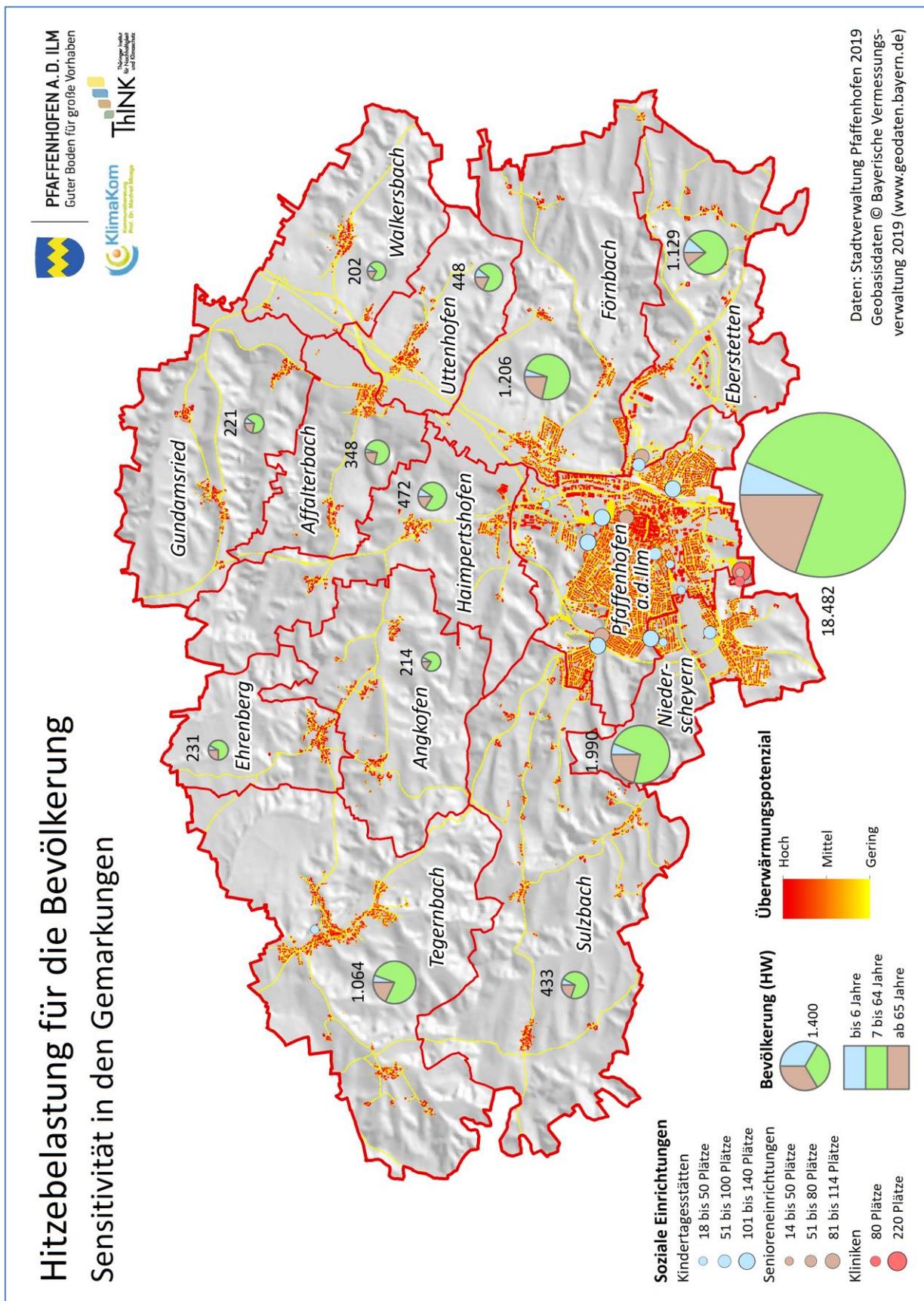


Abbildung 47: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemarkungen Pfaffenhofens

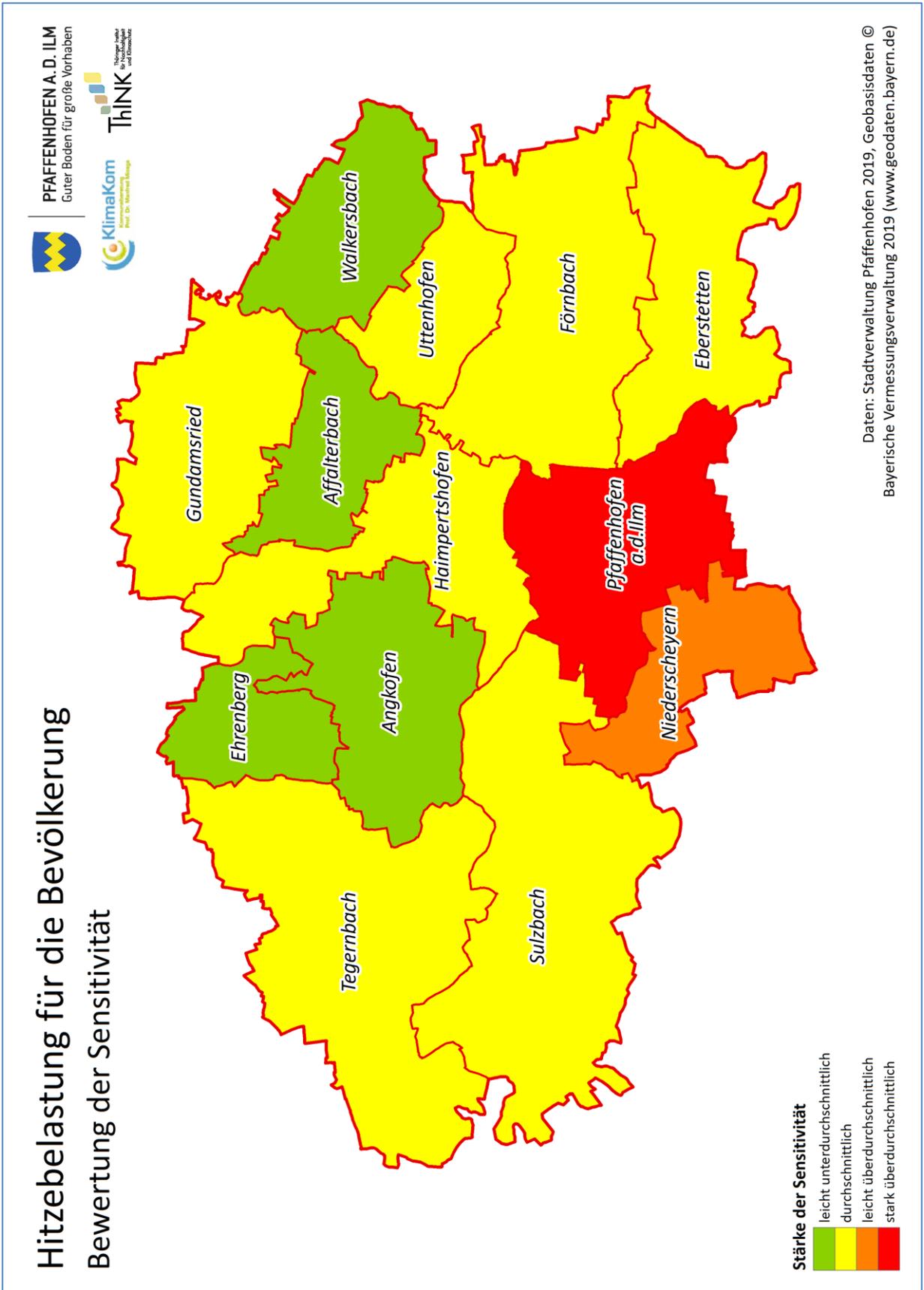


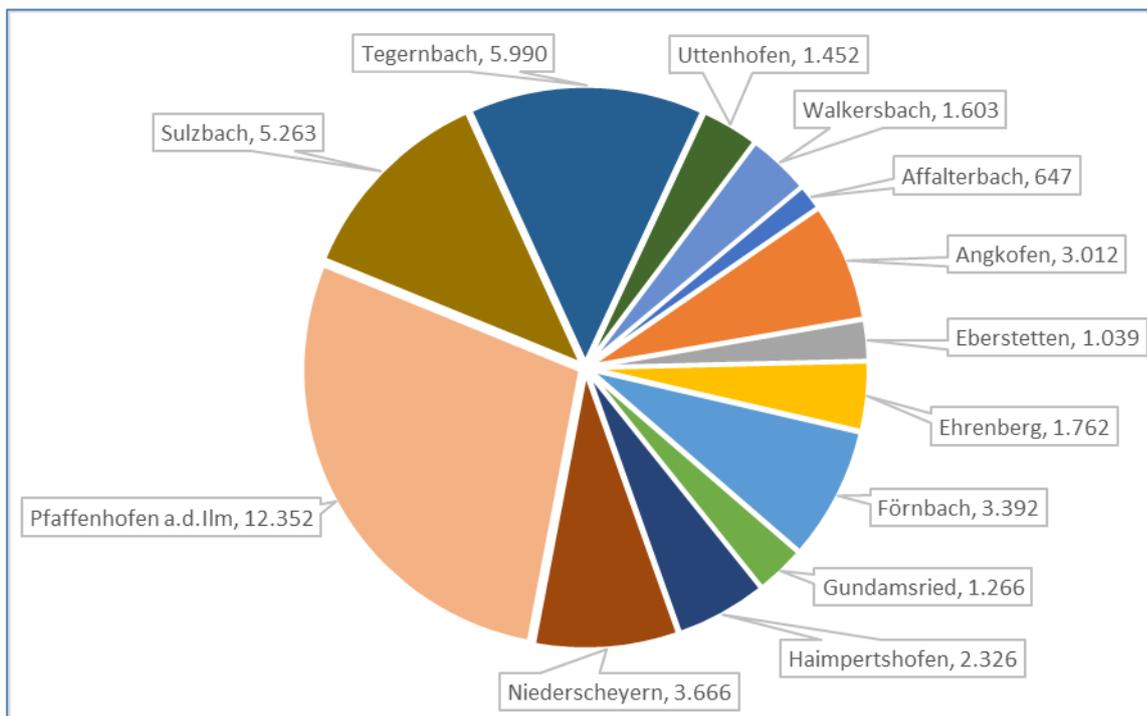
Abbildung 48: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemarkungen Pfaffenhofens

Die Analysekarte in Abbildung 49 sowie Abbildung 50 geben einen Eindruck von der Verteilung der Stadtbäume im Stadtgebiet Pfaffenhofen. In der Kernstadt gibt es mit mehr als 12 Tsd. Bäumen den größten Anteil der Stadtbäume, gefolgt von Tegernbach (ca. 6 Tsd.) und Sulzbach (ca. 5,3 Tsd.).

### **Einfluss städtischer Überwärmung**

Bäume in städtischen Umgebungen sind extremen Lebensbedingungen ausgesetzt. Geringe Wasserversorgung infolge abfließenden Regenwassers auf versiegelten Flächen und kleine Baumgruben mit erschwertem Zugang zum Grundwasser, erhöhte Transpiration aufgrund verstärkter Hitze im versiegelten Straßenraum, Einengung und Beschädigungen der Wurzeln durch Kanalsystem und Leitungen, winterliche Streusalze und Hundeurin, all dies schwächt die Stadtbäume.

Um den Einfluss städtischer Überwärmung auf die Bäume abzuschätzen, wurde das Bauvolumen (Gebäude, versiegelte Straßen und Plätze) in einem Umfeld von 25 m um jeden Baum berechnet und in drei Klassen bewertet. Stadtbäume in der höchsten Klasse stehen in stark versiegelten bzw. überbauten Bereichen und dürften wenig von versickerndem Regenwasser profitieren aber gleichzeitig aufgrund der stärkeren Transpiration infolge erhöhter Umgebungstemperaturen einen größeren Wasserbedarf und ggf. Trockenstress aufweisen. Bäume dieser Klasse finden sich vor allem in den verdichteten Bereichen der Kernstadt und Niederscheyerns, aber auch in der Ortslage von Tegernbach (Abbildung 50). Stadtbäume in der Klasse „gering“ sind hauptsächlich Straßenbäume in städtischer Verantwortung entlang der zahlreichen Straßen zwischen den Ortslagen Pfaffenhofens und befinden sich, abgesehen vom winterlichen Streusalzeinsatz, in relativ naturnaher Umgebung ohne städtische Einflüsse wie Wärmeineffekt oder Erdleitungen, z. B. in den Gemarkungen Gundamsried, Walkersbach und Angkofen.



**Abbildung 49: Verteilung der Bäume des Stadtbaumkatasters auf die Gemarkungen Pfaffenhofens (Quelle: eigene Darstellung mit Daten der Stadtwerke Pfaffenhofen 2019)**

### **Potenzieller Grundwassereinfluss**

Bäume erhalten ihr benötigtes Wasser entweder durch Regen oder aus dem Grundwasser. Dieses Grundwasser ist vor allem in Flussauen oberflächennah zu finden und für die dort wurzelnden Bäume zugänglich. Hat das Wurzelsystem Anschluss an das Grundwasser, besteht in aller Regel eine ausreichende Wasserversorgung.

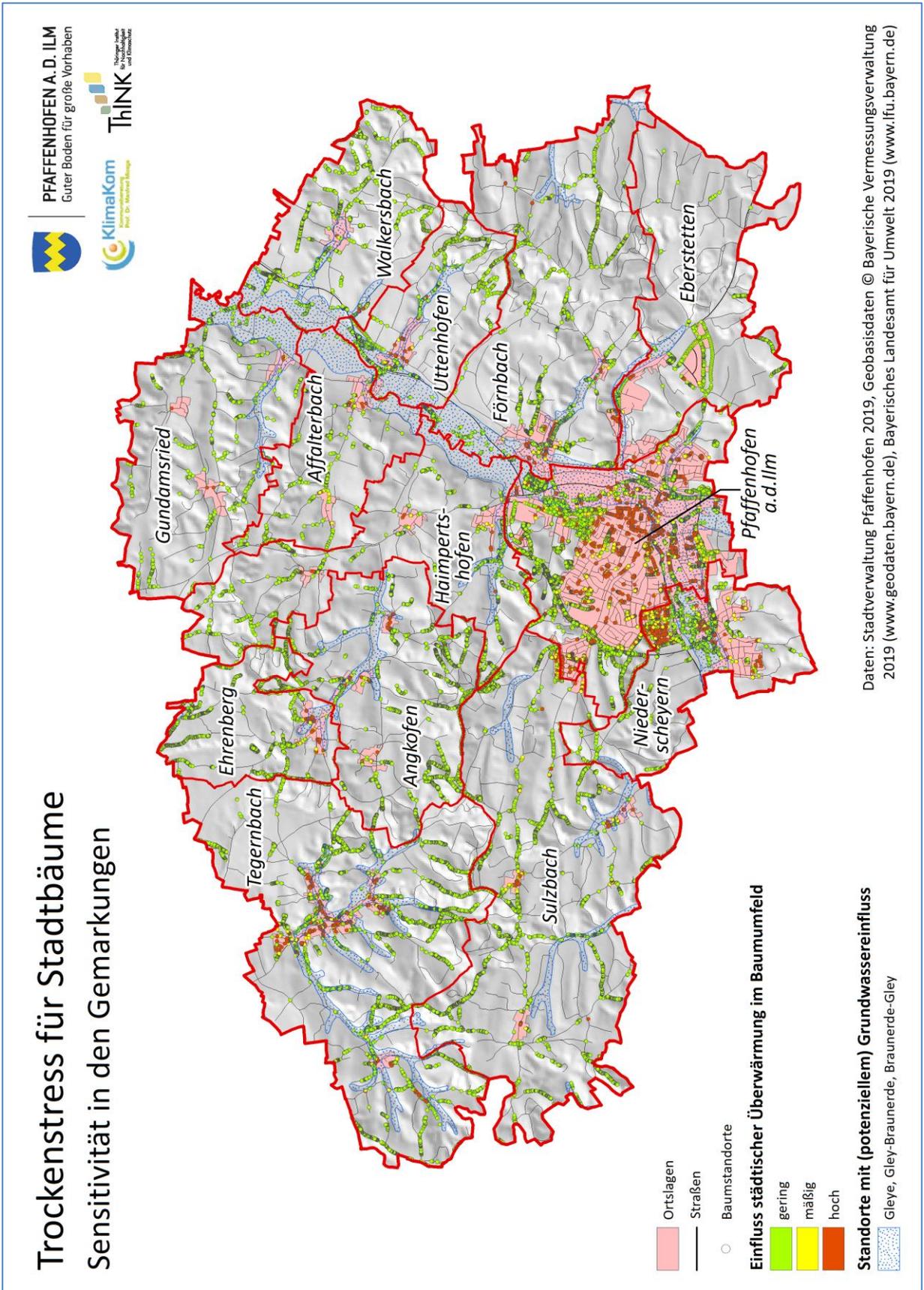


Abbildung 50: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress für Stadtbäume in den Gemarkungen Pfaffenhofens

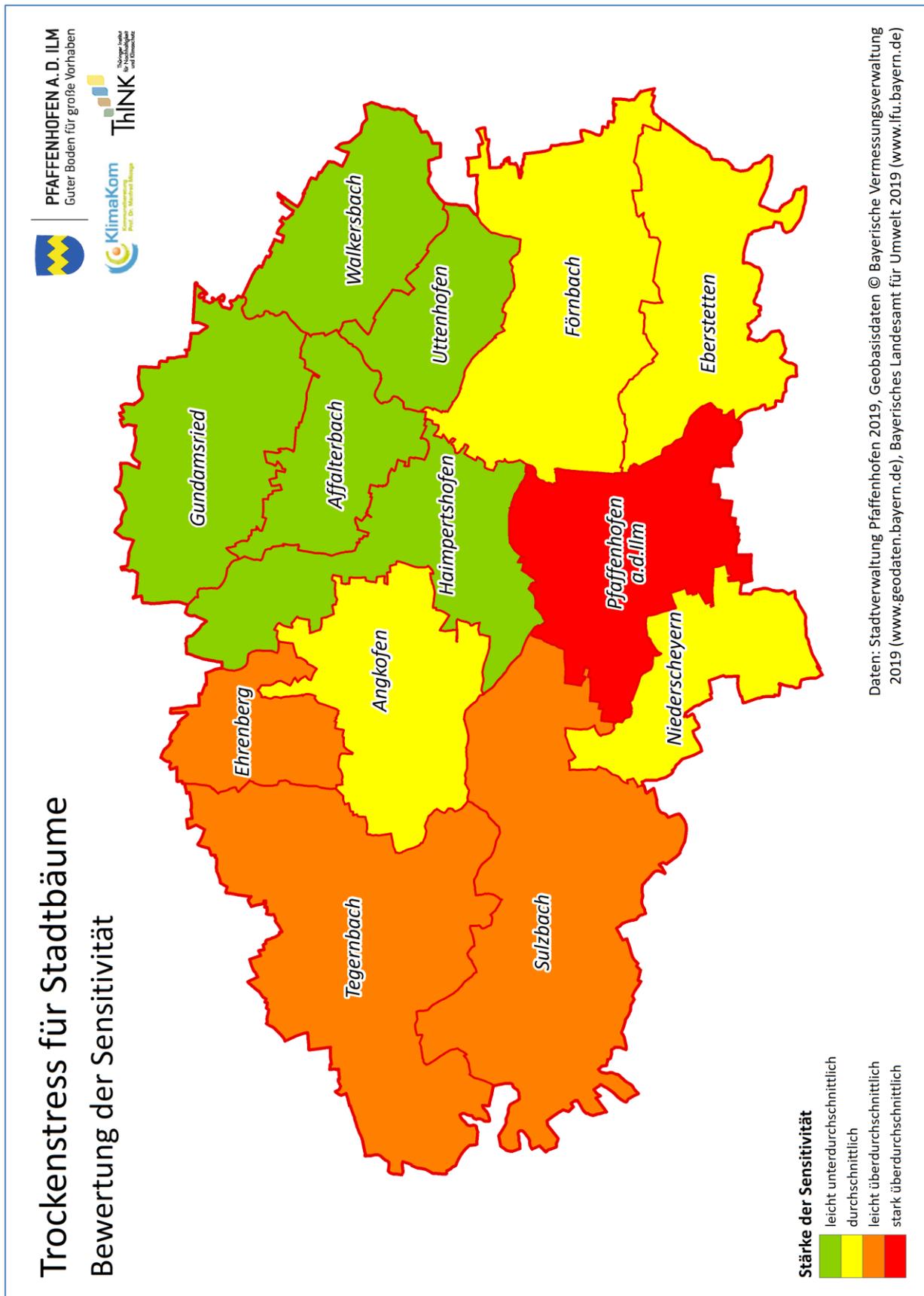


Abbildung 51: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress für Stadtbäume in den Gemarkungen Pfaffenhofens

Pfaffenhofen wird von der Ilm durchzogen, die eine 500-800 m breite Talauwe ausgebildet hat. Hier finden sich Bodentypen wie Gley, Gley-Braunerde und Braunerde-Gley, die oberflächennahes Grundwasser belegen. Auch in den zahlreichen Seitentälern der Ilm mit ihren Gewässern 3. Ordnung finden sich grundwasserbeeinflusste Böden. Für Stadtbäume, die sich im Bereich solcher Bodentypen befinden, wurde eine ausreichende Wasserversorgung aus dem Grundwasser angenommen und somit ein Trockenstressrisiko ausgeschlossen. Der Einflussbereich des Grundwassers in den Gemarkungen ist auch aus Abbildung 50 ersichtlich. Die Kernstadt weist über 3 Tsd. Stadtbäume und damit ca. ein Viertel ihres Bestandes im grundwasserbeeinflussten Bereich auf, gefolgt von Niederscheyern mit etwa 1,5 Tsd. Bäumen und einem Anteil von 40 %.

### Bewertung der Klimawirkung

Da aus dem oben genannten Grund keine Klimawirkung ermittelt und bewertet werden konnte, wurde stattdessen die Sensitivität hinsichtlich des Trockenstresses für die Stadtbäume bewertet. Sie bietet bereits eine gute Basis zur späteren Verortung von Anpassungsmaßnahmen. Für die Bewertung wurden die Indikatoren für die Stadtbaummenge, den Einfluss des städtischen Umfeldes und den potenziellen Grundwassereinfluss integrativ verknüpft. Im Ergebnis wurden die Gemarkungen mit den meisten Stadtbäumen, dem am stärksten ausgeprägten städtischen Umfeld und dem geringsten Grundwassereinfluss als am stärksten von Trockenstress gefährdet eingestuft.

Abbildung 51 zeigt das Ergebnis der abschließenden Bewertung. Wenig überraschend weist die Kernstadt die größte Sensitivität hinsichtlich eines möglichen Trockenstresses auf. Hier stehen die meisten Stadtbäume, ist das Umfeld der Bäume am stärksten versiegelt und überbaut, so dass auch die große Menge an Bäumen mit potenziellem Grundwasseranschluss das Bewertungsergebnis nicht übermäßig verbessern. Hiernach folgen Sulzbach und Tegernbach aufgrund ihrer großen Menge an Stadtbäumen bei gleichzeitig geringem potenziellem Grundwasseranschluss. Die Gemarkungen mit dem potenziell geringstem Trockenstress für die Stadtbäume sind Gundamsried, Uttenhofen und Walkersbach. Hier sorgt eine Kombination von wenigen Stadtbäumen und geringem städtischen Einfluss für die unterdurchschnittliche Trockenstress-Sensitivität.

### 2.3.4 Trockenstress auf Waldflächen

Auch wenn die Bäume auf den Waldflächen nicht den extremen Standortbedingungen der Stadt- bzw. Straßenbäume ausgesetzt sind, sind sie vom projizierten Klimawandel betroffen. Hier ist vor allem die Wasserversorgung in der forstlichen Vegetationsperiode zu nennen. Für diese Klimafolge konnte die Klimawirkung ermittelt werden, da hierfür Daten der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zum Wasserhaushalt auf Waldflächen vorlagen.

#### Pflanzenverfügbares Wasser

Die Geodaten zum „Wasserhaushalt“ des LWF charakterisieren den forstlichen Standort hinsichtlich der Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden. Diese ergibt sich aus der Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode, den Speicherkapazitäten und Drainageeigenschaften der Böden, dem Grundwasseranschluss, der Reliefsituation sowie dem Wasserbedarf des Baumes selbst (LWF o.J.).

Die Daten stammen aus einem Wasserhaushaltsmodell, dessen Berechnungen als Ergebnis eine Maßzahl für den Wassermangel liefert, die Transpirationsdifferenz der Fichte ( $T_{diff}$ ) als Differenz zwischen der bei optimaler Wasserversorgung maximal möglichen und der tatsächlich verwirklichten Transpiration. Sie ist eine summarische Größe bezogen auf die forstliche Vegetationsperiode und wird in Millimetern pro 100 Tage angegeben. Je höher der Wert für  $T_{diff}$  ausfällt, desto trockener ist der Standort bzw. desto stärker ist die Verdunstungseinschränkung durch fehlendes Bodenwasser. Folgende Daten gehen in die Berechnung der Transpirationsdifferenz ein (Falk et al. 2008):

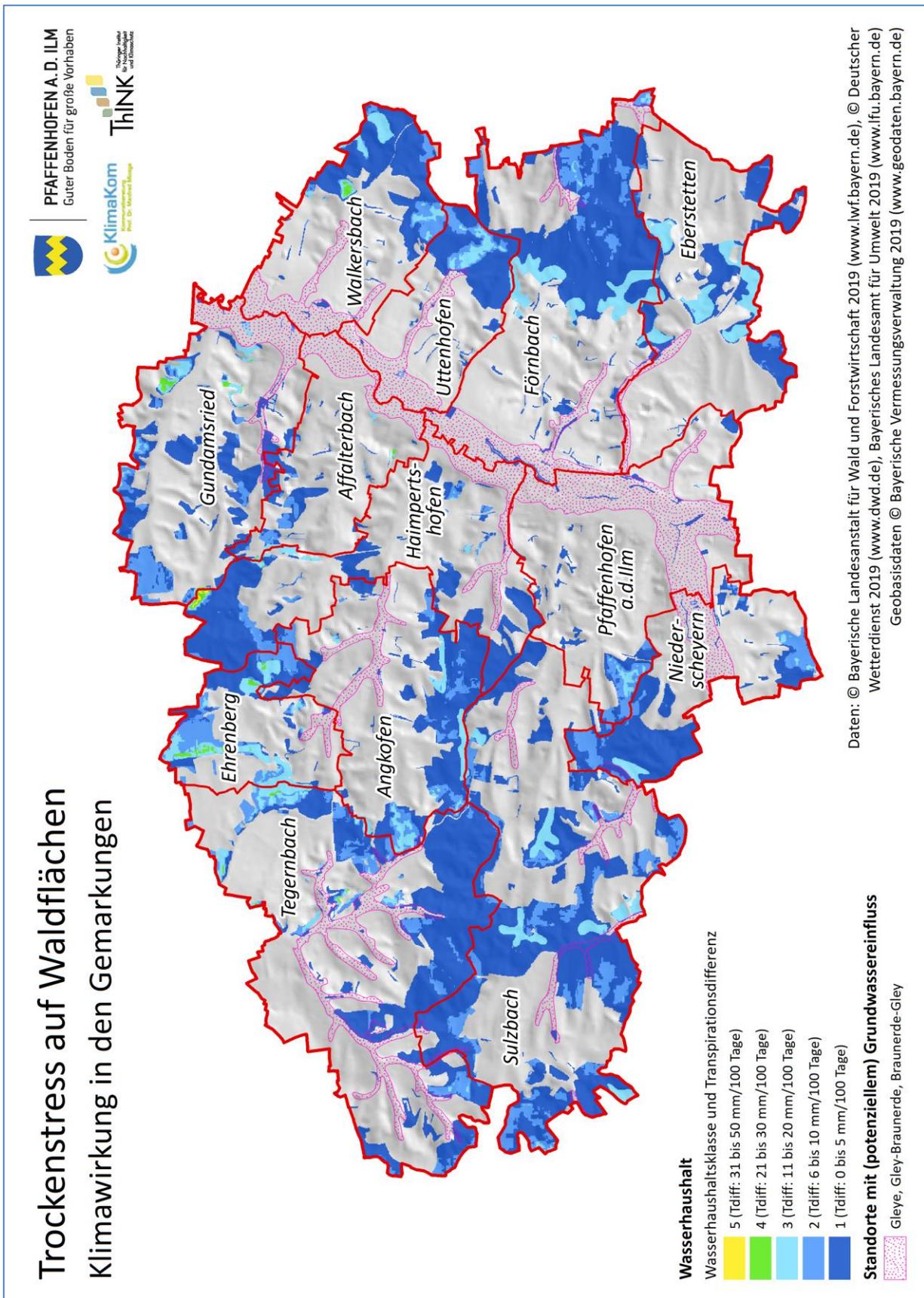


Abbildung 52: Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens

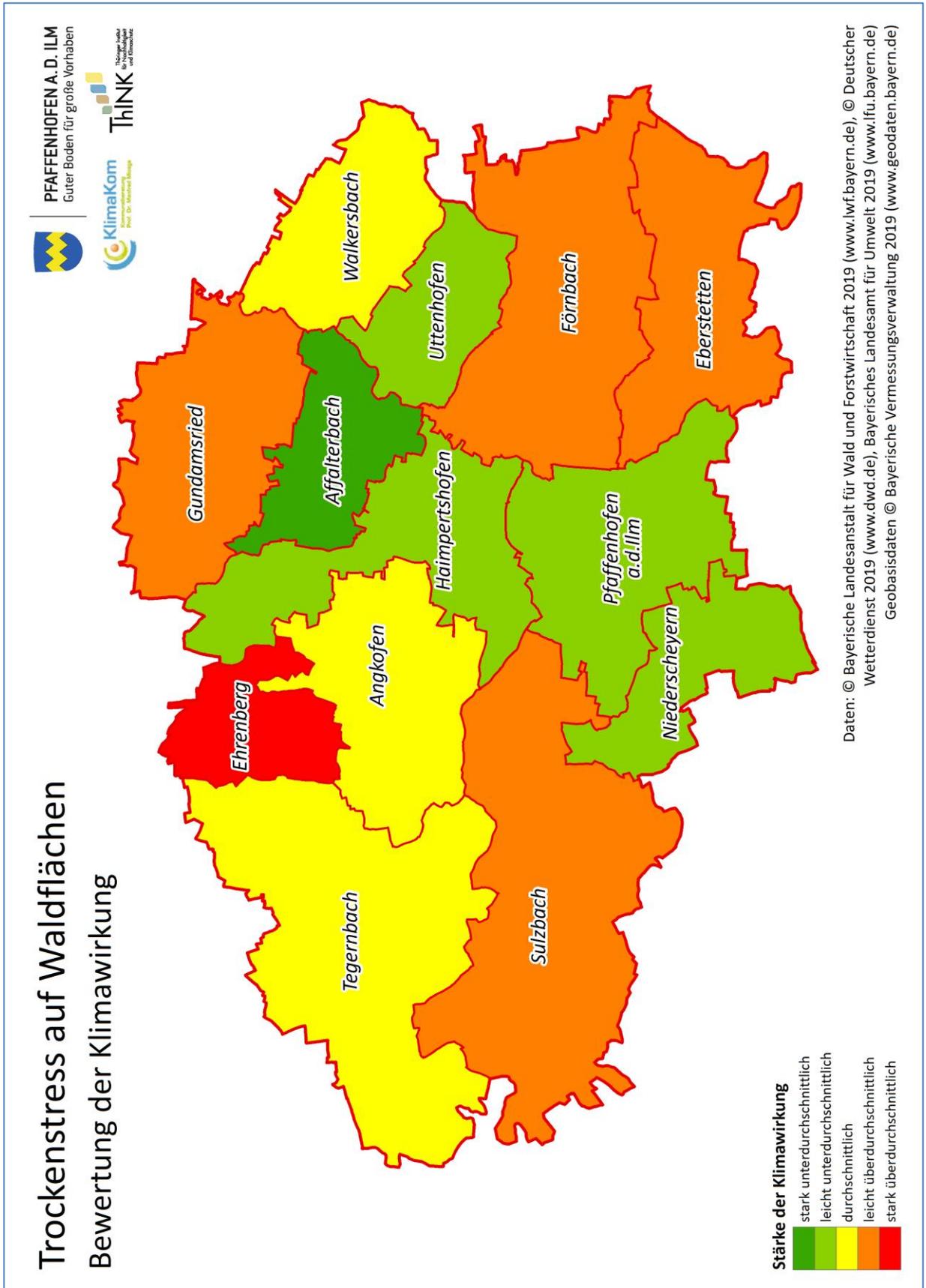


Abbildung 53: Bewertung der Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens

- Klima: Mittlere Temperatur und mittlere Niederschlagssumme der Vegetationsperiode in der Klimaperiode 1971-2000,
- Relief: Hangexposition und Hangneigung,
- Boden: Nutzbare Feldkapazität und Durchlässigkeitsbeiwert bis 1 m Bodentiefe,
- Bestockung: Transpirationsansprüche der Fichte.

Jeder Standort kann anhand der Transpirationsdifferenz in eine Wasserhaushaltsklasse zwischen 1 (sehr viel pflanzenverfügbares Bodenwasser;  $T_{diff}$  zwischen 0 und 5 mm in 100 Tagen) und 7 (sehr wenig pflanzenverfügbares Bodenwasser;  $T_{diff}$  größer 75 in 100 Tagen) eingeordnet werden.

Abbildung 52 zeigt die Verteilung der Wasserhaushaltsklassen im Stadtgebiet Pfaffenhofens. Auf den ersten Blick wird deutlich, dass sich die meisten Waldflächen in einem blauen Bereich befinden, also in den drei am besten wasserversorgten Wasserhaushaltsklassen. Trockenstress stellt hier kein großes Problem dar bzw. nicht in der Klimaperiode 1971-2000. Für künftige Klimaperioden wird sich jedoch die Veränderung von Temperatur und Niederschlagssumme und damit der Klimatischen Wasserbilanz bemerkbar machen und auch in Pfaffenhofen zu Trockenstress auf Waldflächen führen. Zugleich bilden die verwendeten Daten die Bedingungen für die Fichte ab, so dass sich auch unter derzeitigen Klimabedingungen je nach tatsächlicher Bestockung positive oder negative Abweichungen in der Transpirationsdifferenz ergeben können.

### Bewertung der Klimawirkung

Wie beschrieben, beinhaltet die Transpirationsdifferenz Angaben zu Klimasignal (Temperatur, Niederschlagssumme) und Sensitivität (Relief, Boden, Bestockung), stellt also methodisch eine vollständige Klimawirkung dar. Die Bewertung dieser für die Gemarkungen Pfaffenhofens mittels durchschnittlicher Transpirationsdifferenz und Waldflächengröße zeigt Abbildung 53. Auch hier erfolgt die Bewertung relativ, d. h., die Gemarkungen werden hinsichtlich der Klimawirkung untereinander verglichen. Die Flächenmittel der Transpirationsdifferenz reichen von 1,2 (Haimpertshofen) bis 2,0 (Ehrenberg), sind also alle in einem guten bis sehr guten Bereich, so dass die unterschiedlichen Waldflächengrößen stärker das Ergebnis beeinflussen. Trotzdem schneidet mit Ehrenberg die Gemarkung mit der vergleichsweise schlechtesten Transpirationsdifferenz auch in der Bewertung am schlechtesten ab. Sulzbach hingegen weißt die größte Waldfläche (568 ha) bei mittlerer Transpirationsdifferenz auf und findet sich auf dem nächsten Platz mit leicht überdurchschnittlicher Klimawirkung. Am anderen Ende der Bewertungsskala sind Affalterbach (geringe Waldflächen, mittlere Transpirationsdifferenz) und Haimpertshofen (mittlere Waldflächengröße, beste Transpirationsdifferenz) zu nennen mit einer stark bzw. leicht unterdurchschnittlichen Klimawirkung.

### 2.3.5 Trockenstress auf Ackerflächen

Da für diese Klimafolge dieselbe Klimadatenbasis verwendet worden wäre wie für den Trockenstress für Stadtbäume (Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr) und diese nicht räumlich hochauflösend zur Verfügung steht, konnte auch hier nur auf die Sensitivität geschaut werden.

### Pflanzenverfügbares Wasser

Kulturpflanzen auf Ackerflächen können Ihren Wasserbedarf einerseits aus dem Regenwasser decken. Der versickernde Regen wird im Boden gespeichert, teilweise aber auch in tiefere Schichten geleitet, wo er zur Grundwasserneubildung beiträgt. Weiterhin können Pflanzen Wasser aus eben diesem Grundwasservorrat entnehmen falls der Grundwasserspiegel flach genug ansteht, so dass die Wurzeln ihn erreichen. Die Gesamtheit von kapillarem Aufstieg aus dem Grundwasser und Bodenwasserspeicher ist das pflanzenverfügbare Wasser. Pflanzen die allein auf das versickernde Regenwasser angewiesen sind, können in sehr warmen Regionen und/oder Sommern unter Trockenstress infolge Wassermangels leiden.

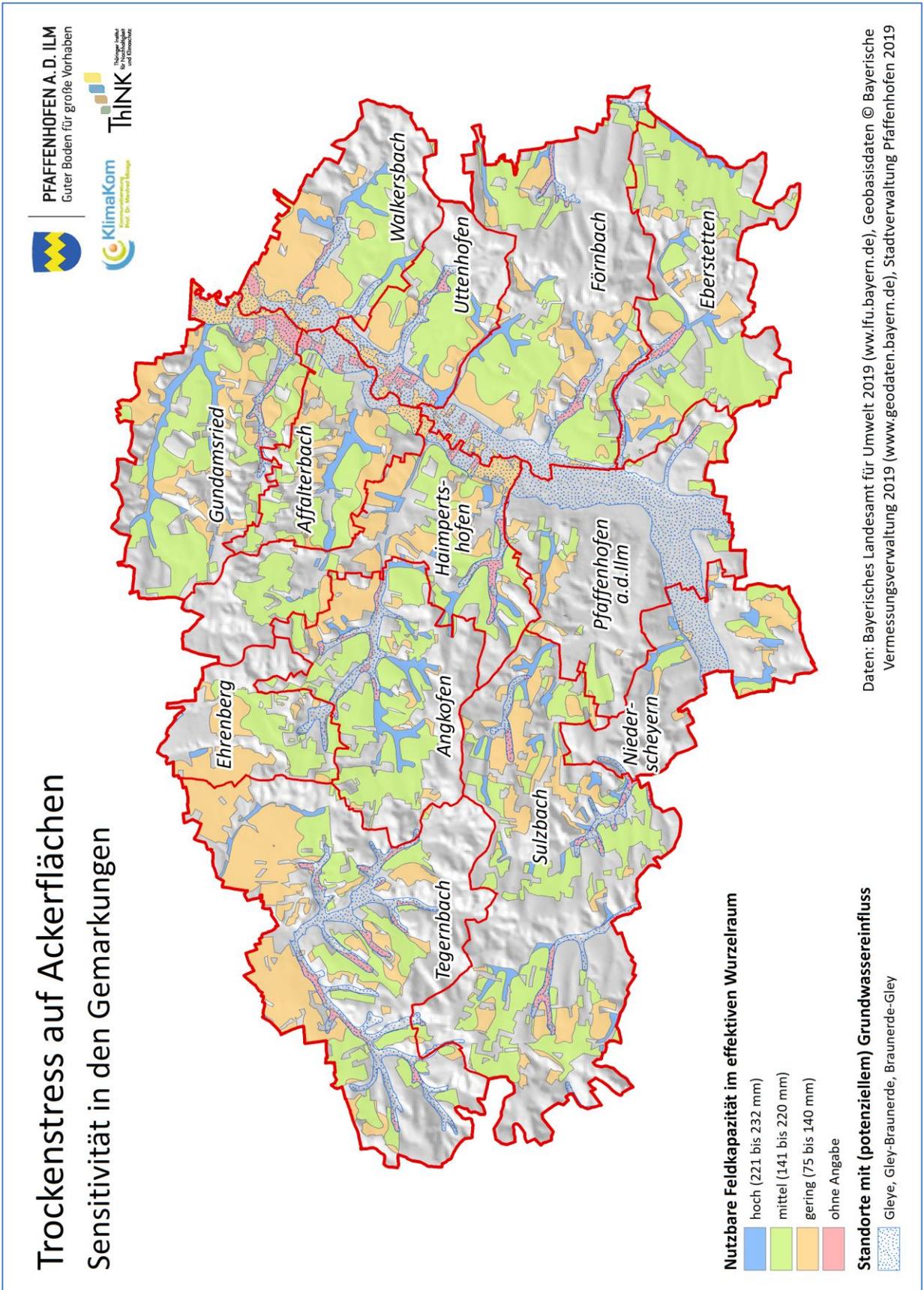


Abbildung 54: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Ackerflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens

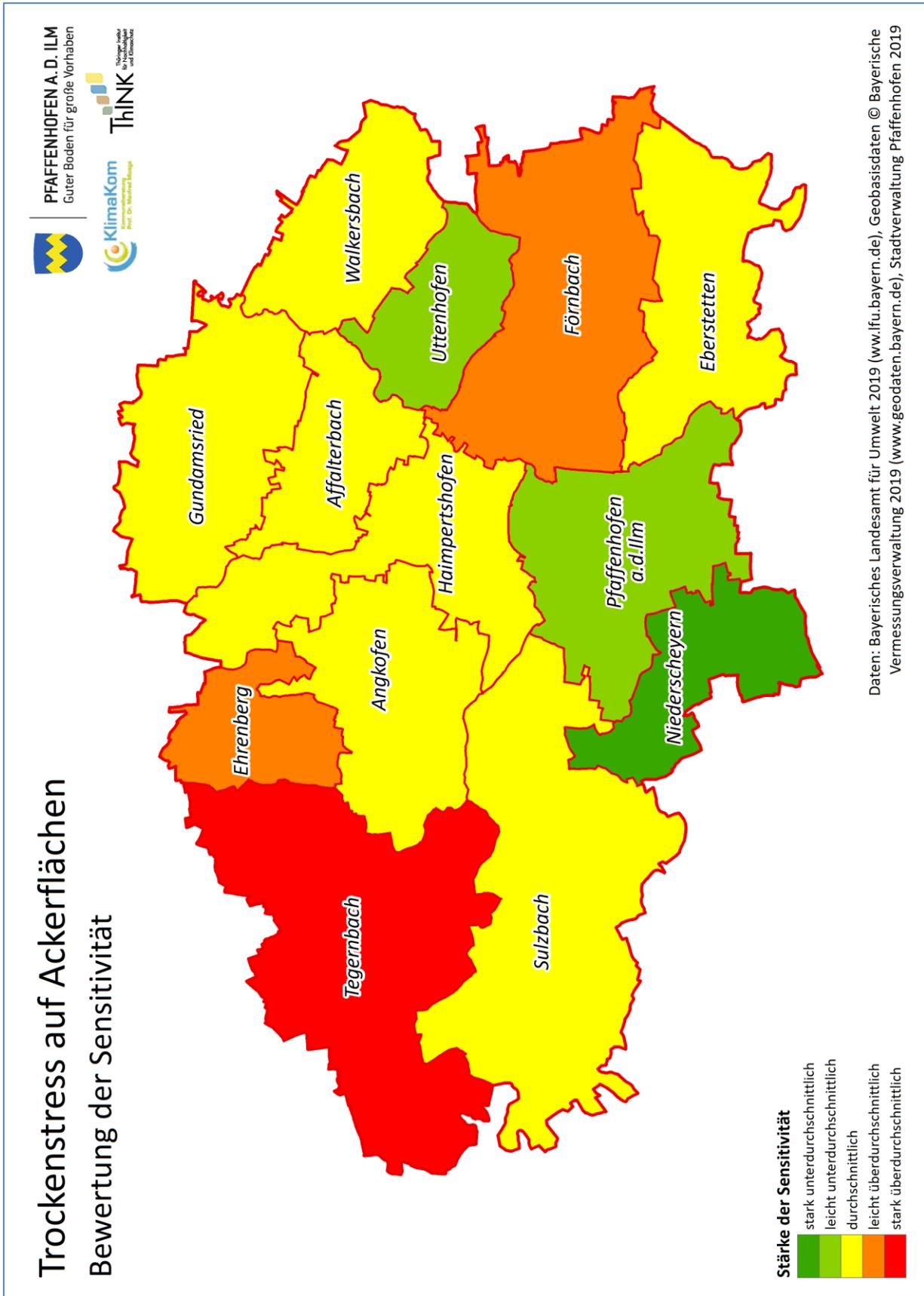


Abbildung 55: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Ackerflächen in den Gemarkungen Pfaffenhofens

Für das Untersuchungsgebiet lagen nur Daten zum Bodenwasserhaushalt vor, in Form der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe), nicht aber zum Grundwasserflurabstand bzw. dem kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser in den Wurzelraum. Aus diesem Grund beschränkte sich die Analyse und Bewertung auf den Bodenwasserspeicher.

Wie im Kapitel 2.3.3 erwähnt, liegen jedoch Bodeninformationen zu Standorten mit potenziellem Grundwassereinfluss vor. Für Ackerflächen in diesen Auebereichen (Ilm, Gerolsbach, Gewässer 3. Ordnung) wurde daher eine ausreichende Wasserversorgung in der Vegetationsperiode angenommen.

Die Analysekarte in Abbildung 54 zeigt die Verteilung der nutzbaren Feldkapazitäten und die Lage der grundwasserbeeinflussten Böden im Stadtgebiet. Für den Großteil der Ackerflächen lagen Informationen zur nutzbaren Feldkapazitäten seitens des LfU vor und konnten nach bodenkundlicher Kartieranleitung bewertet werden. Ersichtlich ist, dass die höchsten Feldkapazitäten und die grundwasserbeeinflussten Böden (Gleye und verwandte Bodentypen) in den Talauen bzw. Tal tiefenlinien zu finden sind. Hier tritt – in Abhängigkeit der angebauten Ackerkulturen – kein bis nur geringer Trockenstress auf. Böden mittlerer Feldkapazität, in Form von Parabraunerden und Braunerden, finden sich in allen Gemarkungen. Böden geringer Feldkapazität (vor allem sandige Braunerden) zeigen sich insbesondere in den Gemarkungen Tegernbach, Walkersbach, Ehrenberg und Haimpertshofen. Hier sind – in Abhängigkeit der angebauten Ackerkulturen – Trockenstressprobleme wahrscheinlicher.

### **Bewertung der Klimawirkung**

Bewertet wurde aufgrund mangelnder Klimadaten nicht die Klimawirkung, sondern die Sensitivität als Kombination aus nutzbarer Feldkapazität im effektiven Wurzelraum, Flächen mit potenziellem Grundwasseranschluss und der Ackerflächengröße in den Gemarkungen. Die Bewertungslogik war derart, dass Gemarkungen mit einer im Flächenmittel geringen Feldkapazität, keinen oder nur geringen Flächenanteilen mit Grundwasseranschluss und gleichzeitig großen Ackerflächen die höchste Sensitivität hinsichtlich des Trockenstress auf Ackerflächen aufweisen.

Abbildung 55 zeigt das Bewertungsergebnis für die einzelnen Gemarkungen. Die höchsten Sensitivitäten sind in Tegernbach, Ehrenberg und Förbach zu sehen. In Tegernbach ist dies das Ergebnis eines großen Bestandes an Ackerflächen bei gleichzeitig unterdurchschnittlicher mittlerer Feldkapazität, ähnlich in Förbach. Ehrenberg dagegen fällt durch die geringste mittlere Feldkapazität in die zweischlechteste Bewertungsstufe. Am anderen Ende der Bewertungsskala finden sich Niederscheyern, Pfaffenhofen und Uttenhofen. Hier sind die vergleichsweise geringen Ackerflächen und überdurchschnittlich gute mittlere Feldkapazitäten der Äcker der Grund des Bewertungsergebnisses.

### **2.3.6 Erosive Sturzfluten durch Starkregen**

Sommerliche Starkregenereignisse verursachen u. a. linienhafte Bodenabträge, die sich sturzflutartig in Tiefenlinien fortbewegen und Schäden an der kommunalen und ländlichen Infrastruktur hervorrufen, aber auch zu Gefährdungen im öffentlichen Straßenverkehr führen können. Belastbare flächenhafte Klimadaten zu Extremereignissen wie Starkniederschlägen liegen nicht in ausreichend hoher räumlicher Auflösung für das Untersuchungsgebiet vor. Aus diesem Grund wurde wieder auf die kleinräumige Sensitivität im Stadtgebiet Pfaffenhofen abgestellt.

### **Hanglängenfaktor der ABAG**

Die allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) zur Bestimmung des Bodenabtrags durch Wassererosion beinhaltet u. a. den Hanglängenfaktor L. Dieser kennzeichnet die erosive Hanglänge von Ackerflächen. Der L-Faktor ist umso höher je mehr Wasser sich z. B. durch einen Starkregen hangabwärts ansammelt und eignet sich daher zur Identifizierung von konzentrierten Abflussbahnen in Mulden bzw. Tiefenlinien und deren Austrittsstellen von der Ackerfläche in angrenzende Flächen. Die Analysekarte in Abbildung 56 stellt die Verteilung des Hanglängenfaktors auf den Ackerflächen im Stadtgebiet

Pfaffenhofens dar. Der L-Faktor reicht von kurzen und diffusen Fließwegen in ebenem Gelände wie der Ilm-Aue (dunkler Gelbton) bis zu langen Fließwegen mit hoher Abflusskonzentration in reliefiertem Gelände (dunkler Braunton).

### Gebäude und Infrastrukturen

Erosive Sturzfluten von Ackerflächen können benachbarte Siedlungsflächen und Infrastrukturen beschädigen. Aus diesem Grund wurden Gebäude (aus dem 3D-Stadtmodell) sowie Bahnschienen, Straßen und Wirtschaftswege (aus dem Basis-DIM) als potenziell gefährdete Objekte in die Analyse und Bewertung der Sensitivität einbezogen. Alle Gebäude und Verkehrswege wurden dazu mit einem 50 m-Puffer umgeben.

Für alle Stellen an denen besonders lange und konzentrierte Abflussbahnen von Ackerflächen in diesen Sicherheitsbereich von 50 m hineinragen, wurde in der Karte ein blauer Punkt gesetzt. Die Punkte symbolisieren demnach von erosiven Sturzfluten potenziell gefährdete Bereiche im Stadtgebiet Pfaffenhofens. Hier können bei starken Regenereignissen Schlammlawinen Gebäude beschädigen und Straßen unpassierbar machen.

Es ist zu sehen, dass Gundamsried (46), Haimpertshofen (46) und Tegernbach (44) die meisten potenziellen Gefährdungspunkte aufweisen, während Ehrenberg (6), Pfaffenhofen (12) und Uttenhofen (13) die wenigsten solcher zeigen.

### Bewertung der Klimawirkung

Auch bei dieser Klimafolge konnte infolge Datenmangels nur die Sensitivität bewertet werden. Hierfür wurden die Flächengrößen der besonders konzentrierten bzw. erosionsgefährdeten Abflussbahnen, welche in den oben beschriebenen Sicherheitsbereich hineinragen, je Gemarkung summiert und als Indikator verwendet. Demnach weisen die Gemarkungen die höchste Sensitivität hinsichtlich erosiver Sturzfluten durch Starkregen auf, die die größten Gesamflächen besonders erosionsgefährdeter Abflussbahnen mit räumlicher Überschneidung zum Sicherheitsbereich besitzen und so das meiste erodierte Bodenmaterial bewegen bzw. heranzuführen können.

Die Bewertungskarte in Abbildung 57 zeigt, dass die größten Gemarkungen mit großen Ackerflächen auch die höchste Sensitivität für erosive Sturzfluten aufweisen. Hier sind Tegernbach, Gundamsried und Försbach zuerst zu nennen, während Ehrenberg, Pfaffenhofen und Niederscheyern aufgrund ihrer geringen Ackerflächen bzw. eher städtischen Prägung eine nur unterdurchschnittliche Sensitivität bzw. Klimawirkung aufweisen.

### 2.3.7 Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser

Starkniederschlagsereignisse führen oft zu lokalen Überflutungen auf Straßen, können aber auch Hochwasser in Fließgewässern auslösen oder begünstigen. Klimadaten mit entsprechend hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zur Beschreibung von Starkregen sind nicht für Pfaffenhofen vorhanden, jedoch bildet das Einsatzkataster der Feuerwehr eine gute Basis für die Analyse der Klimafolge.

#### Feuerwehreinsatzdaten

Feuerwehren dokumentieren ihre Einsätze in Einsatztagebüchern bzw. -datenbanken. Diese stellen eine wertvolle Quelle zur Analyse von starkregenbedingten Überflutungen dar. Die Feuerwehr Pfaffenhofen stellte ihr Einsatzkataster hierfür zur Verfügung. Es enthält 570 Unwetter-Einsätze für die Zeit von Juni 2010 bis September 2019. Diese Einsatzdaten wurden anhand von Einsatzschlagworten (z. B. „Keller unter Wasser“, „Wasserschaden“, „Gehweg überschwemmt“) beurteilt und mit Tagesniederschlagsdaten der nahegelegenen DWD-Niederschlagsstationen Scheyern, Sünzhausen und Pörsbach-Puch abgeglichen. Dabei wurde geprüft, ob an dem Tag des Einsatzes oder des Tages davor Niederschlagssummen von 25 mm und mehr an einer oder mehrerer dieser Stationen gefallen sind, also die Möglichkeit eines Starkniederschlagsereignisses in Pfaffenhofen als Auslöser der Überflutung und

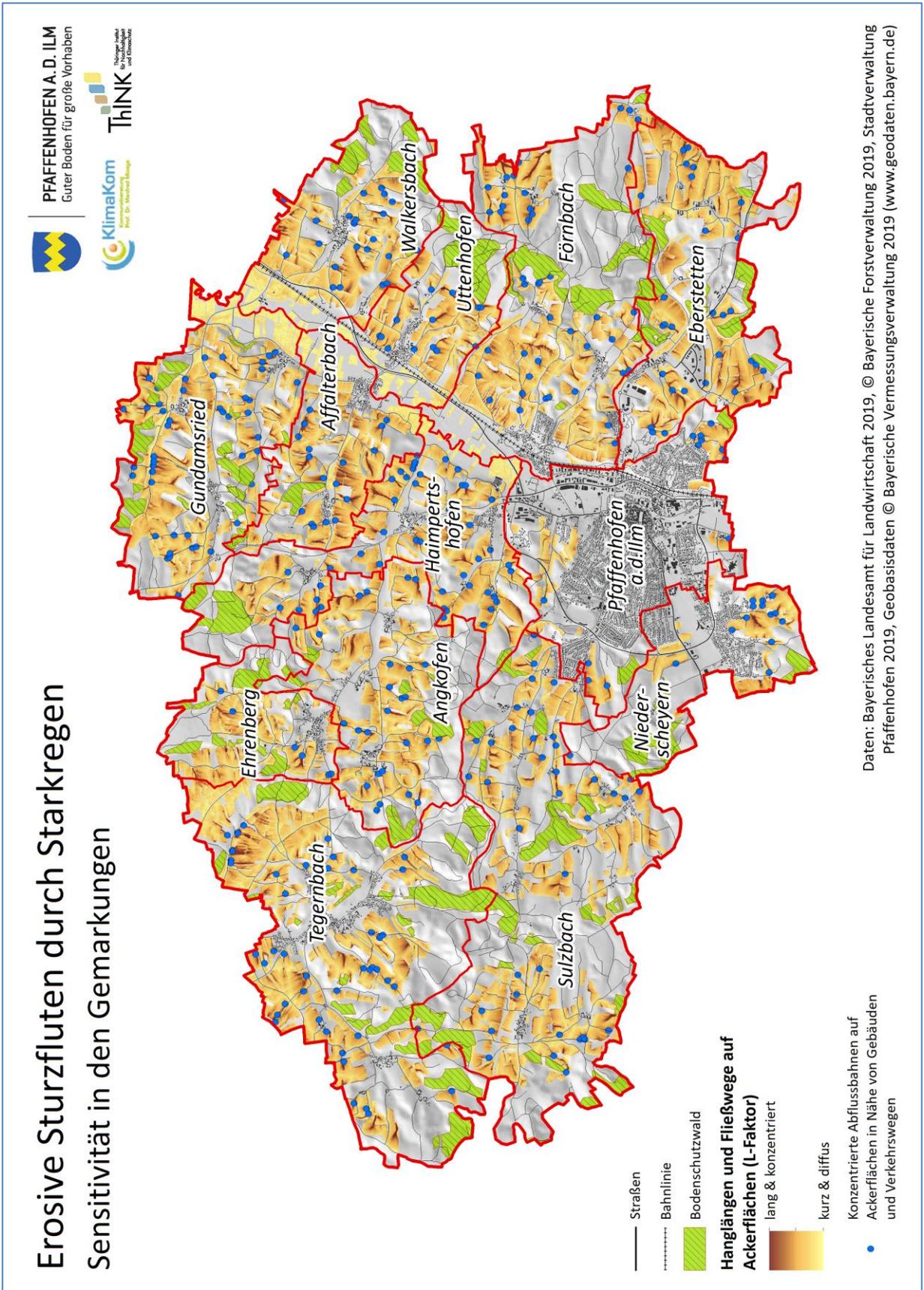


Abbildung 56: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemarkungen Pfaffenhofens

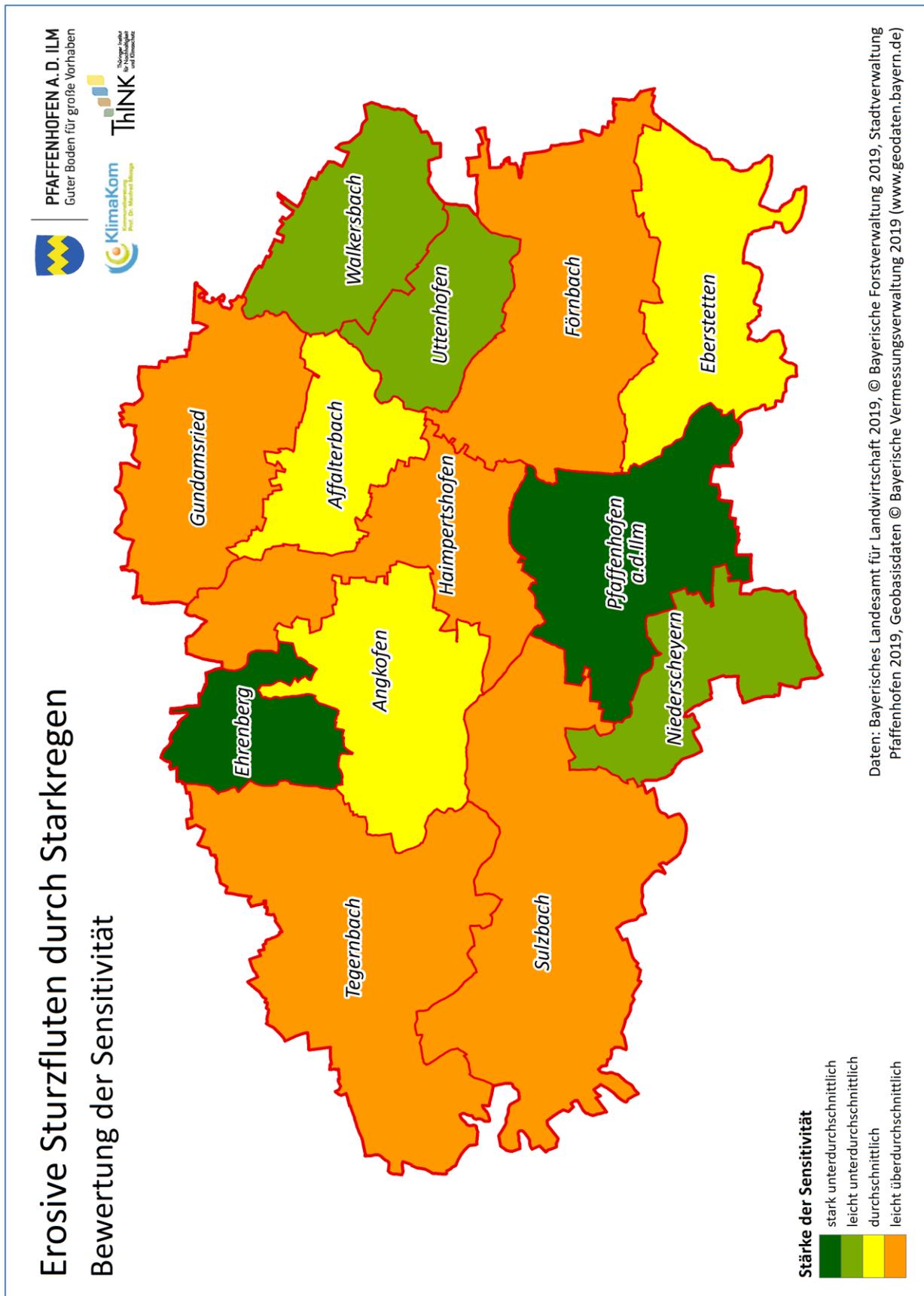


Abbildung 57: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemarkungen Pfaffenhofens

damit des Feuerwehreinsatzes gegeben war. Auf diese Weise konnten 328 Einsätze als wahrscheinlich starkregenbedingt eingeordnet werden. Die Verortung der Einsätze war auf die Straßennennung begrenzt; das Wissen um Hausnummern oder GPS-Koordinaten der Einsätze hätte die Verortung präziser gemacht.

Die starkregenrelevanten Einsätze wurden nach Straßen bzw. Gemarkungen (falls keine Straßennennung vorlag) summiert und in der Analysekarte (Abbildung 58) sowie in Tabelle 20. dargestellt. Besonders oft rückte die Feuerwehr aus in die Ilmsiedlung, den Kapellenweg, die Niederscheyerer Straße und die Hohenwarter Straße. Zudem existieren für Pfaffenhofen 14 nicht näher verortete Einsätze. Die hohe Konzentration der Einsätze in Pfaffenhofen und Niederscheyern ist ersichtlich und auf die starke Versiegelung im städtischen Kontext sowie die räumliche Nähe zu hochwassergefährdeten Vorflutern wie Ilm und Gerolsbach zurückzuführen. Die Ilmsiedlung in Affalterbach dagegen liegt direkt an der Ilm und umgeben von Überschwemmungsgebiet.

**Tabelle 20: Starkregenrelevante Feuerwehreinsätze in Pfaffenhofen zwischen Juni 2010 und September 2019 (Quelle: Feuerwehr Pfaffenhofen 2019)**

Gemarkung	Einsatzort	Einsätze
Affalterbach	Ilmsiedlung	23
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Kapellenweg	20
Niederscheyern	Niederscheyerer Straße	20
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Hohenwarter Straße	14
Pfaffenhofen a.d.Ilm	-	14
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Scheyerer Straße	10
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Münchener Straße	8
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Joseph-Maria-Lutz-Straße	7
Affalterbach	Bachappen	7
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Dr.-Bergmeister-Straße	6
Niederscheyern	Josef-Stemmer-Weg	6
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Quellengasse	6
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Raiffeisenstraße	6
Pfaffenhofen a.d.Ilm	Rot-Kreuz-Straße	6
Niederscheyern	Tal	6

Zusätzlich wurden in die Analysekarte die wassersensiblen Bereiche aufgenommen, die durch den Einfluss von Wasser geprägt sind (flächengleich zu Bereichen mit potenziellem Grundwassereinfluss, vgl. Kapitel 2.3.3) und in dem es zu Überschwemmungen und Überflutungen kommen kann. Hier muss eine wassersensible Straßenraumgestaltung (z. B. Schwammstadt-Prinzip) in städtischen Umgebungen mitgedacht werden.

### Bewertung der Klimawirkung

Die starkregenrelevanten Einsatzdaten der Feuerwehr können als Output eines Klimawirkmodells verstanden werden: Starkregen (Klimasignal) trifft auf Siedlungen und Infrastrukturen (Sensitivität) mit dem Ergebnis eines Hochwassers oder einer Straßenüberflutung (Klimawirkung). Eine Bewertung der Klimawirkung ist somit möglich. Hierzu wurden die Feuerwehreinsätze im Verhältnis der Längen der betroffenen Straßen in den Gemarkungen den jeweiligen Gemarkungen zugeordnet. Einsätze ohne Straßennennungen wurden direkt den entsprechenden Gemarkungen aufgeschlagen. Im Ergebnis sind die Gemarkungen am stärksten von Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser betroffen, welche die meisten über ihre Straßenlängen aufsummierten Feuerwehreinsätze verzeichnen und einen hohen Anteil von Straßen mit Feuerwehreinsätzen an ihrem Gesamt-Straßennetz aufweisen.

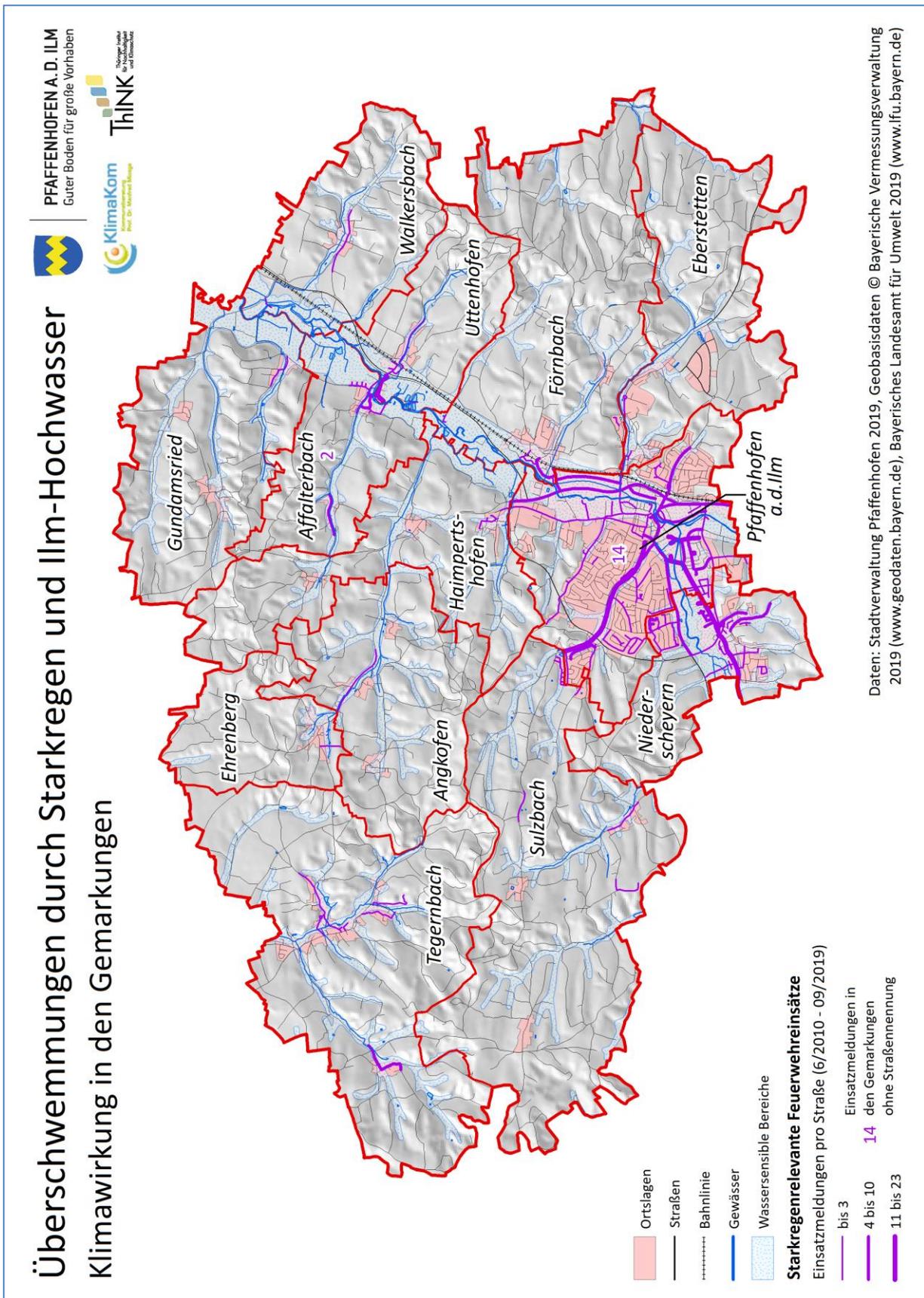


Abbildung 58: Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser in den Gemarkungen Pfaffenhofens

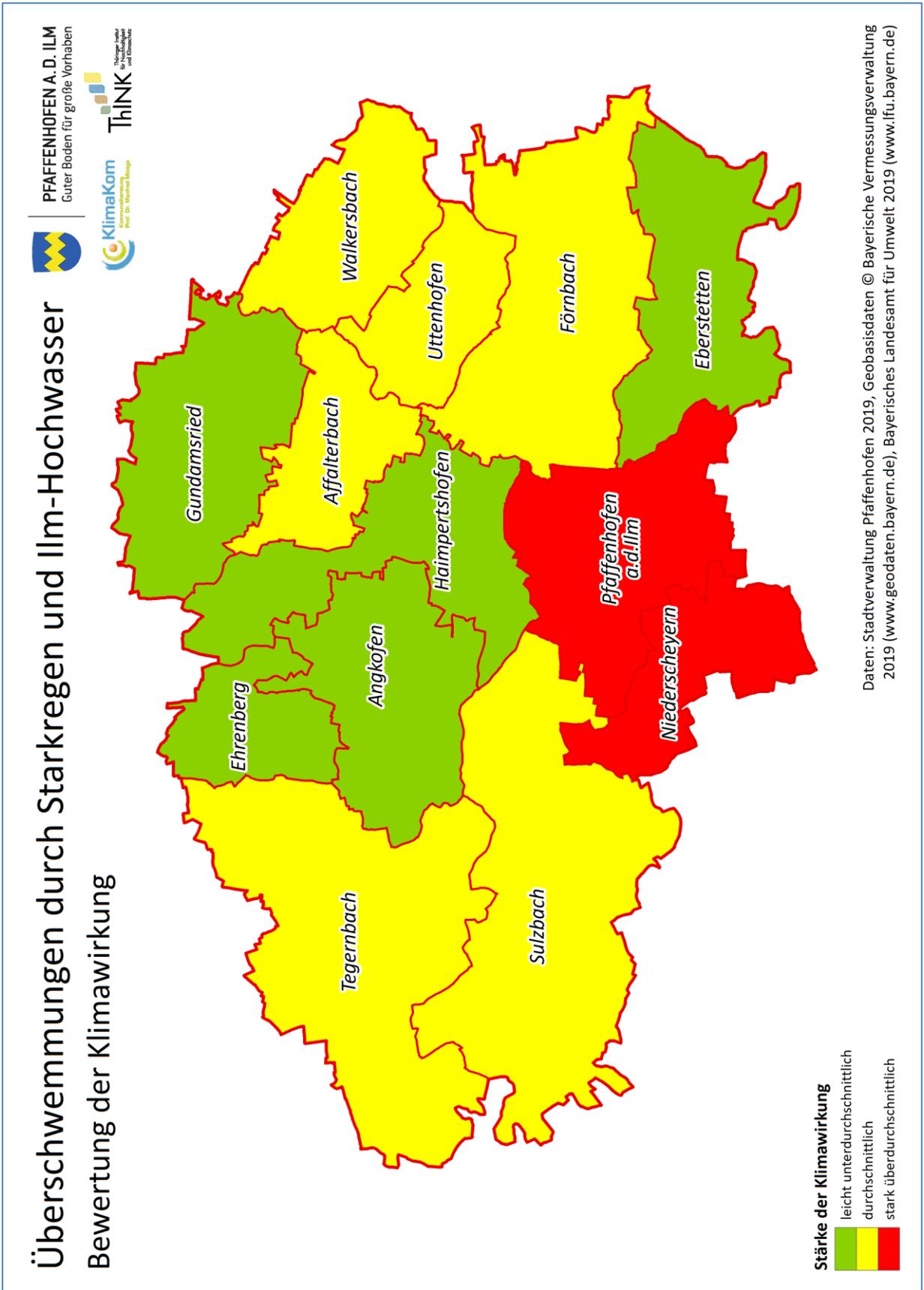


Abbildung 59: Bewertung der Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser in den Gemarkungen Pfaffenhofens

Dieser Ansatz ermöglicht eine erste grobe Einschätzung der Klimawirkung in den Gemarkungen, welche jedoch mit Hilfe eines zeitlich weiter zurückreichenden Feuerwehreinsatzkatasters und einer genaueren Verortung der Einsätze weiter präzisiert werden kann. Abbildung 59 zeigt das Ergebnis der Bewertung. Erwartungsgemäß sind Pfaffenhofen und Niederscheyern am stärksten von der Klimafolge betroffen. Nachfolgend sind Affalterbach und Uttenhofen zu nennen. Ehrenberg, Gundamsried und Angkofen stellen das entgegengesetzte Ende der Gefährdung mit einer unterdurchschnittlichen Klimawirkung dar. Hier wurden nur je ein starkregenrelevanter Einsatz vermeldet.

## 2.4 Anpassungserfordernisse in den Schwerpunktthemen und Gemarkungen

In den letzten Kapiteln wurden die relevanten Schwerpunktthemen für Pfaffenhofen an der Ilm betrachtet und bzgl. ihrer Klimawirkung (bzw. Sensitivität) in den Gemarkungen bewertet. In diesem Kapitel steht nun die integrierte Betrachtung im Mittelpunkt. Hierzu wurden die einzelnen Themenbewertungen zusammengefasst, um eine mittlere Klimawirkung je Gemarkung über alle Schwerpunktthemen hinweg zu bilden (Tabelle 21). Diese Darstellung gibt Hinweise darauf, welche Gemarkungen im Mittel künftig die stärksten Auswirkungen durch den Klimawandel erfahren könnten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass gleiche Gesamtbewertungen durch unterschiedliche Eingangskombinationen der einzelnen Klimawirkungen zustande kommen. Alle Klimawirkungen der Schwerpunktthemen gingen gleichwertig in die mittlere Klimawirkung ein. Eine unterschiedliche Gewichtung ist nur auf Basis objektiver Kriterien (z. B. Ausmaß menschlicher/monetärer Verluste für alle Klimawirkungen) sinnvoll, für die jedoch keine Daten vorliegen. Die Bewertung erfolgte wieder relativ, d. h., die Gemarkungen Pfaffenhofens wurden untereinander verglichen.

In Tabelle 21 sieht man unterschiedliche „Klimawirkungs-Profile“ der Gemarkungen, die sich grob in städtisch vs. ländlich einordnen lassen. Der Blick auf die einzelnen Klimawirkungen (bzw. Sensitivitäten) lässt erkennen, dass die städtisch geprägten Gemarkungen Pfaffenhofen und Niederscheyern bei den „städtischen Themen“ Hitzebelastung, Trockenstress für Stadtbäume und Überschwemmungen überdurchschnittliche Klimawirkungen aufweisen, aber sehr gut bei „ländlichen Themen“ wie Trockenstress auf Acker- und Waldflächen sowie erosive Sturzfluten abschneiden. Umgekehrt sind ländlich geprägte Gemarkungen wie Försbach, Gundamsried und Ehrenberg stärker bei „ländlichen Themen“ betroffen. Insgesamt weisen nur Försbach, Sulzbach und Tegernbach eine (leicht) überdurchschnittliche mittlere Klimawirkung auf. Die anderen Gemarkungen zeigen eine durchschnittliche oder (leicht) unterdurchschnittliche mittlere Klimawirkung.

Die Bewertungen der Klimawirkungen (bzw. Sensitivitäten) sind auch als Anpassungserfordernisse in den Gemarkungen bzw. Schwerpunktthemen zu interpretieren. Zeigt eine Gemarkung bei einem Thema eine unterdurchschnittliche Bewertung (Grün-Töne), würde das ein geringes Anpassungserfordernis bedeuten, eine überdurchschnittliche Bewertung (orange/rot) dagegen zeigt ein hohes Anpassungserfordernis auf. Durchschnittliche Bewertungen (gelb) markieren einen mittleren Handlungsbedarf. Ob grün, gelb oder rot – es bleibt jedoch festzuhalten, dass sich der Klimawandel in allen Gemarkungen und auf alle Schwerpunktthemen auswirkt, auch z. B. im Falle einer unterdurchschnittlichen Klimawirkung in einer Gemarkung. In der letzten Zeile der Tabelle ist das mittlere Anpassungserfordernis je Gemarkung dargestellt, als Durchschnitt über alle Themen unter der Prämisse, dass alle Themen das gleiche Gewicht haben. Diese Anpassungserfordernisse dienen als Hinweise darauf, wo in welchen Gemarkungen welche Themen im Anpassungsprozess besonders wichtig sind bzw. werden können und wo entsprechend mittels Anpassungsmaßnahmen gegengesteuert werden muss.

Weiterhin wurde eine Überblickskarte erstellt, die alle Flächen und Orte hoher Sensitivität gegenüber Klimaänderungen im Stadtgebiet bündelt (Abbildung 60). Diese ist, ähnlich wie Tabelle 21, die Synthese aller Einzelergebnisse, in diesem Fall in Kartenform. Dargestellt sind jeweils die besonders gegenüber Klimaänderungen sensitiven Flächen und Orte aus den Einzelthemen. Dabei wurden meist nicht alle Ergebnisse aus den Einzelkarten übernommen, sondern vor allem die mit der höchsten Sensi-

Tabelle 21: Klimawirkungen der Schwerpunktthemen und Anpassungserfordernisse in den Gemarkungen Pfaffenhofens an der Ilm

Schwerpunktthema	Sensitivitätssignal	Klimasignal	Stärke der Klimawirkung <sup>1</sup> und Anpassungserfordernis in den Gemarkungen														
			Affaiberbach	Angkofen	Ebersteten	Ehrenberg	Förnbach	Gundamsried	Haimpertshofen	Niederscheyern	Pfaffenhofen a.d. Ilm	Sulzbach	Tegernbach	Uttenhofen	Walkersbach		
Hitzebelastung für die Bevölkerung	Bevölkerungszahl und -altersstruktur; Überwärmungspotenzial in den Ortslagen	Anzahl Heißer Tage	+	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trockenstress für Stadtbäume	Stadtbaumzahl; Grundwassereinfluss am Standort; städtische Überwärmung am Standort	Klimatische Wasserbilanz in der forstlichen Vegetationsperiode	+	0	0	-	0	+	0	-	+	+	0	-	+	+	+
Trockenstress auf Waldflächen	Baumarteneigenschaften <sup>2</sup> ; Geländexposition und -neigung <sup>2</sup> ; nutzbare Feldkapazität und Durchlässigkeitsbeiwert je bis 1 m Bodentiefe <sup>2</sup> ; Waldflächengröße	Temperatur und Niederschlagssumme in der forstlichen Vegetationsperiode <sup>2</sup>	++	0	-	--	-	+	-	-	-	+	0	0	+	0	0
Trockenstress auf Ackerflächen	Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum; Grundwassereinfluss am Standort; Ackerflächengröße	Klimatische Wasserbilanz in der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode	0	0	0	-	-	++	+	+	++	+	+	+	+	+	0
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	Besonders erosionsgefährdete Abflusswege auf Ackerflächen in Nähe von Gebäuden und Verkehrswegen	Anzahl der Starkregentage	0	0	0	++	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser	Geländeeigenschaften <sup>3</sup> ; Landnutzung bzw. Versiegelung <sup>2</sup> ; Bodeneigenschaften <sup>3</sup> ; Gewässer- und Kanalnetz <sup>3</sup>	Anzahl der Starkregentage <sup>3</sup>	0	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
<b>Mittlere(r) Klimawirkung bzw. Anpassungserfordernis in den Gemarkungen</b>			+	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(relative Bewertung in Bezug auf alle Gemarkungen: [+ +] = stark unterdurchschnittlich, [+] = leicht unterdurchschnittlich, [0] = durchschnittlich, [-] = leicht überdurchschnittlich, [- -] = stark

<sup>1</sup> Konnte keine flächendifferenzierte Klimawirkung für die Gemarkungen ermittelt werden, wurde stattdessen die Sensitivität bewertet.

<sup>2</sup> Im Indikator für die Klimawirkung (Transpirationsdifferenz) bereits enthalten.

<sup>3</sup> Im Indikator für die Klimawirkung (Anzahl der Feuerwehreinsätze) de facto bereits enthalten.

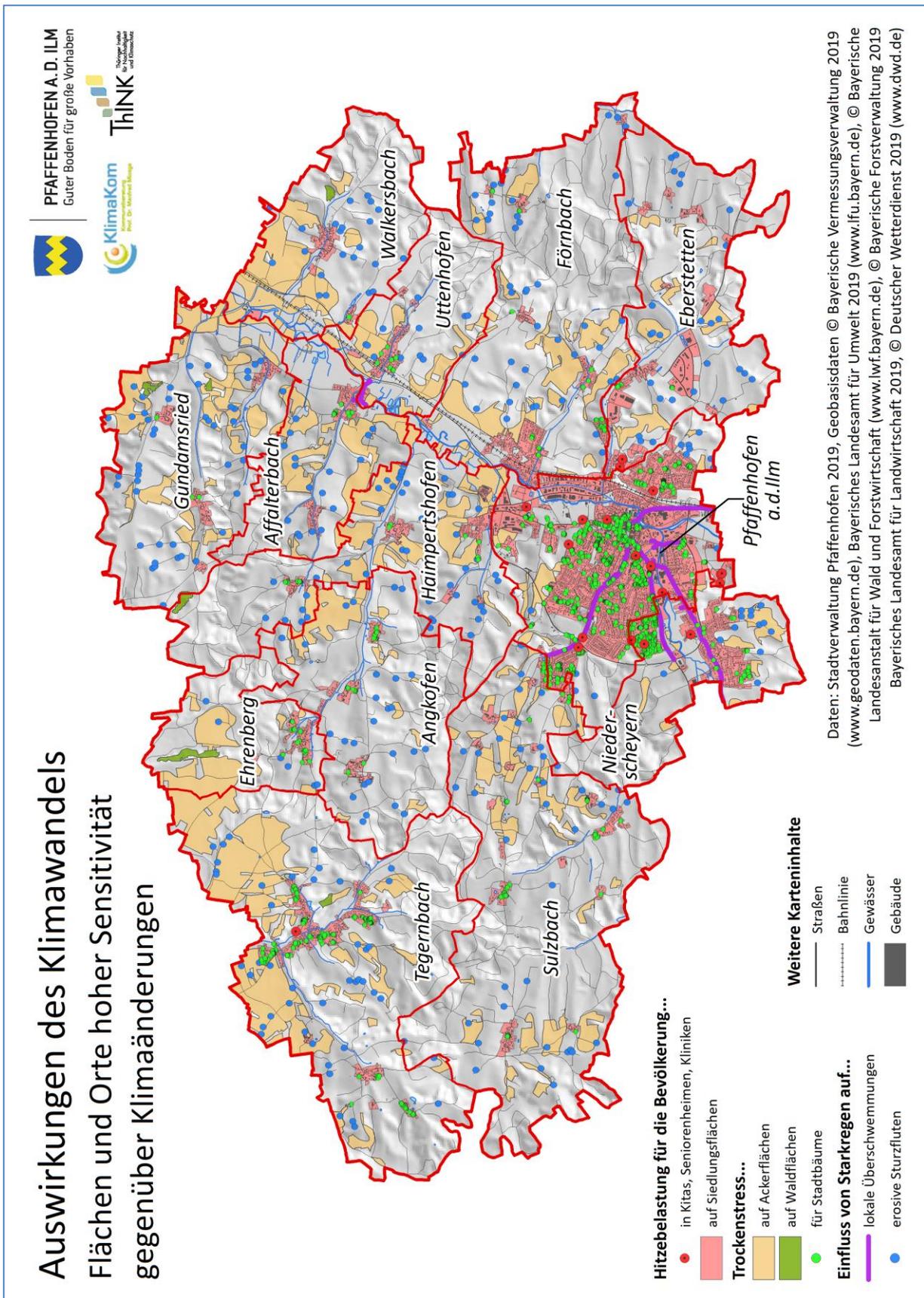


Abbildung 60: Flächen und Orte hoher Sensitivität gegenüber Klimaänderungen

tivität, z. B. für Trockenstress auf Ackerflächen nur die Ackerflächen mit geringer Bodenwasserspeicherung oder für Überschwemmungen nur Straßen, wo im Schnitt mindestens einmal pro Jahr ein starkrelevanter Feuerwehreinsatz stattfand. Diese Auswahl dient der Priorisierung von besonders sensiblen Orten/Flächen für die Maßnahmenumsetzung und bietet eine Orientierung, wo in den Gemarkungen welche Themen besonders relevant sind bzw. werden können.

## 2.5 Anpassungskapazitäten in den Schwerpunktthemen

Wie in Kapitel 2.3.1 erläutert, sind Informationen zur Anpassungskapazität notwendig, um Aussagen über die Stärke der künftigen Vulnerabilität einer Raumeinheit oder eines Schwerpunktthemas zu treffen. Die Anpassungskapazität beschreibt die Fähigkeit einer Region/eines Systems, sich durch Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an die veränderten Bedingungen anzupassen oder die Veränderungen auch zum Vorteil nutzen zu können. Die Anpassungskapazität ist von Faktoren abhängig wie den ökonomischen Ressourcen, Know-how und Technologie, institutionellen Kapazitäten, politischem Willen etc.

Da sich die Anpassungskapazität nicht einfach über vorhandene Daten oder Indikatoren abbilden lässt, wurden im Frühjahr 2020 Experteninterviews mit thematisch erfahrenen Akteuren aus Pfaffenhofen durchgeführt. Ziel war es, die Anpassungskapazitäten in den untersuchten Schwerpunktthemen abzuschätzen. Die elf interviewten Akteure sind in Tabelle 22 aufgelistet.

**Tabelle 22: Interviewpartner zum Thema Anpassungskapazitäten**

Schwerpunktthema	Akteur(e)	Funktion/Behörde
Hitzebelastung für die Bevölkerung	Heidi Andre	Leiterin des Seniorenbüros der Stadt Pfaffenhofen
	Daniel Riegel	Sachgebietsleiter Kindertagesstätten der Stadt Pfaffenhofen
Trockenstress für Stadtbäume	Mario Dietrich	Teamleiter Grünanlagen & Spielplätze bei den Stadtwerken Pfaffenhofen
Trockenstress auf Waldflächen	Rudi Engelhard	Stadtförster der Stadt Pfaffenhofen
	Kathrin Kresser	Bereich Forsten am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen
Trockenstress auf Ackerflächen	Joseph Amberger	Projektleiter der Bodenallianz Pfaffenhofen
	Dr. Sebastian Gresset	Fachzentrum Agrarökologie am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	Max Stadler	Bereich Landwirtschaft am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen
Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser	Roland Seemüller	Leitung Brand- und Katastrophenschutz der Stadt Pfaffenhofen
	Dr. Sebastian Brandmayr	Technischer Leiter der Stadtwerke Pfaffenhofen

Über die in Tabelle 22 aufgeführten Personen hinaus waren zwei weitere Akteure zum Thema Hitzebelastung vorgesehen: eine Vertreterin des Sachgebietes Gesundheit im Landratsamt Pfaffenhofen an der Ilm sowie ein ärztlicher Vertreter der Ilmtalklinik Pfaffenhofen. Aufgrund der Corona-Pandemie und ihrer organisatorischen Auswirkungen im Gesundheitswesen waren Interviews mit diesen Akteuren jedoch aus zeitlichen Gründen nicht möglich.

Den interviewten Akteuren wurden folgende Fragen gestellt, die eine Beurteilung der verschiedenen Aspekte der Anpassungskapazität ermöglichen:

- Wie stark ist Ihr Handlungsfeld/ Ihre Abteilung/ Ihr Fachbereich von den negativen Auswirkungen des Klimawandels betroffen?

- Führen Sie bereits Maßnahmen durch, um sich an den Klimawandel anzupassen? Planen Sie bzw. Ihre Abteilung/ Ihr Fachbereich weitere Maßnahmen gegen die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu ergreifen?
- In wie weit erfahren Sie bei Ihren Bemühungen zur Klimaanpassung Unterstützung von Ihren übergeordneten Stellen/Verbänden/Strukturen?
- Wie groß ist der Handlungsspielraum in Ihrer Abteilung / Ihrem Fachbereich im Hinblick auf rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen, um Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung zu ergreifen?
- In wie weit verfügen Sie/Ihre Abteilung / Ihr Fachbereich über Know-how bzw. Technologie, um Anpassungsmaßnahmen zu planen und umzusetzen?
- In wie weit verfügen Sie/Ihre Abteilung / Ihr Fachbereich über finanzielle Ressourcen, um Anpassungsmaßnahmen zu planen und umzusetzen?
- In wie weit verfügen Sie/Ihre Abteilung / Ihr Fachbereich über personelle Ressourcen, um Anpassungsmaßnahmen zu planen und umzusetzen?
- Welche Hinderungsgründe gibt es? Wie stark schätzen Sie die Hindernisse ein, die Ihrem Handlungsfeld/ Ihrer Abteilung / Ihrem Fachbereich bei der Klimaanpassung im Wege stehen?

Die Experten wurden pro Frage um eine Bewertung auf einer Skala von 1 (gar nicht/keine) bis 5 (sehr stark/sehr viel) und eine kurze Erläuterung gebeten. Über diese wertebasierte Einschätzung und die weiteren Informationen wurde jeder Aspekt der Anpassungskapazität je Schwerpunktthema quantifiziert. Bei mehreren befragten Akteuren pro Thema wurden Mittelwerte gebildet. Falls der Wert für das Feld auf der Kippe zwischen zwei Bewertungsstufen stand (z. B. 3,5), wurde nicht mathematisch gerundet, sondern konservativ entschieden, d. h., für die Kriterien Anpassungsbemühungen, Handlungsspielraum, Anpassungswissen, Finanzen und Personal wurde abgerundet, für die Kriterien Betroffenheit und Anpassungshindernisse wurde aufgerundet. Dies diente dazu, einen zusätzlichen Sicherheitsaufschlag für die subjektiven Bewertungen zu berücksichtigen. Zu beachten ist, dass für Betroffenheit und Anpassungshindernisse der Wert 5 die schlechteste Bewertung darstellte, für die restlichen Aspekte jedoch die beste.

Die Ergebnisse der Analyse zeigt Tabelle 23. Alle Akteure geben für ihre Schwerpunktthemen eine Betroffenheit durch die Auswirkungen des Klimawandels an. Positiv zu vermerken ist, dass in allen Schwerpunktthemen bereits Anpassungsmaßnahmen durchgeführt werden. Für die meisten sind zudem weitere Maßnahmen geplant. Bei den anderen Aspekten zeigt sich ein breites Feld der Einschätzungen zwischen 2 (gering/wenig) und 5 (sehr stark/sehr viel). Im Ergebnis der Bewertung zeigen sich mittlere und hohe Anpassungskapazitäten der Schwerpunktthemen und damit ein mittleres bis hohes Anpassungspotenzial. Denn genau das sind sie erst einmal „nur“: Anpassungspotenziale, die letztlich noch aktiviert werden und in Anpassungsaktivitäten fließen müssen.

## 2.6 Vulnerabilitäten in den Schwerpunktthemen

Nur mit den im vorherigen Kapitel ermittelten Informationen zu den Anpassungskapazitäten ist es möglich, die künftigen Verwundbarkeiten (bzw. Vulnerabilitäten) der Schwerpunktthemen gegenüber dem Klimawandel abzuschätzen. Es wurde dabei zuerst mittels Trendbetrachtung abgeschätzt, wie sich in Zukunft die Sensitivität gegenüber dem Klima (z. B. Bevölkerungszahl) wahrscheinlich ändern wird. Für das Klima selbst (z. B. die Hitzetage) liegen Projektionen zur möglichen Entwicklung vor (vgl. Kapitel 2.1). Die Kopplung beider Größen ergibt einen Hinweis auf die Veränderung der künftigen Klimawirkung. Die Anwendung der Anpassungskapazität aus den Interviews auf die künftige Klimawirkung führte zur künftigen Vulnerabilität des Schwerpunktthemas. Tabelle 24 gibt einen Überblick über die wahrscheinlichen Veränderungen von Sensitivität, Klimasignal, Klimawirkung sowie die ermittelte künftige Vulnerabilität in den Schwerpunktthemen.

Tabelle 23: Anpassungskapazitäten in den Schwerpunktthemen auf Basis der Experteninterviews

Schwerpunktthema	Hitzebelastung für die Bevölkerung	Trockenstress für Stadtbäume	Trockenstress auf Waldflächen	Trockenstress auf Ackerflächen	Erosive Sturzfluten durch Starkregen	Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser
Anzahl an Interviews	2	1	3	2	1	2
Selbsteinschätzung der Betroffenheit	4	5	4	4	3	3
Durchführung von Anpassungsmaßnahmen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Unterstützung der Anpassungsbemühungen	5	5	3	3	4	2
Rechtlicher und organisatorischer Handlungsspielraum	3	4	3	4	2	5
Anpassungswissen und -technologien	2	5	4	4	3	4
Finanzielle Ressourcen	4	2	4	3	2	5
Personelle Ressourcen	3	4	4	4	3	4
Anpassungshindernisse	2	3	2	3	4	2
<b>Anpassungskapazität</b>	<b>mittel</b>	<b>hoch</b>	<b>hoch</b>	<b>mittel</b>	<b>mittel</b>	<b>hoch</b>

Bewertung: 1 = gar nicht/keine(s), 2 = gering/wenig, 3 = mittel/durchschnittlich, 4 = stark/viel, 5 = sehr stark/sehr viel

Da die interviewten Experten die Anpassungskapazität nicht für jede Gemarkung einzeln beurteilen können und Trends bzw. Projektionen für die Sensitivitäten und Klimasignale nicht räumlich aufgelöst für die Gemarkungen vorliegen, kann auch die Vulnerabilität nicht auf räumlicher Ebene der Gemarkungen dargestellt werden. Entsprechend erfolgte die Betrachtung der Vulnerabilität lediglich auf Ebene der Schwerpunktthemen.

Im Ergebnis findet sich eine Abstufung der Vulnerabilität für die Schwerpunktthemen. Zu sehen ist, dass Hitzebelastung die höchste künftige Vulnerabilität darstellt, auch wenn die Anpassungskapazität als mittel eingeschätzt wird. Grund ist die wahrscheinlich starke Zunahme von Sensitivität und Klimasignal, was zu einer starken Zunahme der künftigen Klimawirkung führt. Hierauf muss künftig ein besonderes Augenmerk im Anpassungsprozess gelegt werden.

Die Klimafolge Trockenstress auf Ackerflächen weist eine mittlere bis hohe künftige Vulnerabilität auf. Zwar ändern sich Sensitivität und Klimasignal nur leicht bis mittel, jedoch scheint eine Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen, z. B. angepasste Arten- und Sortenwahl sowie ggf. Bewässerung, auf der Menge an Ackerflächen in Pfaffenhofen bei gleichzeitig heterogener Struktur der Landwirte und ihren individuellen Bedingungen und Möglichkeiten mit großen Anstrengungen verbunden zu sein.

Für die Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen ist die Einschätzung mit „mittel“ etwas optimistischer, da diese Klimawirkung nur kleinere Flächen (erosionsgefährdete Abflussbahnen) betrifft und die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen, wie z. B. Zwischenfrüchte, Untersaaten, Feldrandstreifen, einfacher umzusetzen sind und auch effektiver in ihrer Wirkung.

Die restlichen drei Klimafolgen bzw. Schwerpunktthemen lassen eine nur geringe bis mittlere künftige Vulnerabilität erwarten. Bessere Ausgangsbedingungen wie nur geringe projizierte Zunahmen des Klimasignals und etwa gleichbleibende Sensitivitäten (leichte Abnahme bis leichte Zunahme) bei gleichzeitig hohen Anpassungskapazitäten führen zu diesen günstigen Prognosen.

Tabelle 24: Ermittelte künftige Vulnerabilitäten in den Schwerpunktthemen

Schwerpunktthema	Veränderung der Sensitivität	Veränderung des Klimasignals	Veränderung der Klimawirkung	Anpassungs-kapazität	Vulnerabilität
Hitzebelastung für die Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zunahme der Gesamtbevölkerung</li> <li>Zunahme der Senioren</li> <li>Zunahme des städtischen Überwärmungspotenzials durch Flächenversiegelung/ Überbauung</li> <li>→ <b>Sensitivität nimmt stark zu</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sehr starke Zunahme der Anzahl an Hitzetagen in naher und ferner Zukunft (RCP4.5 &amp; RCP8.5)</li> <li>→ <b>Klimasignal verstärkt sich stark</b></li> </ul>	Starke bis sehr starke Zunahme der Klimawirkung wahrscheinlich	mittel (Anpassungs-kapazität nur eines Teilbereiches bekannt)	<b>hohe bis sehr hohe künftige Vulnerabilität</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baumbestand bleibt ungefähr gleich</li> <li>Grundwasserverfügbarkeit könnte abnehmen</li> <li>Städtische Überwärmung am Standort dürfte zunehmen</li> <li>→ <b>Sensitivität bleibt gleich bis leichte Zunahme</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leichte bis mittlere Abnahme der klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr in naher und ferner Zukunft (RCP4.5 &amp; RCP8.5)</li> <li>→ <b>Klimasignal verstärkt sich leicht</b></li> </ul>	Leichte bis mittlere Zunahme der Klimawirkung wahrscheinlich	hoch	<b>Geringe bis mittlere künftige Vulnerabilität</b>
Trockenstress auf Waldflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baumbestand bleibt ungefähr gleich</li> <li>Grundwasserverfügbarkeit könnte abnehmen</li> <li>Bodeneigenschaften bleiben gleich</li> <li>→ <b>Sensitivität bleibt gleich bis leichte Zunahme</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leichte bis mittlere Zunahme der Starkregentage in naher und ferner Zukunft (RCP4.5 &amp; RCP8.5)</li> <li>→ <b>Klimasignal verstärkt sich leicht</b></li> </ul>	Leichte bis mittlere Zunahme der Klimawirkung wahrscheinlich	hoch	<b>Geringe bis mittlere künftige Vulnerabilität</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angebaute Kulturpflanzen können geändert werden</li> <li>Bodeneigenschaften bleiben gleich</li> <li>Grundwasserverfügbarkeit könnte abnehmen</li> <li>→ <b>Sensitivität bleibt gleich bis leichte Zunahme</b></li> </ul>			hoch	<b>Geringe bis mittlere künftige Vulnerabilität</b>
Trockenstress auf Ackerflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geländeeigenschaften bleiben gleich</li> <li>Landnutzung kann sich verändern</li> <li>Lage und Ausdehnung von Siedlungen und Infrastrukturen wird wahrscheinlich leicht zunehmen</li> <li>→ <b>Sensitivität bleibt gleich bis leichte Zunahme</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leichte bis mittlere Zunahme der Starkregentage in naher und ferner Zukunft (RCP4.5 &amp; RCP8.5)</li> <li>Evtl. Zunahme der Regenintensität</li> <li>→ <b>Klimasignal verstärkt sich leicht</b></li> </ul>	Leichte bis mittlere Zunahme der Klimawirkung wahrscheinlich	mittel	<b>Mittlere bis hohe künftige Vulnerabilität</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geländeeigenschaften bleiben gleich</li> <li>Versiegelung/Überbauung wird wahrscheinlich zunehmen</li> <li>Bodeneigenschaften bleiben gleich, insofern keine Versiegelung erfolgt</li> <li>Gewässernetz bleibt gleich bis leichte Verbesserung durch Gewässerrenaturierung, Vergrößerung von Retentionsräumen</li> <li>Kanalnetz könnte sich leicht verbessern durch Anpassung</li> <li>→ <b>Sensitivität bleibt gleich bis leichte Abnahme</b></li> </ul>			mittel	<b>Mittlere künftige Vulnerabilität</b>
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geländeeigenschaften bleiben gleich</li> <li>Versiegelung/Überbauung wird wahrscheinlich zunehmen</li> <li>Bodeneigenschaften bleiben gleich, insofern keine Versiegelung erfolgt</li> <li>Gewässernetz bleibt gleich bis leichte Verbesserung durch Gewässerrenaturierung, Vergrößerung von Retentionsräumen</li> <li>Kanalnetz könnte sich leicht verbessern durch Anpassung</li> <li>→ <b>Sensitivität bleibt gleich bis leichte Abnahme</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leichte bis mittlere Zunahme der Starkregentage in naher und ferner Zukunft (RCP4.5 &amp; RCP8.5)</li> <li>Evtl. Zunahme der Regenintensität</li> <li>→ <b>Klimasignal verstärkt sich leicht</b></li> </ul>	Leichte bis mittlere Zunahme der Klimawirkung wahrscheinlich	hoch	<b>Geringe bis mittlere künftige Vulnerabilität</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geländeeigenschaften bleiben gleich</li> <li>Versiegelung/Überbauung wird wahrscheinlich zunehmen</li> <li>Bodeneigenschaften bleiben gleich, insofern keine Versiegelung erfolgt</li> <li>Gewässernetz bleibt gleich bis leichte Verbesserung durch Gewässerrenaturierung, Vergrößerung von Retentionsräumen</li> <li>Kanalnetz könnte sich leicht verbessern durch Anpassung</li> <li>→ <b>Sensitivität bleibt gleich bis leichte Abnahme</b></li> </ul>			hoch	<b>Geringe bis mittlere künftige Vulnerabilität</b>

Es muss jedoch davor gewarnt werden, die beschriebenen künftigen Vulnerabilitäten als gegeben bzw. sicher eintretend zu verstehen. Man unterliegt dann einem Zirkelschluss: man unterstellt die Aktivierung der Anpassungskapazität und somit eine geringere Vulnerabilität, obwohl die Aktivierung der Anpassungskapazität und damit die Senkung der Vulnerabilität erst das Ziel der Anpassungsaktivitäten darstellt. In diesem Sinne sind die aufgeführten Vulnerabilitäten nur zu erreichen, wenn die Akteure tatsächlich in den kommenden Jahren zielführende Anpassungsmaßnahmen umsetzen.

### 3. Kommunale Anpassungsstrategie

#### 3.1 Leitbild für den Anpassungsprozess

Der Hauptanspruch der Strategieentwicklung besteht darin, Orientierung zu vermitteln und eine langfristige, strategische Ausrichtung der Kommunalentwicklung zu bewirken. Ein erfolgversprechender Planungsprozess bedarf deshalb einer Verzahnung von Leitbildern, Zielen, Maßnahmen und deren Umsetzung, die dauerhaft und prozessorientiert angelegt sein muss. Gleichzeitig muss die Strategie auf Akzeptanz und Aktivierung der städtischen Akteure ausgerichtet sein. Die Akteure müssen am Prozess beteiligt werden und bei der Formulierung und Ausgestaltung der Leitbilder und Ziele einbezogen werden. Auch bedarf die Beteiligung der Kooperation mit den Akteuren, die Anpassungsmaßnahmen später fachlich umsetzen und finanzieren sollen.

Die Klimaanpassungsstrategie soll zudem eine Wissensbasis und Planungsgrundlage darstellen, die spätere formelle/informelle Entscheidungsprozesse unterstützt. Für formelle Verfahren kann diese Wissensbasis dann im Sinne eines sogenannten „Antizipierten Gutachtens“ entlastend wirken, weil nicht erneut in die Analysephase eingestiegen werden muss (RPG-SWT 2015).

Ein Leitbild der Raumordnung ist nach § 1 Abs. 2 Raumordnungsgesetz eine nachhaltige Raumentwicklung. Sie soll sicherstellen, dass die sozialen und ökonomischen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang gebracht werden. Ziel ist eine dauerhafte, großräumig ausgewogene Ordnung des Raumes im Sinne der in § 2 Abs. 2 Raumordnungsgesetz aufgestellten Grundsätze.

Im Zuge des Klimawandels und anderer Veränderungsprozesse wie dem demographischen Wandel ist jedoch eine Neubewertung bzw. Erweiterung dieses Leitbilds erforderlich. Viele Extremwetterereignisse sind auf natürliche Ereignisse zurückzuführen, die zu einer intakten Umwelt gehören, die ja nach Verständnis der Nachhaltigkeit dauerhaft erhalten bleiben soll, und sogar ihre Funktion erfüllen (z. B. Überschwemmungen von Auenbereichen). Daran wird deutlich, dass das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung auf stabile ökologische Funktionen ausgerichtet ist. Das Mensch-Umwelt-System bzw. dessen Funktionen ändern sich jedoch tiefgreifend. Erst in besiedelten bzw. menschlich genutzten Bereichen werden Überschwemmungen zum schadensträchtigen und daher zu vermeidenden Ereignis (RPG-SWT 2015).

**Resilienz** ist ein Maß für die Widerstandsfähigkeit eines Systems. Sie bezeichnet dessen Potenzial, Störungen oder Veränderungen aufzunehmen, ohne seine grundlegenden Qualitäten und funktionalen Eigenschaften zu verlieren.

Ohne eine Ausrichtung der Gesellschaft auf Widerstandsfähigkeit und Elastizität gegenüber schleichenden Umweltveränderungen, aber auch klima- bzw. wetterbeeinflussten Extremereignissen, kann daher eine nachhaltige Entwicklung nicht aufrechterhalten werden. Daher müssen räumliche Strukturen so entwickelt werden, dass diese natürlichen Prozesse nicht zu einer Beeinträchtigung menschlicher Systeme führen (Greiving 2002). Dies führt zum Konzept der → *Resilienz*, welches das bestehende Leitbild der nachhaltigen Entwicklung sinnvoll erweitern kann.

Das Ziel von Resilienz ist der Erwerb von Eigenschaften/Fähigkeiten eines Systems, anpassungsflexibel auf Herausforderungen reagieren zu können und aus vergangenen Krisen Lern- und Stabilisierungsprozesse abzuleiten. Das Konzept der Resilienz ist auch in planungspolitische Dokumente eingeflossen. So heißt es in der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: „Die Raumplanung kann mit der Entwicklung von Leitbildern für anpassungsfähige und belastbare (resiliente) Raumstrukturen eine Vorreiterrolle übernehmen, die gegenüber den Auswirkungen aller gesellschaftlichen Veränderungsprozesse auf die Raumstruktur robust und flexibel reagiert“ (BBD 2008: 42).

In diesem Sinne wurde folgendes Leitbild von der Stadt Pfaffenhofen erarbeitet und auf dem ersten Akteursworkshop am 30.01.2020 diskutiert:

## **Leitbild zur Klimaanpassung in Pfaffenhofen an der Ilm**

Im Pariser Klimaschutzabkommen werden alle Städte und Gemeinden aufgerufen, ihre Anstrengungen zu verstärken und Maßnahmen zur Emissionsminderung zu unterstützen (Klimaschutz), aber auch ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen und ihre Anfälligkeit gegenüber den negativen Folgen des Klimawandels zu vermindern (Klimawandelanpassung).

Denn trotz aller bisherigen Bemühungen steht fest, dass sich das weltweite Klima ändern wird und damit auch die Lebens- und Rahmenbedingungen in Pfaffenhofen.

Der Pfaffenhofener Klimaplan 2030 wird den Weg für die kommenden Jahre beschreiben. Neben Maßnahmen zum Klimaschutz werden auch Maßnahmen umgesetzt, welche die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels verringern.

### **Kommunale Daseinsfürsorge**

Gefährdete Bestandsstrukturen werden an sich ändernde Klimabedingungen angepasst, Planungen zukünftiger Infrastrukturen werden die Erkenntnisse zum Klimawandel von Beginn an berücksichtigen.

### **Städtebauliche Berücksichtigung erhöhter sommerlicher Wärmebelastungen**

Der Effekt von „Wärmeinseln“ wird durch den Klimawandel verstärkt und führt insbesondere zu gesundheitlichen Belastungen der Bevölkerung. Sowohl im Gebäudebestand, als auch bei Neubauten wird der sommerliche Wärmeschutz durch natürliche Maßnahmen besonders berücksichtigt.

Mit einem angepassten Neubestand und der verstärkten Pflege der innerstädtischen Grünflächen und Grünstreifen trägt das klimaresistente Stadtgrün zur Abkühlung bei.

### **Hochwasserschutz in Folgen von Starkregenereignissen**

Die Ertüchtigung und Weiterentwicklung von Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung aber auch von Sachwerten vor Unwetterereignissen (Starkregen und Stürme) werden forciert und in den Planungen frühzeitig berücksichtigt. Durch Entsiegelung in Siedlungsbereichen (Versickerung vor Ort) und die Sicherung der Notwasserwege aber auch der Ertüchtigung des Abwassernetzes wird den Gefährdungen durch Starkregenereignisse entgegengewirkt.

### **Land- und Forstwirtschaft anpassen, den Boden schützen**

Geringere Niederschlagsmengen, Bodenerosion durch Extremwetterereignisse und steigende Temperaturen erfordern eine Auswahl geeigneter Sorten und Arten in der Land- und Forstwirtschaft sowie eine Anpassung von Fruchtfolgen und Anbaumethoden. Wertvolle Böden sollen weiterhin für den Anbau von Lebensmitteln und Rohstoffen genutzt werden.

## **3.2 Zieldefinition und Erfolgsindikatoren**

Die Definition von Zielen für den Anpassungsprozess wurde für die ausgewählten Schwerpunktthemen durchgeführt. Die Ziele verkörpern einerseits den wünschenswerten zu erreichenden Zustand, dienen aber gleichzeitig der Prioritätensetzung im Planungsprozess, z. B. wenn es um die Auswahl geeigneter Anpassungsmaßnahmen geht. Diese dienen dann idealerweise der Zielerreichung für die Problemlage (in diesem Fall das jeweilige Schwerpunktthema).

Das methodische Vorgehen bei der Ableitung von Zielen besteht darin, dass diese gemeinsam mit den Akteuren entwickelt werden müssen. Im Rahmen des ersten Akteursworkshops wurden dafür Zielvorschläge zur Diskussion gestellt und von 24 Teilnehmern in vier Themengruppen bearbeitet (Abbildung 61). Die Ziele sind Ausdruck planungsbezogener Prioritätensetzungen und drücken auch Werthaltungen aus. Sie sind damit normativ und müssen von den Akteuren der Klimawerkstatt gemeinsam erarbeitet und mitgetragen werden (RPG-SWT 2015). Im Rahmen des Workshops wurden die vorgeschlagenen Ziele mit den anwesenden Akteuren diskutiert und Anpassungen der Zielvorschläge

vorgenommen. Das Ergebnis sind die in Tabelle 25 aufgeführten, gemeinsam erarbeiteten Ziele. Durch die aktive Beteiligung von Akteuren der verschiedenen Handlungsfelder und Interessenvertretungen der Stadt Pfaffenhofen bzw. deren Möglichkeit dazu, repräsentieren die festgelegten Ziele einen gemeinsam ausgehandelten Willen.



**Abbildung 61: Angeregte Diskussion beim ersten Akteursworkshop am 30.01.2020 (Quelle: PAFundDU.de 2020)**

Gleichzeitig wurden, in Vorbereitung auf das Controlling-Konzept (Kapitel 5), mit den Zielen auch mögliche Erfolgsindikatoren zur Zielerreichung vorgestellt und diskutiert. Um der Prozessorientierung strategischer Planung hinreichend Rechnung zu tragen, müssen die Ziele für die einzelnen Schwerpunktthemen so gewählt sein, dass der Erfolg von ihnen zugeordneten Maßnahmen evaluierbar ist. In Abhängigkeit vom erzielten oder nicht erzielten Umsetzungserfolg sind dann entweder zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen oder aber die Ziele anzupassen.

Die Beschreibung der Erfolgsindikatoren geschah qualitativ. Auf eine Quantifizierung (z. B. in Prozent) wurde verzichtet, um die Anwendbarkeit zu erleichtern. Zudem unterliegt der Schritt der Quantifizierung den städtischen Akteuren im Rahmen der Maßnahmenumsetzung. Während der Diskussion der Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren wurden von den Akteuren auch erste mögliche Handlungsoptionen genannt und diskutiert, die in die spätere Maßnahmenentwicklung einfließen (vgl. 3.3). Im Ergebnis wurden, besonders für das Thema Hitzebelastung, zahlreiche Ideen für Erfolgsindikatoren genannt und diskutiert, die in Tabelle 25 aufgeführt sind.

### 3.3 Maßnahmenentwicklung und -verortung

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind grundsätzlich nicht neu. Sie sind in überwiegendem Maße bereits bekannt und werden in den jeweiligen Handlungsfeldern, wenn auch aufgrund anderer Motivationsgründe als der Klimaanpassung, eingeplant und praktiziert, erhalten jedoch durch die klimatischen Veränderungen zusätzliches Gewicht. Die Aufgabe dieses Anpassungskonzeptes ist es u. a., die vielfach eher nachrangig bestehende Bedeutung von Maßnahmen für die Anpassung an den Klimawandel hervorzuheben und darüber hinaus mögliche Handlungsoptionen für die Stadt Pfaffenhofen und ihre Akteure in geeigneter Weise zusammenzustellen und anwenderorientiert aufzubereiten. Als Grundlage für den erarbeiteten Maßnahmenkatalog dienten folgende Informationen:

- Vorschläge und Hinweise aus dem ersten Akteursworkshop am 30.01.2020,
- Vorschläge und Hinweise aus der Bürgerveranstaltung am 13.02.2020 (Abbildung 62),
- Erfahrungen und geplante Maßnahmen aus den Experteninterviews,
- Leitfäden und Maßnahmen-Datenbanken zur Klimaanpassung,
- gute Praxisbeispiele anderer Kommunen.

Tabelle 25: Vorschläge für Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren in den Schwerpunktthemen

Schwerpunktthema	Anpassungsziel(e)	Mögliche Indikatoren zur Zielerreichung
Hitzebelastung für die Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hitzebelastung möglichst geringhalten</li> <li>• Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter</li> <li>• gesundes Wohnklima schaffen</li> <li>• Bewegungsfähigkeit im öffentlichen Raum erhalten</li> <li>• Kompetenzen bei Verantwortlichen in Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen aufbauen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur- und Luftfeuchtemessungen und Anzahl der Überschreitung von bestimmten Schwellwerten</li> <li>• Anzahl von (Wärme-)Sanierungen bzw. von Häusern ohne Wärmesanierung (abhängig vom Baujahr)</li> <li>• Anzahl/Fläche von verschatteten Bereichen</li> <li>• Ausmaß der Flächenversiegelung</li> <li>• Albedo von Dächern und Fassaden</li> <li>• Anzahl der Dach- und Fassadenbegrünungen</li> <li>• Überprüfung der Umsetzung in städtischen Satzungen, Fachplänen und -konzepten</li> <li>• Datenauswertung der Krankenhäuser bzgl. Patienten mit Kreislauf-/Hitzeproblemen</li> <li>• Zahl und Zeilänge der Ausleihe von Sonnenschirmen im Freibad</li> </ul>
Trockenstress für Stadtbäume	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vitalität und der Bestand von Stadtbäumen soll verbessert bzw. vergrößert werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der Gießeinsätze</li> <li>• Auswertung des städtischen Baumkatasters bzgl. Artenspektrum und Vitalität in 3- bis 5-Jahreszyklen (Vorbedingung: Art- und Vitalitätsinformationen müssen im Baumkataster hinterlegt sein)</li> </ul>
Trockenstress auf Waldflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vitalität des Waldes soll erhalten bzw. verbessert werden.</li> <li>• Die Ertragsstabilität soll gesichert werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozentualer Anteil der Waldfläche mit (nicht) naturnaher Reinbestockung sowie Mischbestockung</li> <li>• Anteil klimaresistenter Waldumbau (Revierleiter Stadtwald und Stadtbäume und Vegetationsgutachten AELF)</li> <li>• Erfassung von Parametern zur Vitalität (Artenvielfalt bzw. Anzahl der Arten, Totholzanteil, Zeitpunkt des Laubfalls, Schädlingsbefall und Verbisschäden durch Wild)</li> <li>• Ertragsentwicklung auf den Forststandorten</li> </ul>
Trockenstress auf Ackerflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächennutzung standortgemäß an den Klimawandel anpassen, je nach Standort: Ertragsstabilität sichern, Reduktion des Wasserdefizits, ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich von relevanten Parametern auf Ackerflächen (Klimatische Wasserbilanz etc. mittels Daten des LfU)</li> <li>• Ermittlung von Ernteeinbußen in Folge von Wassermangel (in Abhängigkeit der Kulturen evtl. über Luftbildaufnahmen möglich; evtl. Angaben von Bauern zu Erträgen einholen; evtl. Infos von Maschinenherstellern [Smart Farming?])</li> </ul>
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Gefahr von Sturzfluten (in Siedlungsnähe) soll reduziert werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der Einsätze des Bauhofes (Stadtwerke) bei Grabenreinigung</li> <li>• Anzahl von Bürgerbeschwerden über verschmutzte Straßen/Siedlungsflächen (Schwerpunktorte)</li> <li>• Erosionskartierung über Luftbilder (z. B. mittels Drohnen)</li> <li>• Befragung der Landwirte bzgl. Auftretens erosiver Sturzfluten (Unsichere Angaben: wollen oft Fehler nicht zugeben).</li> </ul>
Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimierung des Schadenspotenzials durch Überschwemmungen</li> <li>• Hochwasserfreilegung der Ilm</li> <li>• Verbesserung des Regenrückhaltes an kleineren Fließgewässern</li> <li>• hydraulische Optimierung des Kanalsystems</li> <li>• Berücksichtigung der Hochwasserthematik bei städtischen Baumaßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der Feuerwehreinätze</li> <li>• Vergleich fortlaufender Hochwassermodellierungen</li> <li>• Prüfung von Versicherungsdaten (Schadensfälle und -summen) und/oder Hochwasserbeihilfezahlungen</li> <li>• Ausbaufortschritt des Kanalsystems in Metern</li> <li>• Erwerb von Flächen entlang von Fließgewässern in Quadratmetern</li> <li>• Einsatzmonitoring Katastrophenschutz (Nachbesprechung, Optimierung der Pläne und Technik)</li> </ul>



**Abbildung 62: Workshop-Station zur Diskussion von Anpassungsmaßnahmen und -orten auf der Bürgerveranstaltung am 13.02.2020 im Rathaus Pfaffenhofen (Quelle: Stadt Pfaffenhofen 2020)**

Auf dieser Basis wurden Maßnahmenvorschläge erarbeitet und mit der Stadtverwaltung abgestimmt. Dabei wurde darauf geachtet, einen hohen Anteil an Maßnahmen mit „no regret“-Charakter einzubeziehen. Dabei handelt es sich um Maßnahmen, die auch dann eine positive Wirkung entfalten, wenn der Klimawandel nicht wie projiziert eintritt, also auch unabhängig vom Klimawandel bereits heute einen Nutzen für die Bevölkerung versprechen, z. B. mehr grüne und blaue Strukturen in städtischen Bereichen für ein verbessertes Stadtklima. Anschließend wurden die ausgewählten Handlungsoptionen zu Maßnahmensteckbriefen weiterentwickelt. Um die Maßnahmen zu charakterisieren, wurden in Abstimmung mit den Akteuren für alle Maßnahmen Informationen zu folgenden zehn Aspekten zusammengetragen:

- Kurzbeschreibung,
- Prozessbeschreibung,
- gute Praxisbeispiele,
- Verortung,
- Priorität,
- Zeitraum,
- Aufwand,
- Verantwortlichkeit,
- Erfolgskontrolle,
- Synergien und Konflikte.

Hiernach wurden die Maßnahmensteckbriefe an die Pfaffenhofener Akteure geschickt und Rückmeldungen dieser eingearbeitet. Die Abstimmung und Finalisierung der Anpassungsmaßnahmen war für einen Workshop mit paralleler Gruppenarbeit vorgesehen, ähnlich zum ersten Akteursworkshop. Aufgrund der Beschränkungen im Zusammenhang mit der Corona-Pandemie wurden stattdessen vier ca. zweistündige Online-Workshops am 14./15.07.2020 durchgeführt. Dies bot interessierten Akteuren zudem die Gelegenheit, bei Bedarf an allen Workshops teilzunehmen. Letztlich waren ca. 10-12 Personen pro Workshop anwesend und diskutierten die Details der erarbeiteten Anpassungsmaßnahmen. Zudem wurde eine neue Maßnahme für das Thema Hitzebelastung für die Bevölkerung vorgeschlagen. Die Anregungen aus den Workshops wurden wiederum in die Maßnahmen integriert und die fertigen Steckbriefe erneut über einen E-Mail-Verteiler mit den Akteuren abgestimmt.

Im Ergebnis wurden in diesem viermonatigen Beteiligungsprozess 21 Anpassungsmaßnahmen erarbeitet, die bei Umsetzung das Potenzial haben, die Auswirkungen des Klimawandels auf Pfaffenhofen deutlich zu reduzieren und die Pfaffenhofener Gesellschaft resilienter zu machen. Tabelle 26 gibt einen Überblick über die entwickelten Maßnahmen. Die Maßnahmensteckbriefe selbst finden sich im Anhang (ab Seite 101). Darüber hinaus wurden Ideen der Bürgerschaft und Akteure, die letztlich nicht in Maßnahmen eingingen, in einer Ideensammlung festgehalten. Diese kann fortlaufend ergänzt werden und als Pool für neue Anpassungsmaßnahmen dienen.

Tabelle 26: Klimaanpassungsmaßnahmen für die Stadt Pfaffenhofen an der Ilm

Nr.	Maßnahmentitel	Adressierte Schwerpunkthemen					
		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress für Stadtbäume	Trockenstress auf Waldflächen	Trockenstress auf Ackerflächen	Erosive Sturzfluten durch Starkregen	Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser
1.1	Masterplan „Cooles PAF“	X					
1.2	Mehr Dach- und Fassadenbegrünung	X					X
1.3	Mehr grüne und blaue Strukturen im Stadtgebiet	X					X
1.4	Stadtklima als Kriterium in der Planung und Bauleitplanung	X	X				X
1.5	Erarbeitung eines Hitzeaktionsplans	X					
2.1	Erweiterung des städtischen Gehölzbestandes um zukunftstaugliche Arten auf konzeptioneller Grundlage		X				
2.2	Intensivierung von Baumpatenschaften		X				
3.1	Intensivierung des Waldumbaus			X			
3.2	Sensibilisierung für klimawandelbedingte Gefahren in Wäldern			X			
4.1	Schaffung oberirdischer Wasserreserven				X		X
4.2	Entnahmestopps und Wassermanagementplan				X		
4.3	Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten				X		
5.1	Vermeidung von Bodenverdichtung				X	X	
5.2	Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt beraten					X	
5.3	Erweiterter Bodenschutz				X	X	
6.1	Förderung flächenhafter Regenwasserversickerung		X				X
6.2	Anpassung der Entsorgungsinfrastrukturen an veränderte Anforderungen						X
6.3	Anlage von Notentwässerungsstrukturen		X				X
6.4	Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer						X
6.5	Beseitigung von Abflusshindernissen						X
6.6	Erarbeitung eines Überflutungskatasters						X

Neben der inhaltlichen Maßnahmenerarbeitung stand auch die Frage nach der Verortung dieser im Pfaffenhofener Stadtgebiet. Bereits in den Workshops und der Bürgerveranstaltung wurden kritische Räume bzw. Orte angesprochen und gesammelt. Eine weitere grobe Verortung ist über die Klimanalysekarten möglich. Für einige Maßnahmen konnten somit bereits Verortungsvorschläge in die Steckbriefe integriert und mit den Akteuren abgestimmt werden. Für viele Maßnahmen muss dies jedoch noch im Zuge der konkreten Maßnahmenplanung erfolgen.

Eine Möglichkeit, geeignete Maßnahmenorte zu finden, ist das im Februar 2020 freigeschaltete „KlimaRadar“ im PAFundDU-Bürgermelder unter <https://buergermelder.pafunddu.de/projects/klima-radar>. Es bildet eine Plattform für die Bürgerschaft, um Örtlichkeiten zu melden und in einer Karte einzutragen, die von Hitzebelastung, Trockenstress, lokalen Überschwemmungen und anderen Klimafolgen besonders betroffen sind (Abbildung 63). So kann über die Zeit hinweg und bei entsprechender Beteiligung der Bürgerschaft ein Kataster mit Orten klimatisch bedingter Problemlagen (vgl. Kapitel 1.2.2) geschaffen und für die Auswahl von Maßnahmenorten genutzt werden.

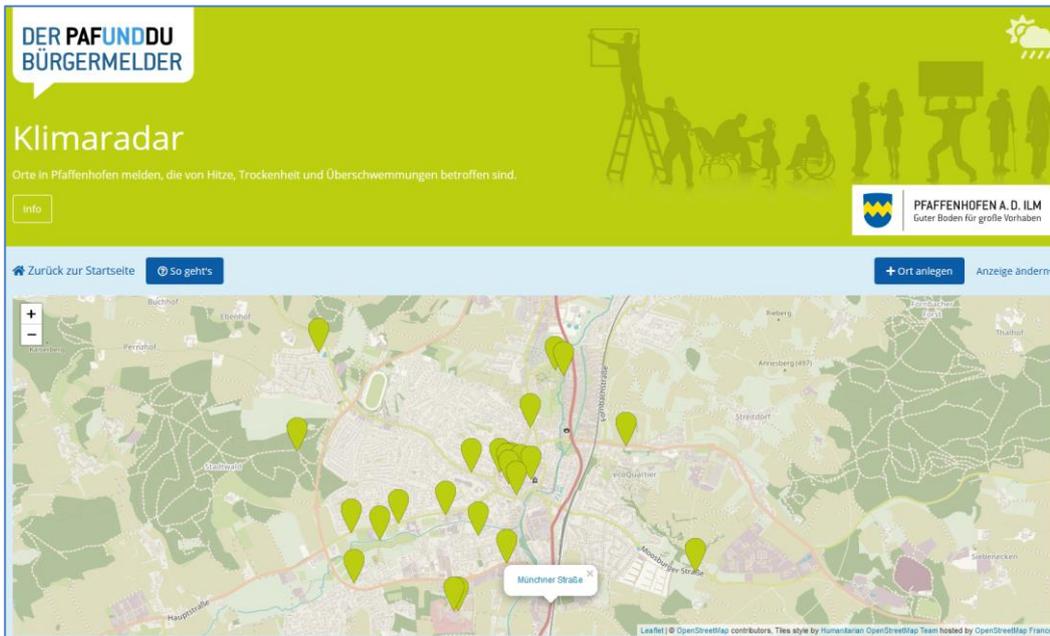


Abbildung 63: KlimaRadar im PAFundDU-Bürgermelder (Quelle: <https://buergermelder.pafunddu.de/projects/klima-radar>)

### 3.4 Berücksichtigung des Klimaschutzes

Klimaschutz (Mitigation) und Klimaanpassung (Adaption) sind zwei komplementäre Strategien, dem anthropogenen Klimawandel zu begegnen. Diesem Grundsatz folgt die Bundesregierung in der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS), nach der jene Anpassungsmaßnahmen eine hohe Priorität erhalten sollen, „die eine flexible Nachsteuerung ermöglichen, bestehende Unsicherheiten berücksichtigen und Synergieeffekte zu weiteren Politikzielen haben, die auf die Abschwächung anderer Stressfaktoren (wie Umweltverschmutzung, Klimaschutz, Flächenversiegelung) gerichtet sind“ (BBD 2008). Dies erkennt auch das Raumordnungsgesetz (ROG) mit dem Grundsatz § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 6 an: „Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen“.

Die Berücksichtigung des Klimaschutzes in einer Anpassungsstrategie zum Klimawandel zielt letztlich auf die Abstimmung von Klimaschutz und Klimaanpassung ab, sodass Konflikte zwischen den Themen erkannt und minimiert, Synergien dagegen genutzt werden. Unter Synergien sind hier Schnittmengen zwischen Handlungsbereichen zu verstehen, die sowohl einen Beitrag zum Klimaschutz als auch zur Klimaanpassung leisten. Maßnahmen des Klimaschutzes oder der Klimaanpassung, die sich in ihrer Umsetzung negativ auf den jeweils anderen Bereich auswirken, führen zu Konflikten. Dies kann in mehrfacher Hinsicht auftreten:

Konflikte:

- Maßnahmen des Klimaschutzes können zu einer erhöhten Verletzlichkeit gegenüber dem Klimawandel führen (z. B. Innen- vor Außenentwicklung ohne Rücksicht auf Stadtklimaeffekte)
- Maßnahmen zur Klimaanpassung können Klimaschutzmaßnahmen beeinträchtigen (z. B. Schutz vor Hitze durch den Einsatz von Klimaanlage erhöht Stromverbrauch und damit Treibhausgasemissionen)

Synergien:

- Klimaschutzmaßnahmen können die Verletzlichkeit gegenüber dem Klimawandel senken (z. B. kontrollierte Belüftung mit regenerativen Energiesystemen und Außenbeschattung durch Vegetation)

- Maßnahmen der Klimaanpassung können mit anderen Nachhaltigkeitspolitiken oder -strategien Synergien entfalten (z. B. die Entsiegelung im Rahmen von Hochwasserschutzmaßnahmen)

Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung können sich auch neutral gegenüberstehen, d. h., weder Konflikte noch Synergien erzeugen. Synergie- und Konfliktpotenziale werden deutlich, wenn es um Entscheidungen über die einzusetzenden Instrumente (z. B. ordnungsrechtliche oder ökonomische Instrumente) oder über die institutionellen Zuständigkeiten (Region oder Kommune, Gesamt- oder Fachplanung) geht. Bewertungen von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen sind immer kontextabhängig unter Einbeziehung von politischen Entscheidungsträgern, Experten und Betroffenen/Interessierten (Stakeholdern) vorzunehmen, um die unterschiedlichen Perspektiven, Interessenlagen und Zielvorstellungen berücksichtigen zu können (BMVBS 2013).

Die Stadt Pfaffenhofen ist seit vielen Jahren aktiv im Klimaschutz engagiert. Parallel zum Klimaanpassungskonzept erfolgt die Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes. Beides wird in den Klimaplan 2030 münden (vgl. 1.1.4). Unter diesem Aspekt ist die Abstimmung zwischen beiden Strategien umso wichtiger. Maßnahmen beider Konzepte müssen auf gegenseitige Konflikte und Synergien hin geprüft werden und ggf. angepasst oder ausgeschlossen werden. Nachfolgend sind einige Konflikte beispielhaft als Hinweise auf eine Abstimmung der beiden Aspekte dargestellt, wie sie bei der Durchführung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen in den kommunalen Handlungsfeldern des Öfteren auftreten.

### **Siedlungsentwicklung: Wärmebelastung**

Dichte kontra aufgelockerte städtische Bauweise angesichts des zunehmenden Wärmeinseleffekts

Das Leitbild der „Kompakten Stadt“ befürwortet eine hohe städtebauliche Dichte. Dies ist in Hinblick auf den Klimaschutz positiv zu bewerten, da so eine Bündelung der Strukturen und somit eine Einsparung von Energie erreicht wird. Weiterhin wird der Flächenneuverbrauch im städtischen Umland reduziert. Eine hohe städtebauliche Dichte führt jedoch zur Zunahme des Wärmeinseleffektes, da mehr Energie im bebauten Bereich abgegeben wird, innerstädtische Grünflächen bebaut werden und der Luftaustausch mit dem Umland durch die dichtere Bebauung reduziert wird. Um derartige Konflikte zu minimieren, muss eine angemessene Dichte angestrebt und für ausreichend Durchgrünung und Frisch- bzw. Kaltluftschneisen gesorgt werden. Folgende beispielhafte Maßnahmen entsprechen sowohl Klimaschutz- als auch Klimaanpassungszielen:

- Begrünung von Gebäuden (Dächer, Fassaden, Innenräume),
- Planung vernetzter Grünflächensysteme (Grünzüge),
- Anpassung von Baumschutzsatzungen, Verwendung geeigneter Baumarten.

Ein Konflikt, dem sich die Stadtplanung oft ausgesetzt sieht, ist das Gebot der „Innen- vor Außenentwicklung“, das einer großzügigen Durchgrünung widerspricht. Oft wird dann wirtschaftlichen Überlegungen (lukrative Bebauung innerstädtischer Freiflächen) der Vorzug gegeben. In (aufgrund der demographischen Entwicklung) schrumpfenden Städten bieten sich beim Stadtumbau jedoch Möglichkeiten, durch Rückbau freiwerdende Flächen für Anpassungsmaßnahmen mittels Durchgrünung zu nutzen.

### **Freiraumentwicklung: Ausbau von Biotopverbänden**

Schaffung von Migrationskorridoren kontra Flächen für den Ausbau erneuerbarer Energien

Im Zuge des Klimawandels werden sich die Areale bestimmter Arten verändern bzw. verschieben. Um Wanderungsmöglichkeiten für diese Arten zu erhalten bzw. zu schaffen, können Biotopverbandsysteme genutzt werden. Dies bedeutet die Inanspruchnahme von Flächen im ländlichen Raum, die

auch für andere Nutzungen und nicht zuletzt für den Ausbau erneuerbarer Energien im Rahmen der Energiewende benötigt werden.

### Freiraumentwicklung / Infrastruktur: Steuerung der Flächen für erneuerbare Energien

Ausbau erneuerbarer Energien kontra Flächenbedarf für Anpassungsmaßnahmen

Der Ausbau erneuerbarer Energien ist ein wesentlicher Baustein des Klimaschutzes. Angesichts der mit dem Klimawandel einhergehenden erwarteten Zunahme von Extremereignissen wie Stürme, Schneelasten, Hagel oder Starkregen scheint es sinnvoll, Energieerzeugungssysteme zu dezentralisieren und die Ausfallwahrscheinlichkeiten bei entsprechenden Extremereignissen zu verringern. Mit dem dezentralen Ausbau erneuerbarer Energien steigt auch der Flächenbedarf für die Energiegewinnung (Solarparks – Abbildung 64, Felder mit Kurzumtriebsplantagen), der mit anderen Flächenansprüchen in Einklang gebracht werden muss. Dies kann einen Konflikt gegenüber Anpassungsmaßnahmen bedeuten, wenn es z. B. darum geht, Flächen für das Stadtklima bzw. die Klimaanpassung freizuhalten (z. B. Grünzüge, Frischluftschneisen).



**Abbildung 64: Solarpark auf Kaltluftproduktionsfläche (Quelle: Maercker 2012)**

### Infrastruktur: Energieverbrauch von Klimaanlagen in Hitzeperioden

Klimaanpassung durch energieintensive Systeme

Die künftig zunehmenden sommerlichen Temperaturen werden zu einem erhöhten Energieverbrauch für den Betrieb von Klimaanlagen führen, was dem Klimaschutz entgegensteht. Sich anbietende Konfliktlösungen sind in diesem Fall bauliche Maßnahmen zur Gebäudekühlung und Abhaltung intensiver Sonneneinstrahlung. Dies kann z. B. erreicht werden durch:

- Strahlungsschutz durch Vordächer, Markisen, Sonnensegel,
- Pflanzung angepasster Baumarten,
- helle Fassadengestaltung mit hohem Rückstrahlvermögen.

Auch eine gute Isolierung kann im Sommer zur Kühlung beitragen und im Winter helfen, Heizkosten zu senken. Müssen Kühlanlagen verwendet werden, wäre zu prüfen, in wie weit diese durch Solarstrom, der direkt am Gebäude gewonnen wird, zu betreiben ist.

In dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept wurden Synergien und Konflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung bei der Auswahl möglicher Maßnahmen berücksichtigt und Maßnahmen mit größerem Konfliktpotenzial nicht in die Maßnahmenammlung aufgenommen.

### 3.5 Maßnahmenpriorisierung

Da der Klimawandel bereits im Gange ist, wäre es wichtig, grundsätzlich alle vorgeschlagenen Maßnahmen auch umzusetzen, um die erwartbaren Risiken zu begrenzen und Chancen zu nutzen. Zudem setzt die Wirkung bestimmter Maßnahmen (z. B. Waldumbau) erst verzögert ein. Die in den Kapiteln 2.4 und 2.6 dargestellten Anpassungserfordernisse bzw. Vulnerabilitäten werfen aber die Frage auf, welche Maßnahmen für den Fall von beschränkten finanziellen und personellen Ressourcen prioritär anzugehen sind. Hier werden orientierende Hinweise dazu gegeben.

#### Künftige Vulnerabilitäten

In erster Linie muss darauf geschaut werden, welche Schwerpunktthemen bereits heute problematisch sind und auch künftig eine hohe Vulnerabilität erwarten lassen. Hier sind die Themen Hitzebelastung für die Bevölkerung und Trockenstress auf Ackerflächen zu nennen. Beide Themen sind bereits heute kritisch in ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft bzw. lokale (Land-)Wirtschaft und werden durch die fortschreitenden Auswirkungen des Klimawandels an Brisanz zunehmen.

#### Synergien der Umsetzung

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Maßnahmenumsetzung ist die synergetische Wirkung der Maßnahmen. Dies bedeutet, dass vorrangig Optionen umgesetzt werden, die sich auf mehrere Schwerpunktthemen positiv auswirken, also multifunktional sind. Dies ist den Maßnahmensteckbriefen und auch Tabelle 26 zu entnehmen. Beispiele sind Maßnahme 1.4 (Stadtklima als Kriterium in der Planung und Bauleitplanung), die drei Schwerpunktthemen beeinflusst oder Maßnahme 1.3 (Mehr grüne und blaue Strukturen im Stadtgebiet), die sowohl für Abkühlung in überhitzten Quartieren sorgt als auch überschüssiges Regenwasser versickern hilft.

#### Akteursspezifische Bedingungen

Für viele Maßnahmen wurden im Beteiligungsprozess Umsetzungshorizonte benannt. Diese erwachsen aus aktors- bzw. themenspezifischen Bedingungen, z. B. die Intensivierung des Waldumbaus (Maßnahme 3.1) erst nach Fertigstellung der Forsteinrichtungsplanung Ende 2021/Anfang 2022 oder die Erstellung eines Hitzeaktionsplanes (Maßnahme 1.5) bereits vor dem möglichen nächsten Hitzesommer (Mai 2021) zu beginnen. Andere Maßnahmen sind bereits umgesetzt (Zeitraum: laufend) und bedürfen nur einer verstärkten Beachtung im Rahmen der Klimaanpassung, z. B. Maßnahme 6.2 (Anpassung der Entsorgungsinfrastrukturen an veränderte Anforderungen). Letztlich müssen die besonderen Bedingungen und Bedürfnisse der Akteure berücksichtigt werden. Diese bieten gute Ansatzpunkte, um eine fließende und konfliktarme Umsetzung der Maßnahmen zu erreichen.

#### Ortsspezifische Ausgangslage

Pfaffenhofen an der Ilm ist keine homogene Stadt. Es gibt städtisch und ländlich geprägte Gemarkungen mit unterschiedlichen Klimawandel-Betroffenheiten bzw. typischen Klima-Themen. Dementsprechend müssen auch die Prioritäten der Maßnahmenumsetzung dem Charakter der Gemarkung angemessen sein. Hitzespezifische Maßnahmen zielen vor allem auf städtische Bereiche ab, Bodenerosion betreffende Maßnahmen eher auf ländlich geprägte Gemarkungen. Die verschiedenen Problemfelder und -orte lassen sich Tabelle 21 und Abbildung 60 entnehmen.

#### Maßnahmenplan

An die obigen Überlegungen anknüpfend sind es folgende Maßnahmen und Orte, die sich für eine prioritäre Maßnahmenumsetzung in den Schwerpunktthemen empfehlen (Tabelle 27). Ihre Umsetzung stellt einen wichtigen Schritt in Richtung auf ein klimaresilientes Pfaffenhofen dar.

**Tabelle 27: Umsetzungspriorität der Anpassungsmaßnahmen für Pfaffenhofen an der Ilm**

Schwerpunkthema	Maßnahmen	Orte
Hitzebelastung für die Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtklima als Kriterium in der Planung und Bauleitplanung (1.4)</li> <li>• Mehr grüne und blaue Strukturen im Stadtgebiet (1.3)</li> <li>• Erarbeitung eines Hitzeaktionsplans (1.5)</li> </ul>	Pfaffenhofen, Niederscheyern
Trockenstress auf Ackerflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten (4.3)</li> <li>• Entnahmestopps und Wassermanagementplan (4.2)</li> </ul>	Tegernbach, Förbach, Ehrenberg
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung von Bodenverdichtung (5.1)</li> <li>• Erweiterter Bodenschutz (5.3)</li> </ul>	Förbach, Gundamsried, Haimpertshofen, Sulzbach, Tegernbach
Trockenstress für Stadtbäume	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung des städtischen Gehölzbestandes um zukunftstaugliche Arten auf konzeptioneller Grundlage (2.1)</li> </ul>	Pfaffenhofen, Ehrenberg, Sulzbach, Tegernbach
Trockenstress auf Waldflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensivierung des Waldumbaus (3.1)</li> </ul>	Ehrenberg, Eberstetten, Förbach, Gundamsried, Sulzbach
Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung flächenhafter Regenwasserversickerung (6.1)</li> <li>• Anlage von Notentwässerungsstrukturen (6.3)</li> </ul>	Pfaffenhofen, Niederscheyern

Die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist auf ihre Förderfähigkeit nach der Bayerischen Förderlinie Kommunaler Klimaschutz (KommKlimaFör, <http://www.freistaat.bayern/dokumente/leistung/6293504734109>) bei der Bezirksregierung Oberbayern zu prüfen. Hier können Zuschüsse von bis zu 70 % zur Umsetzung von Vorhaben zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels für Kommunen und deren Zusammenschlüsse, aber auch für Kommunalunternehmen gewährt werden.

## 4. Verstetigungsstrategie

Das Ziel der Verstetigung ist die Fortschreibung des Prozesses unter sich ändernden Rahmenbedingungen (klimatischen und politischen Faktoren) bei möglichst geringem Verwaltungsaufwand. Dennoch ist die Verstetigung nicht ohne einen Mehraufwand an Arbeitszeit umsetzbar.

Für die Integration der Aspekte der Klimaanpassung ist eine Instanz in der Verwaltung erforderlich, die in regelmäßigen Abständen (z. B. vierteljährlich) zusammenkommt, um erstens die Umsetzung von Maßnahmen zu überprüfen und zweitens Anpassungen an sich ändernde Klimaeinwirkungen zu entwickeln. Ein bereits bestehendes Gremium ist der interne Nachhaltigkeitsbeirat. Er ist um Vertreter der städtischen Eigenbetriebe zu ergänzen. Fallweise sind Fachvertreter innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung zu bestimmten Themengebieten hinzuzuziehen. Für die detaillierte Ausarbeitung von Maßnahmen sind Arbeitsgruppen mit Fachakteuren einzurichten.

Für die kontinuierliche Steuerung des Prozesses wird eine verantwortliche Person bestimmt, die den Prozess am Laufen hält und die darin eingebundenen Stellen koordiniert. Dabei ist zu bedenken, dass bereits die Umsetzung der Maßnahmen im aktuellen Klimaanpassungskonzept einen spürbaren Mehraufwand in der Abteilung Klimaschutz | Nachhaltigkeit erfordern. Es kann notwendig sein, neben dem Klimaschutzmanagement mehr Ressourcen bereitzustellen. Die Koordinierung der Klimaanpassungsaktivitäten sollte jedoch in der Abteilung Klimaschutz | Nachhaltigkeit verankert werden, um ein fachübergreifendes Management zu ermöglichen und alle relevanten Themenbereiche zu erfassen.

Die Maßnahmen-Überprüfung soll in einem einjährigen Zyklus erfolgen (Zielgruppe: Verwaltung und Politik, vgl. Kapitel 5), Berichte zur Klimaanpassung ca. alle zwei bis vier Jahre (Zielgruppe: Öffentlichkeit, Verwaltung und Politik), eine Fortschreibung des Klimaanpassungskonzeptes selbst ca. alle zehn Jahre (Zielgruppe: Öffentlichkeit, Verwaltung und Politik). Hierbei kann die Stadt auch professionelle Unterstützung durch eca-Beratende durch Teilnahme am European Climate Adaptation Award (eca, [www.european-climate-award.de](http://www.european-climate-award.de)) inkl. Zertifizierung erhalten. Der European Climate Adaptation Award (eca) ist das Gegenstück zum allseits bekannten European Energy Award (eea), ein Qualitätsmanagementsystem zur kommunalen Klimaanpassung. Hierbei begleitet der eca-Beratende die Kommune bei der Aufstellung eines klimaanpassungspolitischen Arbeitsprogrammes, der Umsetzung der Maßnahmen aus diesem, der eca-Beratende prüft weiterhin den Umsetzungsstand und fertigt Fortschrittsberichte an. Bei nachweisbarem Erfolg der umgesetzten Maßnahmen, Projekte und Aktivitäten wird die Kommune mit dem European Climate Adaptation Award zertifiziert und ausgezeichnet.

Besonders bei Hochwasserschutz und (Wald-)Brandschutz ist die Stadt Pfaffenhofen auf die Kooperation mit Nachbarkommunen angewiesen. Wie die Kommunikation hierüber verstetigt werden kann, ist noch offen. Eine Möglichkeit ist der Bau- und Umweltausschuss des Kreistags.

Ein weiterer Beitrag zur Verstetigung ist die Erstellung von vertiefenden Teilkonzepten, wie z. B. der Hitzeaktionsplan (Maßnahme 1.5), die mit einem eigenen Controlling-System versehen werden und von den eingebundenen Fachstellen dezentral gesteuert werden können. Ein anderes Beispiel ist die aktuelle Konzepterstellung zur Anpassung des Stadtgrüns.

Um die Kompetenz der Stadtverwaltung im Bereich der Klimaanpassung zu erhöhen, werden regelmäßige Weiterbildungsangebote zum Thema für Verwaltungsmitarbeiter angeboten (siehe Maßnahme 1.4 - Stadtklima als Kriterium in der Planung und Bauleitplanung).

## 5. Controlling-Konzept

Zur Prüfung der Wirksamkeit geeigneter Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel für Pfaffenhofen sind lokal angepasste Indikatoren notwendig. Daneben ist die weitere messbare klimatische Entwicklung fortzuschreiben. Setzen sich die klimatischen Trends durch den bereits stattfindenden Klimawandel fort oder werden diese teilweise noch verstärkt?

Damit die Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes für Pfaffenhofen gewährleistet wird, muss diese regelmäßig durch ein Monitoring geprüft bzw. fortgeschrieben werden und entsprechende Monitoringberichte vorgelegt werden (Abbildung 65). Ein sogenannter Maßnahmenbericht wird möglichst im Jahresrhythmus verfasst werden und auf den Umsetzungsstand einzelner Maßnahmen eingehen. Alle zwei bis vier Jahre ist eine ausführlichere Betrachtung der Klimaanpassungsaktivitäten in Pfaffenhofen sowie eine Fortschreibung der klimatischen Entwicklung unter Berücksichtigung neuer fachlicher Erkenntnisse empfehlenswert.

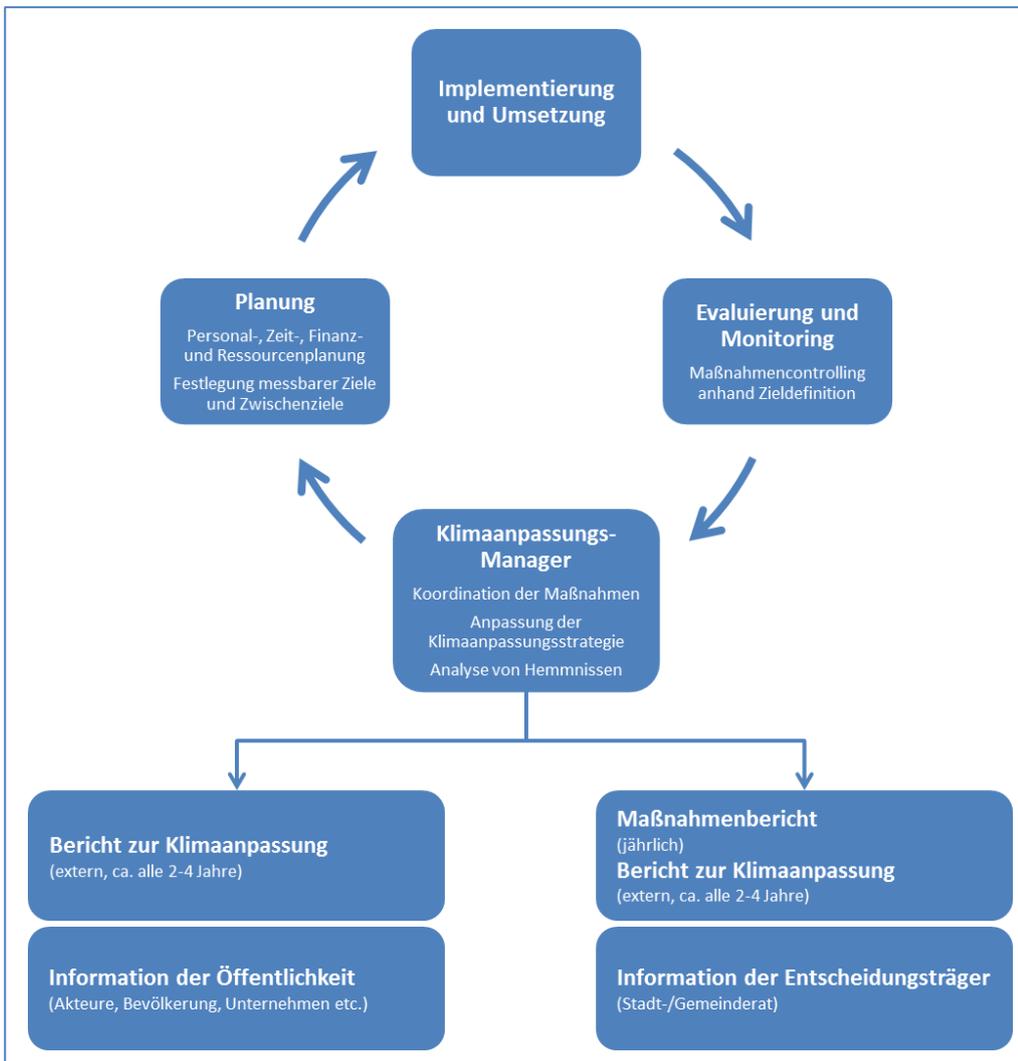


Abbildung 65: Controlling des Klimaanpassungskonzeptes (Quelle: [www.klimascout.de](http://www.klimascout.de), verändert)

Wurden die geplanten Maßnahmen im Rahmen der Klimaanpassung (teilweise) umgesetzt, muss überprüft werden, ob diese die erhoffte Wirkung entfalten und ob die definierten Ziele erreicht wurden/werden. Dies kann mit Hilfe des Controllings überprüft werden. Das Controlling erfüllt dabei mehr als einen Soll-Ist-Vergleich. Es handelt sich um einen Kreislauf, in dem die Situation der Kommunen regelmäßig analysiert und Empfehlungen zur Modifikation oder Beibehaltung bisheriger Instrumente gegeben werden. Davon ausgehend werden die definierten Ziele und die Planung (Personal, Zeit, Finanzen und Ressourcen) an die aktuelle Situation angepasst.

Das Controlling bezieht sich somit auf zwei wesentliche Aspekte: einerseits das Monitoring der klimatischen Entwicklung, andererseits die Überprüfung des Umsetzungsstandes der Anpassungsmaßnahmen. Laut Umweltbundesamt (UBA 2015a) sind Impact- und Response-Indikatoren für das Monitoring der Auswirkung des Klimawandels bzw. der Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen auf verschiedene Handlungsfelder geeignet.

### Impact-Indikatoren

Mittels Impact-Indikatoren werden die fortschreitenden Auswirkungen des Klimawandels auf eine Region geprüft. Ihre zeitlichen Veränderungen geben Auskunft darüber, wie erfolgreich Klimaschutzmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten gewirkt haben und entlang welcher projizierten Szenarios sich die klimatische Realität entwickelt.

Grundsätzlich eignen sich die als Klimasignal für die Analyse verwendeten Klimakennwerte des LfU auch als Impact-Indikatoren für das Controlling, sowohl in der Fortschreibung der Messdaten als auch bei der Auswertung neuester Klimaprojektionen:

- Hitzebelastung für die Bevölkerung: mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen,
- Trockenstress für Stadtbäume, auf Wald- und Ackerflächen: mittlere Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr (April-September);
- Erosive Sturzfluten auf Ackerflächen sowie Überschwemmungen durch Starkregen und IIm-Hochwasser: mittlere jährliche Anzahl an Starkregentagen.

Aber auch allgemeinere Klimakennwerte wie die mittlere jährliche Lufttemperatur und die Jahresniederschlagssumme geben Hinweise auf die klimatische Veränderung in der Region.

Als Anhaltspunkt für ergänzende Impact-Indikatoren können jene der Machbarkeitsstudie „Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern“ des LfU dienen (LfU 2018). Diese orientieren sich an den Handlungsfeldern der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie (BayKLAS) und umfassen derzeit 18 umgesetzte Impact-Indikatoren und weitere 27 Indikator-Ideen (Tabelle 28).

**Tabelle 28: Übersicht über Indikatoren und Indikationsideen in den Handlungsfeldern der BayKLAS (Quelle: LfU 2018, S. 23)**

Handlungsfelder der BayKLAS (Kürzel der Handlungsfelder)	gesamt	Impact		Response	
		Ideen	Umsetzung	Ideen	Umsetzung
Wasserwirtschaft (WW)	15	9	2	3	1
Landwirtschaft (LW)	2 (+ ?)	Noch unvollständig	1	Noch unvollständig	1
Wald und Forstwirtschaft (FW)	9	5	1	2	1
Naturschutz (NA)	7	2	2	3	-
Bodenschutz und Georisiken (BO)	5	3	2	-	-
Menschliche Gesundheit (GE)	5	2	3	-	-
Katastrophenschutz (KS)	1	-	1	-	-
Raumordnung (RO)	2	-	-	1	1
Städtebau / Bauleitplanung (SB)	3	1	-	-	2
Bauwesen (BA)	1	-	-	-	1
Straßenbau und Verkehr (VE)	4	2	2	-	-
Energiewirtschaft (EW)	7	2	2	3	-
Industrie und Gewerbe (IG)	2	1	-	-	1
Tourismus (TO)	-	-	-	-	-
Finanzwirtschaft (FI)	3	-	2	1	-
<b>Gesamt</b>	<b>66</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>8</b>

Die Indikatoren sind in der Veröffentlichung kurz erläutert und meist mit Datenquelle sowie einer Aufwandsschätzung versehen (Tabelle 29). Auch wenn diese Indikatoren nicht explizit für Pfaffenhofen an der Ilm erhoben werden, kann sich an den Trends für Bayern orientiert und die Entwicklung plausibel auf die Region Pfaffenhofen übertragen werden.

**Tabelle 29: Impakt-Indikator und Indikationsidee für das Handlungsfeld Landwirtschaft (Quelle: LfU 2018, S. 27)**

Code I=Impact	Titel Kurzbeschreibung	Aufwandschätzung	Erläuterung
I-LW-1	Dauer der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode Dauer zwischen Beginn und Ende der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode	Mittel	Methodischer Vorschlag ist noch nicht getroffen; für Berechnung der Vegetationsdauer gibt es sehr unterschiedliche Ansätze, die auf Schwellenwerten der Temperatur oder Temperatursummen und / oder phänologischen Beobachtungsdaten beruhen; ein einheitlicher Standard existiert nicht.
I-LW-2	<b>Verschiebung agrarphänologischer Phasen</b> Mittlerer Zeitpunkt des Blühbeginns von Wintertraps und Apfel im Mittel Bayerns	Mittel, ca. 4 Stunden	Indikator wurde bereits umgesetzt; Der Indikator „Beginn der Apfelblüte“ wird im Umweltindikatorensystem Bayern genutzt und jährlich aktualisiert. <a href="http://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/klima_energie/klimawandel_vegetationsentwicklung">www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/klima_energie/klimawandel_vegetationsentwicklung</a> Für die Fortschreibung der Daten zum Blühbeginn des Wintertraps müssen große Datenmengen verarbeitet werden.

Das Zusammentragen und Prüfen der Impakt-Indikatoren würde ca. alle zwei bis vier Jahre durch den Klimaanpassungsmanager oder ein Mitglied einer „Arbeitsgruppe Klimaanpassung“ mit vertretbarem Zeitaufwand (ein bis zwei Arbeitstage) realisiert und in einem Kurzbericht zur Klimaanpassung für Verwaltung und Öffentlichkeit aufbereitet werden. Im Ergebnis des Monitorings kann es nötig sein, weiterführende Teilkonzepte als Vertiefung des Klimaanpassungskonzeptes anzugehen, wenn z. B. die klimatische Entwicklung bestimmte Handlungsfelder oder Klimafolgen in den Fokus rückt.

### Response-Indikatoren

Response-Indikatoren fungieren als Erfolgsindikatoren zum Umsetzungsstand der abgestimmten Anpassungsmaßnahmen. Hierfür wurden bei dem ersten Akteursworkshop Ideen für Erfolgsindikatoren diskutiert (vgl. Tabelle 25) und später bei der Erarbeitung der Maßnahmensteckbriefe festgeschrieben. Jeder Maßnahme sind entsprechende Indikatoren beigefügt, die den Umsetzungsstand messbar machen. Diese Erfolgsindikatoren sind auch in Tabelle 31 noch einmal gebündelt dargestellt.

Über diese für Pfaffenhofen abgestimmten Erfolgsindikatoren hinaus, bietet die bereits erwähnte Machbarkeitsstudie „Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern“ des LfU (LfU 2018) weitere acht Response-Indikatoren bzw. 13 Ideen zu solchen an (Tabelle 30). Diese können bei Bedarf zusätzlich für die obigen Maßnahmen verwendet werden oder falls im Pfaffenhofener Anpassungsprozess neue Maßnahmen erarbeitet werden, z. B. für andere Handlungsfelder oder Klimafolgen.

**Tabelle 30: Response-Indikatoren für das Handlungsfeld Städtebau/Bauleitplanung (Quelle: LfU 2018, S. 35)**

Code R=Response	Titel Kurzbeschreibung	Aufwandschätzung	Erläuterung
R-SB-1	<b>Flächenverbrauch</b> Mittlere tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV)	Gering, ca. 2 Stunden	Indikator wurde bereits umgesetzt. Der Indikator „Flächenverbrauch“ wird im Umweltindikatorensystem Bayern sowie im Flächenverbrauchs-Bericht jährlich aktualisiert. <a href="http://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/ressourcen_effizienz/flaechenverbrauch/index.htm">www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/ressourcen_effizienz/flaechenverbrauch/index.htm</a> Daten des Landesamtes für Statistik aus der Flächennutzungsstatistik werden verarbeitet.
R-SB-2	<b>Erholungsfläche in Städten</b> Anteil der Erholungs- und Friedhofsfläche in Städten	Gering, ca. 2 Stunden	Indikator wurde bereits umgesetzt; Daten des Statistischen Bundesamtes aus der Flächennutzungsstatistik werden verarbeitet.

Tabelle 31: Erfolgsindikatoren für die Klimaanpassungsmaßnahmen in Pfaffenhofen an der Ilm

Nr.	Maßnahmentitel	Erfolgsindikatoren
1.1	Masterplan „Cooles PAF“	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl der umgesetzten Maßnahmen</li> <li>Wiederholte Temperaturmessungen an den „Hot Spots“</li> </ul>
1.2	Mehr Dach- und Fassadenbegrünung	<ul style="list-style-type: none"> <li>jährlich installierte Flächen an Dach- und Fassadenbegrünung</li> </ul>
1.3	Mehr grüne und blaue Strukturen im Stadtgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächensumme jährlich neu geschaffener bzw. aufgewerteter Grün- und Wasserflächen</li> </ul>
1.4	Stadtklima als Kriterium in der Planung und Bauleitplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umfang des Kriterien- und Maßnahmenkataloges</li> <li>Anzahl umgesetzter Maßnahmen je Baumaßnahme</li> <li>Teilnehmerzahl themenbezogener Weiterbildungen</li> </ul>
1.5	Erarbeitung eines Hitzeaktionsplans	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchdringung betroffener Bereiche</li> </ul>
2.1	Erweiterung des städtischen Gehölzbestandes um zukunftstaugliche Arten auf konzeptioneller Grundlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßiges Monitoring des Baumkatasters (z. B. Anzahl an Bäumen, Anzahl der Arten, mittlere Vitalitätsbewertung)</li> </ul>
2.2	Intensivierung von Baumpatenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl der Baumpatenschaften</li> </ul>
3.1	Intensivierung des Waldumbaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anteil klimaresilienter Baumarten</li> <li>umgebaute Waldfläche in Hektar</li> <li>Menge an Verbisschäden</li> <li>Anteil ungenutzten Waldes</li> </ul>
3.2	Sensibilisierung für klimawandelbedingte Gefahren in Wäldern	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl der Waldbrände bzw. der davon betroffenen Fläche</li> </ul>
4.1	Schaffung oberirdischer Wasserreserven	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jährlicher Zuwachs oberirdischer Wasserreserven in Kubikmetern</li> </ul>
4.2	Entnahmestopps und Wassermanagementplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhe des (sommerlichen) Grundwasserpegels</li> </ul>
4.3	Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleich der landwirtschaftlichen Artenauswahl</li> <li>Ernteertrag je Hektar</li> </ul>
5.1	Vermeidung von Bodenverdichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl und Orte der Erosionsereignisse</li> </ul>
5.2	Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt beraten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl und Orte der Erosionsereignisse</li> <li>Anzahl der beseitigten Erosions-Hot-Spots</li> </ul>
5.3	Erweiterter Bodenschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl und Orte der Erosionsereignisse</li> <li>Bedarf der Bewässerung</li> </ul>
6.1	Förderung flächenhafter Regenwasserversickerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Turnusmäßige Prüfung der Flächenversiegelung</li> <li>Jährliche Statistik der neu entsiegelten bzw. teilentsiegelten Flächensumme und/oder der Umfang des Entsigelungskatasters</li> <li>Teilnehmerzahl Informationsveranstaltungen/Einzelberatungen</li> </ul>
6.2	Anpassung der Entsorgungsinfrastrukturen an veränderte Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbaufortschritt/Kontrollfortschritt des Kanalsystems in Metern hinsichtlich eines relevanten Bemessungsregens</li> </ul>
6.3	Anlage von Notentwässerungsstrukturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl der Feuerwehreinsätze infolge von Starkregen-Überschwemmungen an der betreffenden Stelle</li> <li>Entwicklung der Schadenssummen durch Überschwemmungen in den vormals betroffenen Quartieren</li> </ul>
6.4	Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Länge renaturierter Gewässerabschnitte</li> <li>Größe erworbener Flächen bzw. erweiterter Retentionsräume</li> <li>Vergleich alter und neuer Hochwassermodellierungen (Ilm)</li> </ul>
6.5	Beseitigung von Abflusshindernissen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Länge geprüfter bzw. hindernisbereinigter Gewässerabschnitte</li> <li>Häufigkeit von Verklausungen und Überschwemmungen</li> </ul>
6.6	Erarbeitung eines Überflutungskatasters	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umfang des Einsatzkatasters (zeitlicher Umfang, thematischer Umfang der ausgewerteten klimawandelrelevanten Themen)</li> </ul>

Das Zusammentragen und Prüfen der Response- bzw. Erfolgsindikatoren erfolgt idealerweise einmal jährlich und mündet in einen Maßnahmenbericht für die Verwaltung. Die Aufbereitung kann der Klimaanpassungsmanager oder ein Mitglied einer „Arbeitsgruppe Klimaanpassung“ übernehmen. Anders als bei den Impact-Indikatoren ist hier mit einem erhöhten Arbeitsaufwand von drei bis fünf Arbeitstagen zu rechnen, in Abhängigkeit davon, wie schnell und vollständig die entsprechenden Angaben von den, die Maßnahmen umsetzenden Stellen, bereitgestellt werden. Entspricht die Entwicklung der Erfolgsindikatoren für eine oder mehrere Maßnahmen nicht den Erwartungen oder Zielen, kann es notwendig werden, mögliche Hindernisse bei der Umsetzung der Maßnahmen zu prüfen und ggf. mittels angepasster Verantwortlichkeiten und/oder Prozessschritte nachzusteuern.

## 6. Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Schon während der Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts hat es sich gezeigt, dass der Begriff der Klimafolgenanpassung als Ganzes schwer vermittelbar ist. Um eine wirksame Öffentlichkeitsarbeit zu erreichen, müssen deshalb die Teilaspekte – Hitzeeinwirkung, Trockenheit usw. – vermittelt, die Betroffenheit des Einzelnen erklärt und verschiedene Zielgruppen in geeigneter Weise angesprochen werden. Im Folgenden werden die einzelnen Kommunikationsziele erläutert.

### **Kommunikationsziel „Klimawandel braucht Klimaanpassung“**

Die Inhalte des Klimaanpassungskonzeptes sind so zu kommunizieren, dass sie die Anstrengungen der Stadt zum Klimaschutz ergänzen. Es muss vermieden werden, dass durch die Einsicht, der Klimawandel ist nicht aufzuhalten, die Unterstützung von Klimaschutzmaßnahmen durch die Bürger nachlässt. Die Themen der Klimaanpassung werden gemeinsam in ein Kommunikationskonzept eingebettet, das in der Art eines Jahreskalenders die verschiedenen Aspekte der Klimaanpassung aufnimmt und einen Themenrahmen vorgibt. An diesem Rahmen richten sich dann nicht nur die Stadtverwaltung, sondern auch andere Akteure mit eigener Öffentlichkeitsarbeit (z. B. Stadtwerke und weitere Eigenbetriebe) aus. Die gemeinsame Bearbeitung von Themen aus den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung hat die klare Botschaft „das eine tun und das andere nicht lassen“.

### **Kommunikationsziel „Verantwortung und Handlungsmöglichkeiten des Einzelnen“**

Der Einfluss der Stadt auf Klimaanpassungsmaßnahmen hat seine Grenzen dort, wo die privaten Rechte und Interessen anfangen. An Beispielen wird aufgezeigt wie z. B. private Haus- und Grundstückseigentümer das Stadtklima positiv beeinflussen können oder wie Landwirte durch bestimmte Bewirtschaftungsformen die Erosion reduzieren. Ein mögliches „Anschauungsobjekt“ sind die Temperaturmessungen an einer nicht begrünten und einer begrünten Fassade mit gleicher Sonneneinstrahlung, deren Messergebnisse anschaulich auf der Homepage abrufbar sind (siehe Maßnahme 1.2).

### **Kommunikationsziel „Bürger einbeziehen“**

Allgemeine Kampagnen gehen oft in der Vielfalt und Anzahl der täglichen Meldungen unter. Nachhaltige Wirkung wird dann erzielt, wenn die Bürger in ihrem unmittelbaren Lebensumfeld abgeholt werden. Entsprechende Aktionen sind die Begehung von öffentlichen Plätzen, aber auch von Kindergärten, Schulen und Pflegeheimen durch die Nutzer und die Beschäftigten, um z. B. Orte mit besonderer Hitzebelastung herauszufinden und entsprechende Maßnahmen zu entwickeln. Solche Maßnahmen können Teil der Maßnahme 1.1 „Cooles PAF“ und 1.5 „Hitzeaktionsplan“ sein.

### **Kommunikationsziel „Vorbeugung und aktuelle Information“**

Neben technischen und konstruktiven Maßnahmen z. B. zur Anpassung an die Hitzebelastung, sind Informationen über geeignete Verhaltensweisen ein wesentlicher Bestandteil. Besonders exponierte Bevölkerungsgruppen sind ältere Menschen und Kinder. Allgemeine Informationen sind Bestandteil des Themenkalenders (siehe oben). Zielgerichtete Informationen werden im Hitzeaktionsplan aufgenommen (Maßnahme 1.5).

### **Kommunikationsziel „Beratung“**

Der Aufbau einer zentralen Beratungsstelle zur Klimafolgenanpassung empfiehlt sich nicht, weil die Betroffenheit der einzelnen Zielgruppen sehr unterschiedlich ist und deshalb auch umfangreiche Kompetenzen bei der Beratung erfordern würde. Das Beratungsangebot wird deshalb dezentral aufgebaut und in bestehende Angebote, wie z. B. im Bereich Bauen oder Senioren integriert.

## 7. Schlussbemerkungen

Das vorliegende Klimaanpassungskonzept stellt die Ergänzung der Bemühungen im Bereich Klimaschutz der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm dar. Im Konzept wurden die projizierten klimatischen Veränderungen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts dargestellt und für sechs, für die Stadt besonders relevante, Schwerpunktthemen Detailanalysen durchgeführt. Mit den Klimadaten des LfU stand eine gute Datengrundlage zur projizierten klimatischen Entwicklung in der Region Pfaffenhofen zur Verfügung. Diese zeigen in Verbindung mit den realen Messdaten der letzten Jahrzehnte, dass die klimatische Entwicklung teilweise bereits heute über den projizierten Aussagen des „worst case“-Szenarios (PRC8.5) des Weltklimarates (IPCC) liegen. Eine entschlossene Umsetzung von Klimaschutzaktivitäten ist heute umso wichtiger.

Das erarbeitete Anpassungskonzept kann nicht als abschließend betrachtet werden. Es stellt eine Basis für die weitere Beschäftigung mit dem Thema dar, nicht deren Ende. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden werden auch in Zukunft das Verständnis um Zusammenhänge, Entwicklungen und Handlungsoptionen erweitern. Die Notwendigkeit zur Beschäftigung mit dem Thema Klimaanpassung sowie der Übertragung neuer Erkenntnisse in die kommunale Praxis bleibt damit auch nach Fertigstellung des Anpassungskonzeptes bestehen.

Klimaanpassung ist ein insgesamt dynamischer Prozess, der von dem stetig wachsenden Wissen um Prozesszusammenhänge ebenso profitiert wie von kontinuierlicher Reflexion zu der Angemessenheit bestehender Handlungsansätze. Gleichwohl macht es die Dynamik des Klimawandels erforderlich, auch auf Basis beschränkter Sicherheit über absehbare Klimafolgen, bereits jetzt zu handeln (Abbildung 66), um unumkehrbare Folgen des Klimawandels zu begrenzen, da Anpassung, z. B. in der Forstwirtschaft oder der Stadtentwicklung, sehr zeitaufwändig ist. Der Schwerpunkt der Handlungsempfehlungen liegt auf sogenannten „No-regret-Maßnahmen“, also Anpassungsmaßnahmen, die sich multifunktional begründen lassen und unabhängig von den konkret eintretenden Folgen des Klimawandels bereits für die heutige Bevölkerung der Stadt Pfaffenhofen einen Nutzen versprechen.

Pfaffenhofen an der Ilm ist im Bereich Klimaschutz visionär und wegweisend und vielen anderen Kommunen ein gutes Beispiel. Die Ambitionen und das Engagement der Kommunalverwaltung, der Akteure und der Bürgerschaft lassen darauf hoffen, dass die Stadt Pfaffenhofen auch im Bereich Klimaanpassung beispielhaft voranschreiten wird, die notwendigen Anpassungsmaßnahmen ergreift und somit allen jetzigen und künftigen Bürgern ein lebenswertes Zuhause bieten kann.

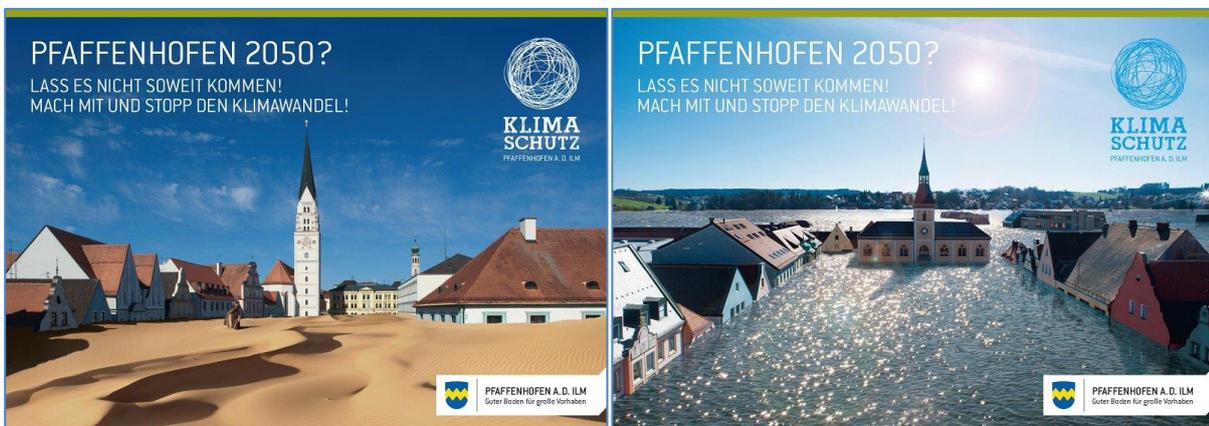


Abbildung 66: Öffentlichkeitskampagne mit Klimaschutz-Postkarten (Quelle: Stadt Pfaffenhofen 2015)

## Quellen

- BBD - Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel; vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Berlin. Online unter [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_gesamt\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf) (Letzter Zugriff: 23.09.2020)
- BBD - Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel; vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen. Berlin Online unter [https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan\\_anpassung\\_klimawandel\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf) (Letzter Zugriff: 23.09.2020)
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2012): Landschaftssteckbrief Donau-Isar-Hügelland. Bonn. Online unter: <https://www.bfn.de/landschaften/steckbriefe/landschaft/show/6200.html> (Letzter Zugriff: 09.09.2020)
- BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Klimagerechte Stadtentwicklung – Planungspraxis - aktualisierte Fassung der BBSR-Online\_Publikation, Nr. 25/2009. BMVBS-Online-Publikation 11/2010. Berlin. Online unter [https://www.keg-bw.de/fileadmin/user\\_upload/Kommunaler\\_Klimaschutz/Wissensportal/Klimaanpassung/BBSR\\_Klimawandelgerechte\\_Stadtentwicklung\\_Planungspraxis2010.pdf](https://www.keg-bw.de/fileadmin/user_upload/Kommunaler_Klimaschutz/Wissensportal/Klimaanpassung/BBSR_Klimawandelgerechte_Stadtentwicklung_Planungspraxis2010.pdf) (Letzter Zugriff: 23.09.2020)
- BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2013): Alles im Wandel: Demografische und klimatische Veränderungen im Kontext der integrierten Stadtentwicklung. Online unter <http://d-nb.info/1045786357/34> (Letzter Zugriff 19.09.2020)
- Essl, F. & Rabitsch, W. (2013): Biodiversität und Klimawandel: Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa.
- Falk, W.; Dietz, E.; Grünert, S.; Schultze, B. & C. Kölling (2008): Wo hat die Fichte genügend Wasser? Neue überregional gültige Karten des Wasserhaushalts von Fichtenbeständen verbessern die Anbauentscheidung. In: LVF aktuell 66, S. 21-25. Online unter [https://www.lvf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/a66\\_wo-hat-die-fichte-genuegend-wasser.pdf](https://www.lvf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/a66_wo-hat-die-fichte-genuegend-wasser.pdf) (Letzter Zugriff 19.09.2020)
- Greiving, S. (2002): Räumliche Planung und Risiko. München.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2007): Klimaänderung 2007. Synthesebericht. Stuttgart. Online unter <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/IPCC2007-SYRgerman.pdf> (Letzter Zugriff 19.09.2020)
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2014a): Klimaänderung 2014. Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. Berlin. Online unter [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/AR5-WGII\\_SPMgerman.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/AR5-WGII_SPMgerman.pdf) (Letzter Zugriff 19.09.2020)
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2014b): Climate Change 2014: Impacts, adaption, and vulnerability. Kernbotschaften des Berichts. Yokohama. Online unter [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/ipcc\\_sachstandsbericht\\_5\\_teil\\_2\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/ipcc_sachstandsbericht_5_teil_2_bf.pdf) (Letzter Zugriff 19.09.2020)
- lFS - Bayerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2020a): Volkszählung und Bevölkerungsfortschreibung. Fürth. Online unter: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/data?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1599476644023&code=12111> (Letzter Zugriff: 09.09.2020)
- lFS - Bayerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2020b): Bevölkerungsvorausberechnung für Gemeinden. Fürth. Online unter: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/data?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1599657041591&code=12421D> (Letzter Zugriff: 09.09.2020)
- lfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018): Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern – Machbarkeitsstudie. Augsburg. Online unter: [https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00151.htm](https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00151.htm) (Letzter Zugriff: 02.09.2020)
- lfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2019): Pilotstudie - Klimawirkungskarten Bayern – Machbarkeitsstudie. Augsburg. Online unter: [https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00168.htm](https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00168.htm) (Letzter Zugriff: 02.09.2020)
- lfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2020): lfU-Infoblatt zu Klimadaten. Beobachtungsdaten, Klimaprojektionsensemble und Klimakennwerte für Bayern. Augsburg.

- lfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (o.J.): Karte der Naturraum-Haupteinheiten und Naturraum-Einheiten in Bayern. Augsburg. Online unter: [https://www.lfu.bayern.de/natur/naturraeume/doc/haupteinheiten\\_naturraum.pdf](https://www.lfu.bayern.de/natur/naturraeume/doc/haupteinheiten_naturraum.pdf) (Letzter Zugriff: 09.09.2020)
- LFW - Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (o.J.): Metadaten Wasserhaushalt. Freising.
- PAF – Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Hrsg.) (2012): Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Pfaffenhofen an der Ilm. Online unter: [https://pfaeffenhofen.de/dokumente/41/PAF\\_Gesamtstudie\\_final-aktualisiert.pdf](https://pfaeffenhofen.de/dokumente/41/PAF_Gesamtstudie_final-aktualisiert.pdf) (letzter Zugriff: 01.09.2020)
- PAF – Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Hrsg.) (2020a): Standortvorteile - Das bietet Pfaffenhofen. Online unter: <https://pfaeffenhofen.de/artikel/standortvorteile-das-bietet-pfaeffenhofen> (letzter Zugriff: 09.09.2020)
- PAF – Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Hrsg.) (2020b): Alles rund um Pfaffenhofen a. d. Ilm (Stadtportrait). Online unter: <https://pfaeffenhofen.de/artikel/alles-rund-um-pfaeffenhofen-a-d-ilm-stadtportrait> (letzter Zugriff: 09.09.2020)
- PAF – Stadt Pfaffenhofen an der Ilm (Hrsg.) (2020c): Stadtbuss Pfaffenhofen. Online unter: <https://pfaeffenhofen.de/artikel/stadtbuss> (letzter Zugriff: 09.09.2020)
- RPG-SWT – Regionale Planungsgemeinschaft Südwestthüringen (Hrsg.) (2015): Regionales Energie- und Klimakonzept. Teilkonzept II - Raumentwicklungsstrategie Klimawandel. Online unter: [https://regionalplanung.thueringen.de/fileadmin/user\\_upload/Suedwestthueringen/Dokumente/Themen\\_und\\_Projekte/Energie- und Klimakonzept/sw-pdf-broschresklimawandel.pdf](https://regionalplanung.thueringen.de/fileadmin/user_upload/Suedwestthueringen/Dokumente/Themen_und_Projekte/Energie- und Klimakonzept/sw-pdf-broschresklimawandel.pdf) (letzter Zugriff: 09.09.2020)
- SSB - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (Hrsg.) (2011): Stadtentwicklungsplan Berlin. Berlin. Online unter [https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step\\_klima\\_broschuere.pdf](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_broschuere.pdf) (letzter Zugriff: 09.09.2020)
- STMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015): Klima-Report Bayern 2015. Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten. München. Online unter: [https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv\\_klima\\_008.htm](https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_008.htm) (Letzter Zugriff: 02.09.2020)
- STMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2016): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie. München. Online unter: [https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv\\_klima\\_009.htm](https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_009.htm) (Letzter Zugriff: 02.09.2020)
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2013): Handbuch zur guten Praxis der Anpassung an den Klimawandel. Dessau-Roßlau. Online unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/uba\\_handbuch\\_gute\\_praxis\\_wb\\_bf\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/uba_handbuch_gute_praxis_wb_bf_0.pdf) (Letzter Zugriff: 23.09.2020)
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015a): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Online unter [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht\\_2015\\_zur\\_deutschen\\_anpassungsstrategie\\_an\\_den\\_klimawandel.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht_2015_zur_deutschen_anpassungsstrategie_an_den_klimawandel.pdf), (letzter Zugriff: 23.09.2020)
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015b): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Online unter [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate\\_change\\_24\\_2015\\_vulnerabilitaet\\_deutschlands\\_gegenueber\\_dem\\_klimawandel\\_1.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf), (letzter Zugriff: 23.09.2020)
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Online unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das\\_monitoringbericht\\_2019\\_barrierefrei.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf) (letzter Zugriff: 22.09.2020)
- WBBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung "Globale Umweltveränderungen" (Hrsg.) (2006): Die Zukunft der Meere - zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten, Berlin. Online unter [https://www.wbgu.de/fileadmin/user\\_upload/wbgu/publikationen/sondergutachten/sg2006/pdf/wbgu\\_sn2006.pdf](https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/sondergutachten/sg2006/pdf/wbgu_sn2006.pdf) (letzter Zugriff: 22.09.2020)

## Anhang

### Maßnahmensteckbriefe

Nummer	1.1		
Titel	Masterplan „Cooles PAF“		
Schwerpunkt- thema	X	Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Schaffung von Wohlfühlbereichen an Hitzetagen		
Kurzbeschrei- bung	Es werden zuerst „Hot Spots“ wie Plätze, Bushaltestellen, Spielplätze etc. identifiziert und eine Prioritätenliste erstellt, die Kriterien wie Nutzungshäufigkeit, Art der Beschattungs-/ Kühlungsmaßnahmen und Umsetzungskosten berücksichtigt. Darauf aufbauend wird für die höchstpriorisierten „Hot Spots“ eine Umsetzungsplanung erstellt und die Einzelmaßnahmen durchgeführt. Die Auswahl der umzusetzenden Maßnahmen/Orte kann durch Bürgerbeteiligung erfolgen.		
Prozessbeschrei- bung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammlung von Hot Spots: Hinweise auf hitzebelastete Orte aus der Bürgerinformationsveranstaltung vom 13.02.2020; Ergänzung durch Begehungen, über den Klimaradar (Weiterführung notwendig!), Erfahrungen der Stadtwerke und evtl. zusätzliche Bürgerveranstaltung zur Verortung → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• „Citizen Science Projekt“ (fakultativ): Bürger*innen beteiligen sich mit Temperaturmessungen</li> <li>• Auswahl von Hot Spots: begrenzte Anzahl von „Hot Spots“ (z. B. 10-15) wird ausgewählt → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Vorplanung der Maßnahmen: Für die ermittelnden Orte werden Maßnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung entsprechend der Charakteristik der Orte gesucht und die entsprechenden Kosten abgeschätzt. → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Prioritätenliste: Priorisierung der Einzelprojekte für den Masterplan anhand von Kriterien wie „Nutzungshäufigkeit“, „Ausprägung der Hitzebelastung“ und „Kosten“. → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Freigabe zur Umsetzung: Umsetzungsentscheidung zu den Einzelprojekten innerhalb des Masterplans (etwa fünf Projekte von ursprünglich 10-15 Ideen) erfolgt entweder durch die Verwaltung (innerhalb eines Budgets), durch den Stadtrat oder mit Bürgerbeteiligung. → <i>Meilenstein 5</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Augsburg bleibt cool“, Identifizierung von Hitzeinseln unter Einbezug von „Citizen Science“ (<a href="https://bit.ly/2MwmirX">https://bit.ly/2MwmirX</a>)</li> <li>• Untersuchung der Wärmebelastung in Jenaer Kindertagesstätten und Grundschulen (<a href="https://bit.ly/3hpXHTZ">https://bit.ly/3hpXHTZ</a>)</li> </ul>		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch; Leuchtturmprojekt		
Zeitraum	Start 2021		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: moderat bis hoch (Erfassung und Planung)</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: moderat bis hoch</li> <li>• Investitionen: moderat bis hoch</li> <li>• Beispiel Mobilität: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: 25-30 MT</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: Begrünung eines Bushaltestellendaches: 65€/qm → 650- 800€; Kosten eines Schattenspenders: 600-1.000€</li> <li>• Investitionen: Abhängig davon, wie viele Bushaltestellen verbessert werden sollen; grobe Schätzung etwa 20.000€ für Mobilität</li> </ul> </li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bauamt, Klimaschutz   Nachhaltigkeit</li> <li>• Relevante Akteure: Stadtverwaltung, Stadtwerke Pfaffenhofen (z.B. Bushaltestellen), Bürger</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der umgesetzten Maßnahmen</li> <li>• Wiederholte Temperaturmessungen an den „Hot Spots“</li> </ul>		
Synergien und Konflikte	Maßnahme „Grüne und blaue Strukturen (1.3)“		

Nummer	1.2		
Titel	Mehr Dach- und Fassadenbegrünung		
Schwerpunktthema	X	Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	X Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Reduzierung der Wärmeaufnahme von Gebäuden		
Kurzbeschreibung	Die Bepflanzung von Dächern und Fassaden reduziert die Aufheizung der Gebäudeaußenfläche. Eintreffende Strahlungsenergie wird durch die vergrößerte Oberfläche der Vegetation reflektiert, für Photosynthese verbraucht und über die Verdunstung der Pflanzen und des Bodensubstrats in latente Wärme umgewandelt. Damit steht wesentlich weniger Energie für die Aufheizung der Gebäude zur Verfügung. Die Luft wird zudem lokal durch die Verdunstung befeuchtet und gekühlt. Ggf. könnte diese Maßnahme mit Photovoltaik-Modulen auf Dächern/an Fassaden kombiniert werden. Wenn die Stadt mit gutem Beispiel vorangeht, kann die Akzeptanz von Fassaden- und Dachbegrünungen erhöht werden.		
Prozessbeschreibung	<p><u>1.2.1 - Kommunale Liegenschaften</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentialanalyse: Prüfung der Bestandsgebäude auf Dachcharakteristik (Form, Neigung, Exposition) und Strahlungsausbeute auf Dach- &amp; Fassadenbegrünung und Photovoltaik. Zur ersten Abschätzung, Verwendung des Gründach- und Solarpotenzialkataster des Landkreises Pfaffenhofen: (<a href="https://www.solare-stadt.de/landkreis-pfaffenhofen">https://www.solare-stadt.de/landkreis-pfaffenhofen</a>) und Prüfung für Neubauplanungen → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Machbarkeitsanalyse: Detailprüfung bei geeigneten Gebäuden z. B. Gebäudenutzung, Baustatik → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Umsetzungsphase: Umsetzungsplanung von der Stadtverwaltung und/oder einem Fachplanungsbüro → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Verstetigung: Ausarbeitung entsprechender Vorgaben für Neubauvorhaben in Bebauungsplänen zur Dach- und Fassadenbegrünungs- sowie Photovoltaikpflicht (vgl. Maßnahme 1.4) → <i>Meilenstein 4</i></li> </ul> <p><u>1.2.2 - Private Gebäude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentlichkeitskampagne für private Gebäudebesitzer zur Sensibilisierung und Nutzung des Gründach- und Solarpotenzialkataster des Landkreises Pfaffenhofen, Anschauungsobjekt: aktueller Temperaturvergleich zwischen begrünter und unbegrünter Fassade im Internet abrufbar → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Aufbau eines Beratungsangebots des Landkreises, der Stadt oder eines gewerblichen Energieberaters: Erweiterung des Rundum-Sorglos-Pakets Photovoltaik um Aspekte der Dach- &amp; Fassadenbegrünung (<a href="https://www.stadtwerke-pfaffenhofen.de/mein-haus/photovoltaik/ppv">https://www.stadtwerke-pfaffenhofen.de/mein-haus/photovoltaik/ppv</a>) → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Zusammenarbeit zur Umsetzungsplanung mit Fachbüro/Ausführungsbetrieb → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Prüfung Zusammenarbeit mit dem Landkreis für öffentlichkeitswirksame Informationskampagne zu Dach- und Fassadenbegrünung. Schaffung von Beratungsgutscheine oder Kostenzuschüsse im Rahmen eines Förderprogramms → <i>Meilenstein 4</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderprogramm „Frankfurt frischt auf“ (<a href="https://bit.ly/307Kwk5">https://bit.ly/307Kwk5</a>)</li> <li>• Dreifach-Turnhalle der Grund- und Mittelschule Pfaffenhofen</li> <li>• Gastronomie im Bürgerpark Pfaffenhofen</li> </ul>		
Verortung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunale und private Bestandsgebäude, die laut Gründach- und Solarpotenzialkataster gut geeignet sind sowie kommunale und private Neubauvorhaben</li> <li>• Mögliche Pilotprojekte im Workshop benennen</li> </ul>		
Priorität	hoch		
Zeitraum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilmaßnahme 1.2.1: laufend</li> <li>• Teilmaßnahme 1.2.2: Prozessstart bis 2021</li> </ul>		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: moderat</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Investitionen:</li> <li>• Dachbegrünung ab 80 €/m<sup>2</sup></li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fassadenbegrünung ab 80 €/m<sup>2</sup></li> <li>• Vorgepflanzte Fassade (Efeu, Wilder Wein) ab 100 €/lfd. m</li> </ul>
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bauamt, Klimaschutz   Nachhaltigkeit, Stadtwerke (Abteilung Stadtgrün, zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Relevante Akteure: Bürger</li> </ul>
Erfolgskontrolle	jährlich installierte Flächen an Dach- und Fassadenbegrünung
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroklimatische Vorteile durch mehr Dach- und Fassadenbegrünung (Maßnahme 1.3)</li> <li>• Erhöhter Regenwasserrückhalt (Maßnahme 6.1)</li> <li>• Neue urbane Biotope (Agenda 2030-Ziel 15: Leben an Land) bzw. Klimaschutzeffekte durch Photovoltaiknutzung (Ziele 7 &amp; 13: Erneuerbare Energien, Klimaschutz).</li> </ul>

Nummer	1.3		
Titel	Mehr grüne und blaue Strukturen im Stadtgebiet		
Schwerpunktthema	X	Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	X Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Großflächige Reduzierung der Hitzebelastung		
Kurzbeschreibung	In stark versiegelten Bereichen sollten mehr grüne und blaue Strukturen etabliert werden, auf öffentlichen, gewerblichen und privaten Flächen. Entsiegelte Bereiche mit Grünflächen und Bäumen sorgen für Beschattung, Regenwasserrückhalt und Verdunstungskühlung und stoßen allgemein auf hohe Akzeptanz. Auch Wasserelemente wie Bachläufe, Wasserrinnen, Fontänenfelder, etc. reduzieren sommerliche Hitzebelastung durch Verdunstungskühlung. Die Kombination von grünen und blauen Strukturen als Klimaoasen befördert körperliche und geistige (Nah-)Erholung sowie eine für Bürger*innen attraktivere Stadt.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierung geeigneter Bereiche: Hinweise aus der Bevölkerung (vgl. „Hot Spot“-Erfassung in Maßnahme 1.1) und bereits existierende Planungsgrundlagen (Stadtentwicklungskonzept 2012, Landschaftsplan 2018), die Bereiche für Neuanlage und Aufwertung von Grünstrukturen im Stadtgebiet ausweisen. → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Prioritätenliste: Kriterien dafür sind neben dem Kostenaufwand vor allem der klimatische Nutzen für die Bevölkerung und die Erhaltung bzw. Verbesserung grundlegender Funktionen (Wegeverbindungen, Kaltluftschneisen, Biotopverbünde, Flußrenaturierung, Naherholung). Auch hierzu siehe Stadtentwicklungskonzept und Landschaftsplan. Die Einzelprojekte mit dem besten Aufwand-Nutzen-Verhältnis werden für die nächste Stufe ausgewählt. → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Planung: Einzelprojekte werden durch die Stadtverwaltung und/oder ein externes Fachbüro im Detail geplant. → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Bürgerbeteiligung (fakultativ): Einbeziehung der Bürger*innen bei Fragen zur Ausstattung der Grünflächen (Erhöhung von Aufmerksamkeit, Akzeptanz und Identifizierung). → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Bürgerbeteiligung: Erweiterung des bestehenden Bürgerberatungsprogramms „Pfaffenhofen soll blühen“ um den Aspekt der grünen und blauen Infrastrukturen auf gewerblichen/privaten Flächen und Information der Bürger und Gewerbetreibenden dazu mittels Informationskampagne → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Umsetzung: bauliche Umsetzung mit öffentlichkeitswirksamer Begleitung (Abschluss z.B. mit Quartiersfest) → <i>Meilenstein 6</i></li> <li>• Verstetigung: Berücksichtigung von grünen und blauen Strukturen bei allen Neubauvorhaben (vgl. Maßnahme 1.4) → <i>Meilenstein 7</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfaden zur klimagerechten Entwicklung der Pfaffenhofener Grünflächen (<a href="https://stadtundgruen.de/artikel/in-bayern-steigen-die-temperaturen-14313.html">https://stadtundgruen.de/artikel/in-bayern-steigen-die-temperaturen-14313.html</a>)</li> <li>• Baumpflanzungen in der Stadt Bad Langensalza (<a href="https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-practice-beispiel-baumpflanzungen-in-bad-langensalza">https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-practice-beispiel-baumpflanzungen-in-bad-langensalza</a>)</li> <li>• Wasserspielplatz im Lutschgenpark in Pößneck (<a href="https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-practice-beispiel-wasserspielplatz-im-lutschgenpark-in-poessneck">https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-practice-beispiel-wasserspielplatz-im-lutschgenpark-in-poessneck</a>)</li> </ul>		
Verortung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Bürgerwerkstatt und Einträge im Klimaradar</li> <li>• In Stadtentwicklungskonzept und Landschaftsplan ausgewiesene Flächen</li> <li>• Mögliche Pilotprojekte: östliche Hauptplatzenerweiterung in Richtung Ilm und stadtnaher Badensee, Wasserspielplatz im Abenteuerspielplatz am Gerolsbach, Schaffung von Zugänglichkeiten an Ilm und Gerolsbach zur Wassernutzung durch Bürger*innen</li> </ul>		
Priorität	hoch		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: moderat</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: moderat</li> <li>• Investitionen: hoch</li> </ul> <p>Informationskampagne und erweiterte Beratungstätigkeit „Pfaffenhofen soll blühen“: Personalkosten und Sachkosten ca. 60.000 €/Jahr</p>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bauamt</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Relevante Akteure: Stadtwerke (Abteilung Stadtgrün), Wasserwirtschaftsamt, private Flächeneigentümer</li></ul>
Erfolgskontrolle	Flächensumme jährlich neu geschaffener bzw. aufgewerteter Grün- und Wasserflächen
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erhöhter Regenwasserrückhalt durch mehr Grün- und Wasserflächen (Maßnahme 6.1)</li><li>• Neue urbane Biotope (Agenda 2030-Ziel 15: Leben an Land) sowie eine nachhaltigere Urbanität (Ziel 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden)</li></ul>

Nummer	1.4		
Titel	Stadtklima als Kriterium in der Planung und Bauleitplanung		
Schwerpunktthema	X	Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
	X	Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	X Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Klimaangepasste Neubauvorhaben		
Kurzbeschreibung	<p>Die Berücksichtigung von Klimawandelfolgen wird Bestandteil von Planungsverfahren. Es wird eine „Grüne Bauleitplanung“ angestrebt, die über reine Klimaanpassungsmaßnahmen hinausgeht. Sie ist u. a. auf die Reduzierung der Hitzebelastung und Überflutungen nach Starkregenereignissen ausgerichtet. Die Bepflanzung wird so ausgewählt, dass sie genügend Beschattung gewährleistet und Trockenstress widersteht. Es werden Regeln für das Privatgrün aufgestellt, die der Erhitzung entgegenwirken. Straßenbeläge werden festgesetzt, die sich wenig aufheizen und versickerungsfähig sind; Gebäude werden möglichst strahlungsgünstig ausgerichtet, in hellen Farben bzw. Materialien gehalten sowie Dach- und Fassadenbegrünung werden integriert; Frischluftschneisen sind freizuhalten, eine wassersensible Straßenraumgestaltung (z. B. Schwammstadt-Prinzip) mitzudenken.</p>		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterienkatalog „Nachhaltiges Bauen“</li> <li>• Checkliste für B-Pläne entwickeln: Festlegungen, welche Kriterien in Bebauungsplänen berücksichtigt werden müssen sowie von objektiven Indikatoren/Maßzahlen zur Prüfung der Umsetzung (z. B. Wärmeaufnahme und -abstrahlung, Grünanteil, Versiegelungsgrad, Ausrichtung der Baukörper, Verschattungen) für alle relevanten Klimafolgen (Hitzebelastung, Trockenstress, Überschwemmungen/ Hochwasser); Naturschutzfachlicher Ausgleich durch Entsiegelung; Integration der Checkliste in den Katalog „Nachhaltiges Bauen“ und somit in den Planungsalltag → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Checkliste für öffentliche Gebäude entwickeln: Festlegungen, welche Kriterien bei städtischen Neubauten und/oder Sanierungen berücksichtigt werden müssen sowie von objektiven Indikatoren/Maßzahlen zur Prüfung der Umsetzung (z. B. Wärmeaufnahme und -abstrahlung, Grünanteil, Versiegelungsgrad, Ausrichtung der Baukörper, Verschattungen) für alle relevanten Klimafolgen (Hitzebelastung, Trockenstress, Überschwemmungen/ Hochwasser); Integration der Checkliste in den Katalog „Nachhaltiges Bauen“ und somit in den Planungsalltag → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Prüfung von Bebauungsplänen: Bebauungspläne werden anhand der Checkliste geprüft und mit entsprechenden Auflagen versehen → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Aufbau von Förderprogrammen für Klimawandelaspekte (z.B. Regenwasserzisternen, Fassadenbegrünung/vorgepflanzte Fassade, Entsiegelung) → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Regelmäßige Fortbildung: regelmäßige Teilnahme der Mitarbeiter*innen des Bauamtes an Informationsveranstaltungen und Weiterbildungen zu aktuellen Entwicklungen und neuen rechtlichen Instrumenten zur klimaangepassten Planung → <i>Meilenstein 5</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „ESKAPE“ – Checkliste für eine klimaangepasste Bauleitplanung der Städteregion Aachen (<a href="https://www.staedteregion-aachen.de/fileadmin/user_upload/A_70/A70.5_Klimaschutz/70.5_Dateien/Dateien/ESKAPE_Checkliste_klimaangepasste_Bauleitplanung_ISB.pdf">https://www.staedteregion-aachen.de/fileadmin/user_upload/A_70/A70.5_Klimaschutz/70.5_Dateien/Dateien/ESKAPE_Checkliste_klimaangepasste_Bauleitplanung_ISB.pdf</a>)</li> <li>• Beispiel einer integrierten Klimaanpassungsplanung: Stadt Bochum, Plan4Change (<a href="https://bit.ly/3czLoR4">https://bit.ly/3czLoR4</a>)</li> </ul>		
Verortung	Nicht zutreffend		
Priorität	hoch		
Zeitraum	Prozessstart bis in 2021; dann fortlaufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Investitionen: keine</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bauamt</li> <li>• Relevante Akteure: Stadtwerke (Abteilung Stadtgrün)</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfang des Kriterien- und Maßnahmenkataloges</li> <li>• Anzahl umgesetzter Maßnahmen je Baumaßnahme</li> <li>• Teilnehmerzahl regelmäßiger themenbezogener Weiterbildungen</li> </ul>		

Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maßnahmen zum städtischen Grün (1.2, 1.3, 2.1)</li><li>• Maßnahmen zum Umgang mit Starkniederschlag (6.1, 6.3)</li><li>• Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen 3 (Gesundheit und Wohlergehen) und 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) der Agenda 2030</li><li>• Checkliste Stadtklima als Beitrag zum Kriterienkatalog „Nachhaltiges Bauen“</li></ul>
-------------------------	--

Nummer	1.5		
Titel	Erarbeitung eines Hitzeaktionsplans		
Schwerpunktthema	X	Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Entwicklung und Umsetzung eines Hitzeaktionsplans		
Kurzbeschreibung	Der Hitzeaktionsplan soll alle Verantwortlichen in der Stadtverwaltung, städtischen Einrichtungen und auch sonstigen Trägern (z. B. Altenheime, soziale Einrichtungen, Krankenhaus) auf erforderliche Maßnahmen hinsichtlich sommerlicher Hitzebelastung vorbereiten und die aktive Durchführung in den Einrichtungen sicherstellen. Der Hitzeaktionsplan umfasst neben einem Informationsdienst auch wesentliche Handlungsempfehlungen, einrichtungsspezifische Aktionspläne und weiterführend vorbereitende Maßnahmen, wie z. B. die Einrichtung von Trinkwasserspendern, Schulungen zu hitzeangepasstem Verhalten.		
Prozessbeschreibung	<p><u>Allgemeines</u></p> <p>Der Hitzeaktionsplan sieht eine einheitliche Informationskette vor, welche bereits als Präventionsmaßnahme, sowie bei aktuellen Hitzewarnungen (z. B. Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes) in Kraft tritt. Dabei werden betroffene Bereiche über durchzuführende Schutzmaßnahmen z. B. zur Reduktion der Hitze in Gebäuden und hitzeangepasstes Verhalten (Trinken, Bewegung, ÖPNV) rechtzeitig aufgeklärt. Weiterführend sind durch die Akteure eigene einrichtungsspezifische Maßnahmen umzusetzen.</p> <p><u>Organisation und Vorbereitung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung einer zentralen Stelle</li> <li>• Festlegung von Grundanforderungen</li> <li>• Definition des verantwortlichen Personenkreises (hauptamtlich!)</li> </ul> <p><u>Erarbeitung des Aktionsplans</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Workshops zur Erarbeitung von</li> <li>• bereichsspezifische Betroffenheiten, Anforderungen und Zielsetzungen</li> <li>• übergeordneten Maßnahmen und Handlungsempfehlungen</li> <li>• relevanten Informations- und Kommunikationskreisen</li> <li>• Erarbeiten von einrichtungsspezifischen Maßnahmenplänen (abhängig von Lage, Betroffenheit, technischer Ausstattung)</li> <li>• Aufbau eines lokalen Hitzewarnsystems (Informationskette, Pressemeldungen, etc.) mit unterschiedlichen Handlungsempfehlungen in Anhängigkeit der Warnstufen</li> <li>• Sicherstellung einer laufenden Durchführung</li> </ul> <p><u>Evaluation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Feedbackschleifen zur kontinuierlichen Verbesserung</li> <li>• Integration von baulichen Maßnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung</li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handlungsempfehlungen des BMU zu Hitzeaktionsplänen (<a href="https://bit.ly/2ZLHC3S">https://bit.ly/2ZLHC3S</a>)</li> <li>• Leitfaden der Weltgesundheitsbehörde (WHO) zu Hitzeaktionsplänen (<a href="https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/heathealth-action-plans">https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/heathealth-action-plans</a>, in Englisch)</li> </ul>		
Verortung	Nicht zutreffend		
Priorität	hoch		
Zeitraum	Bis Mai 2021		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: mittel</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: Kostenschätzung zur Erstellung 5000€</li> <li>• Investitionen: gering</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: tbd</li> <li>• Relevante Akteure: Senioren- und Pflegeheime, sonstige Senioren-Einrichtungen und private Initiativen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäuser, soziale Einrichtungen, Ärzte, Sozialdienste, Apotheken, ambulante Pflegedienste, Handwerker (Arbeit im Freien)</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Durchdringung betroffener Bereiche		

Synergien und Konflikte	Synergieeffekte mit Maßnahme 1.1. Hinweise auf technische oder bauliche Maßnahmen werden dort integriert, z. B. Trinkwasserspender oder „Kältestuben“
-------------------------	---

Nummer	2.1		
Titel	Erweiterung des städtischen Gehölzbestandes um zukunftstaugliche Arten auf konzeptioneller Grundlage		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
	X	Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Standortgerechte Pflanzungen sowie Erweiterung und Resilienzsteigerung des Baumartenspektrums durch erhöhte Pflege		
Kurzbeschreibung	Der Gehölzbestand muss sukzessive auf trockenolerantere und standortgerechtere Arten umgestellt werden, etablierte, einheimische Arten – wo geeignet – jedoch weiterhin berücksichtigen. Insgesamt soll auf ein breiter angelegtes Artenspektrum und eine Minderung der Überrepräsentanz einzelner Arten hingewirkt werden, um das Ausfallrisiko aufgrund von klimawandelbedingt zunehmendem Schädlingsbefall möglichst gering zu halten. Dabei handelt es sich um einen viele Aspekte umfassenden und langfristigen Prozess, der in Form eines Konzeptes von den Stadtwerken/ Abteilung Stadtgrün unter Konsultation der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau - Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau erarbeitet wird.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung des Status quo des Pfaffenhofener Gehölzbestandes, Erstellung eines Stadtbaumkatasters → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Erarbeitung eines Konzeptes, das die wesentlichen Standortbedingungen im Stadtgebiet und die klimatischen Projektionen berücksichtigt; wesentliches Ergebnis des Konzeptes: Pflanzempfehlungslisten für unterschiedliche Teilbereiche mit jeweils unterschiedlichen städtebaulichen sowie standörtlichen Charakteristika durch die Stadtwerke/ Abteilung Stadtgrün, dabei Berücksichtigung einheimischer Arten sowie auch neuartiger und besonders zukunftstauglicher Arten → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Optimierung der Standort- und Lebensbedingungen des Gehölzbestandes durch technische Möglichkeiten (z. B. Vergrößerung des Wurzelraums, Zuleitung von Niederschlagswasser, Rigolensysteme, Schwammstadt-Prinzip) sowie konsequenter Schutz der Bäume bei Eingriffen in den Wurzelraum (z. B. bei Tiefbauarbeiten) → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Verbindlichkeiten schaffen durch Ausnutzung planungsrechtlicher Instrumente (z. B. Baumschutzsatzung nach Art. 51 BayNatSchG oder Erhalt von Bäumen durch Festsetzung in Bebauungsplänen) → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Erweiterung/Anpassung der bestehenden Pflanzempfehlungen ("Empfehlenswerte klimafeste Stadtbäume für Pfaffenhofen a.d.l.") für (beauftragte) Neu- und Ersatzpflanzungen für Privateigentümer auf Grundlage der Konzeptergebnisse durch Beratung (evtl. gekoppelt mit Grünschnitt/Baumschnitt-Beratung) und über Öffentlichkeitsarbeit anregen → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Bereitstellung der Konzeptergebnisse für nicht-städtische Unternehmen und Betriebe durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit → <i>Meilenstein 6</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel – Stadtbaumkonzept der Stadt Jena" (<a href="https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-05/07-B%C3%A4ume_in_Jena_2016_www_0.pdf">https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-05/07-B%C3%A4ume_in_Jena_2016_www_0.pdf</a>)</li> <li>• "Stadtbäume im Klimawandel – Hansestadt Hamburg" (<a href="https://www.hamburg.de/stadtbaeume-im-klimawandel/">https://www.hamburg.de/stadtbaeume-im-klimawandel/</a>)</li> </ul>		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch		
Zeitraum	Abschluss Konzept bis Ende 2021, Umsetzung und Pflege fortlaufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: erhöhter Pflegeaufwand durch zunehmende Hitze: ca. 50.000 €/jährlich (Stadtbaumkataster ist in Aufstellung)</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: Öffentlichkeitsarbeit: ca. 10.000 €</li> <li>• Investitionen: keine zusätzlichen Kosten, im Rahmen der Haushaltsmittel für Baumpflanzungen (Neu- und Nachpflanzungen) realisierbar</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Stadtwerke Pfaffenhofen</li> <li>• Relevante Akteure: Bauamt, Landratsamt (Untere Naturschutzbehörde)</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	regelmäßiges Monitoring (z. B. alle fünf Jahre) des städtischen Baumkatasters (z. B. Gesamtzahl an Bäumen, Anzahl der Arten, mittlere Vitalitätsbewertung)		
Synergien und Konflikte			

Nummer	2.2		
Titel	Intensivierung von Baumpatenschaften		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
	X	Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Unterstützung der Pflege des städtischen Grüns durch die Bürgerschaft		
Kurzbeschreibung	Aufgrund der sich zukünftig häufenden und intensivierenden Hitze- und Trockenperioden werden sich auch die Phasen extremer physischer Belastung des Stadtgrüns mehren und die städtischen Betriebe bzgl. der Bewässerung ggf. an deren Kapazitätsgrenzen bringen. Dem könnte entgegengewirkt werden, indem die Öffentlichkeit zur Bewässerung von Baumstandorten zumindest während Hitze- und Trockenperioden einbezogen wird. So könnten Pflanz- und/oder Gießpatenschaftsverträge mit privaten Straßenanrainern geschlossen werden, die sich bereit erklären, die sachgemäße Bewässerung in Trockenperioden zu unterstützen bzw. zu übernehmen. Auch Baumpatenschaften von Schulklassen oder Kindergartengruppen sind denkbar. Diese Maßnahme dient zudem der Sensibilisierung der Bevölkerung für den Wert des Pfaffenhofener Stadtgrüns.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausarbeitung von Baumpatenschafts-/Gießverträgen (u.a. Abklärung rechtlicher/versicherungstechnischer Aspekte, Aufgabendefinition) durch die Stadtwerke, (Entfernung vom Baum zur Wasserzapfstelle berücksichtigen) → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Öffentlichkeitskampagne unter Federführung des Kommunalunternehmens Stadtwerke → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Bürger übernehmen für festgelegte Zeit die Pflege von Bäumen auf benachbarten öffentlichen Flächen; fortlaufende Betreuung/Kontrolle der Aktion durch Stadtwerke → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Nach erfolgreicher Etablierung von Baumpatenschaften – Prüfen ob Maßnahme auf Grünflächen sowie für Neupflanzungen von Bäumen ausgeweitet wird → <i>Meilenstein 4</i></li> </ul>		
Beispiele	Langjährige Baumpatenschaften in Bad Langensalza ( <a href="https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-practice-beispiel-baumpflanzungen-in-bad-langensalza">https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-practice-beispiel-baumpflanzungen-in-bad-langensalza</a> ); mit Beispiel eines Patenschaftsvertrages		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: keine zusätzlichen Stellen, geringer/mittlerer Zeitaufwand zur Betreuung der Gießpatenschaften</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (für Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: keine</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Stadtwerke (Abteilung Stadtgrün)</li> <li>• Relevante Akteure: Klimaschutz   Nachhaltigkeit, Baumpaten</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Anzahl der Baumpatenschaften		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beitrag zu Zielen 11 und 15 der Agenda 2030; d. h., die Bürger Pfaffenhofens verbessern durch die Pflege des Stadtgrüns selbst das Leben an Land und leisten in dem Sinne einen Betrag für ein nachhaltiges Stadtleben</li> <li>• Maßnahme setzt auf das Schaffen von Partnerschaften zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele (Ziel 17 der Agenda 2030); soll in Synergie mit Maßnahme 2.1 wirken</li> </ul>		

Nummer	3.1		
Titel	Intensivierung des Waldumbaus		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	X	Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Schaffen eines klimaangepassten und widerstandsfähigen Waldes Unterziele: Minimieren von Verbisschäden; Erhöhung des ungenutzten Waldanteils von jetzt > 5 % auf mindestens 10 %		
Kurzbeschreibung	Der sukzessive Umbau der Wald- und Forstflächen in Pfaffenhofen hin zu einer klimaresilienteren Bestockung findet bereits seit einiger Zeit statt. So werden vermehrt Laubbäume gepflanzt und die Einführung der Weißtanne als zukünftiger Ertragsbaum ist angedacht. Der Waldumbau sollte mit hoher Intensität fortgeführt und beschleunigt werden. (Orientierung an Waldumbauprogramm des Klimaprogramms Bayern 2020). Die Maßnahmen und Aktivitäten im Waldumbau werden durch Verbisschäden des Schalenwildbestandes stark behindert. Zum Schutz des Jungwuchses sollte das Monitoring intensiviert und entsprechende forstliche und jagdliche Schutzmaßnahmen konsequent angewandt werden. Die Klimaschutzwirkung von ungenutzten und geschützten Wäldern kann bis zu zweieinhalb Mal so groß sein als diejenige von forstwirtschaftlich genutzten, deshalb sollte dieser Anteil im Stadforst erhöht.		
Prozessbeschreibung	<p><u>3.1.1 - Stadforst (Prozess noch nicht definiert)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der anstehenden Erneuerung der Forsteinrichtungsplanung sind die in der Stadtratssitzung am 21.07.2020 beschlossenen „Ziele der Körperschaft zur Forsteinrichtungsplanung“ insbesondere mit Bezug zum klimaangepassten Waldumbau besonders zu berücksichtigen.</li> <li>• Für die Intensivierung des Waldumbaus sind entsprechende Personal- und Finanzbedarfe zukünftig frühzeitig zu sichern und ggf. im städtischen Haushalt vorzuhalten.</li> <li>• Inanspruchnahme des waldbaulichen Förderprogramms (WaldFöPR2020) zur Kostenreduktion (z. B. bei Pflanzung, Pflege etc.) prüfen</li> <li>• Maßnahmen zum Waldumbau entsprechend des Forstbetriebsplans möglichst zeitnah umsetzen und nach Möglichkeit auch ausdehnen</li> <li>• Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen Forst und Jägerschaft, um forstliche sowie jagdliche Schutzmaßnahmen abzustimmen</li> <li>• Langfristig: Grunderwerb am Stadtwald erhöhen, um Mindestgröße von 82 Hektar für ein Eigenjagdrevier zu erreichen und Bejagung nach Bedarf selbst durchführen zu können</li> <li>• Parallel zu den anderen Schritten: Intensivierung des Rückschnitts von Hecken (Brombeere, Himbeere) im Bereich von Jungpflanzen</li> <li>• Entwicklung, Schutz und Erhöhung von altem Baumbestand ist gerade im ungenutzten Wald gut möglich; Klima- und Artenschutz werden hier vorbildlich gemeinsam gedacht und geplant.</li> </ul> <p><u>3.1.2 - Privatwald</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentlichkeitskampagne um Privatwaldbesitzern die Bedeutung des Waldumbaus zu verdeutlichen; Hinweis auf Fördermöglichkeiten (Bund und Land) für Umbaumaßnahmen → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Prüfen ob genügend finanzielle und personelle Mittel zur Verfügung stehen für Beratungsleistungen → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Erarbeiten eines Workshops/Beratungsangebots durch AELF/ Privatwaldbesitzervereinigung/ Stadtförster zur klimaresilienten Bestockung → <i>Meilenstein 3</i></li> </ul>		
Beispiele	Bildungsformat „Holzquiz“ des ThüringenForstes ( <a href="https://www.thueringenforst.de/waldwissen">https://www.thueringenforst.de/waldwissen</a> )		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch		
Zeitraum	Intensivierung des Waldumbaus nach Fertigstellung der Forsteinrichtungsplanung Ende 2021/ Anfang 2022		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: mind. 10 Tsd. Euro je Hektar und Jahr für Teilmaßnahme 3.1.1, falls nicht auf Ehrenamtliche zurückgegriffen wird (Pflanzung, Wildschutzmaßnahmen, Rückschnitt von Hecken)</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit, Teilmaßnahme 3.1.2)</li> <li>• Investitionen: hoch (Pflanzenan Kauf, Wildschutzmaßnahmen, Grunderwerb Stadtwald; Teilmaßnahme 3.1.1)</li> </ul>		

Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Stadforst (Teilmaßnahme 3.1.1), AELF, WBV (beide Teilmaßnahme 3.1.2)</li> <li>• Relevante Akteure: Jägervereinigung Pfaffenhofen, Privatwaldbesitzer</li> </ul>
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteil klimaresilienter Baumarten (Jahreszeitreihe)</li> <li>• umgebaute Waldfläche in Hektar (Jahreszeitreihe)</li> <li>• Menge an Verbisschäden (Jahreszeitreihe)</li> <li>• Anteil ungenutzten Waldes (Jahreszeitreihe)</li> </ul>
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beitrag zu Ziel 15 (Agenda 2030) - widerstandsfähige und biodiverse Wälder verbessern das Leben an Land</li> <li>• Beitrag zu Ziel 13 (Agenda 2030) - stabile Waldökosysteme sind bessere Kohlenstoffsinken</li> <li>• Maßnahme soll in Synergie mit 3.2 wirken</li> <li>• Konflikte: Schnellwachsende Fichten- und Kiefernkulturen bringen kurzfristig hohe Erträge bei hohem Risiko; ein klimaangepasster Mischwald verringert profitablere Nadelholzerträge; Preisvorstellungen und Holz Auswahl der Kunden könnte Konflikt darstellen; Umstellung der Erntemethode</li> </ul>

Nummer	3.2		
Titel	Sensibilisierung für klimawandelbedingte Gefahren in Wäldern		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	X	Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Waldbrände verhindern und Schutz vor fallenden Ästen/Bäumen		
Kurzbeschreibung	Die klimatischen Änderungen haben unmittelbare Auswirkungen auf die Wald- und Forstflächen. Es muss mit zunehmender Trockenheit und daraus resultierender Waldbrandgefahr, aber auch verstärktem Windwurf und Schneebruch gerechnet werden (Konflikt Artenschutz und Totholzentfernung). Neben den klimabedingten Gefahren nimmt voraussichtlich auch die Nutzungsintensität durch den Menschen (Sport- und Freizeitaktivitäten) zu. Daher sollte die Bevölkerung verstärkt über Waldbrände und andere Gefahren im Wald sowie zum Einhalten von Schutzmaßnahmen informiert werden.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentlichkeitskampagne und aktuelle Information zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Forst und den dadurch notwendigen Verhaltensänderungen (Verhalten bei Waldbrandgefahr, Astabwurfgefahr bei Trockenheit), Warnungen vor erhöhter Waldbrandgefahr zweimal pro Woche → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Zur Saison Warnung der Bevölkerung vor Kontakt mit Eichenprozessionsspinner, Vorkommen auf öffentlichen Flächen kenntlich machen → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Bei Waldbrandgefahr erhöhte Kontrollen/Monitorings zum Einhalten der Waldbrandschutzmaßnahmen durch die Feuerwehr → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Prüfung und ggf. Verbesserung des Waldbrand-Frühwarnsystems → <i>Meilenstein 4</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• App „Waldbrandgefahr Sachsen“ (<a href="https://www.wald.sachsen.de/Poster_Waldbrand_App_Sachsen.pdf">https://www.wald.sachsen.de/Poster_Waldbrand_App_Sachsen.pdf</a>)</li> <li>• Tipps zur Waldbrandüberwachung z. B. Optischer Sensor auf Aussichtsturm im Müritznationalpark (<a href="https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/brand/fva_waldbrand_wb3/index_DE">https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/brand/fva_waldbrand_wb3/index_DE</a>)</li> </ul>		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	niedrig		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: Prüfen ob personelle Ressourcen aufgestockt werden müssen</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: keine</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Stadtforst</li> <li>• Relevante Akteure: Klimaschutz   Nachhaltigkeit (Öffentlichkeitsarbeit), WBV, Landratsamt (Untere Naturschutzbehörde), Feuerwehr</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Anzahl der Waldbrände bzw. der davon betroffenen Fläche (Jahres-Zeitreihe)		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beitrag zu Ziel 3 und Ziel 1.5 (Agenda 2030) - Sicherheitsmaßnahmen sichern Gesundheit/ Wohlergehen von Menschen und verbessern das Leben an Land</li> <li>• Maßnahme soll in Synergie mit 3.1 wirken</li> <li>• Konflikte: Menschen, die den Wald nutzen wollen, werden sich eingeschränkt fühlen von Sicherheitsmaßnahmen</li> </ul>		

Nummer	4.1		
Titel	Schaffung oberirdischer Wasserreserven		
Schwerpunktthema	Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Ackerflächen
	Trockenstress für Stadtbäume		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	Trockenstress auf Waldflächen	X	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Verbesserung der Bewässerung in der Landwirtschaft, Verfügbarkeit des Grundwassers sichern, künftiger Absenkung des GW-Spiegels entgegenwirken		
Kurzbeschreibung	Bei längeren Trockenperioden wird immer häufiger eine Bewässerung der Kulturen benötigt. Die Nutzung von Grundwasser steht im Nutzungskonflikt zur Trinkwasserversorgung. Aus diesem Grund sollten Regenwasserspeicher geschaffen werden. So kann auch im Winter und in regenreichen Perioden ein Wasservorrat für die Vegetationszeit gesammelt werden. Zudem sollte die Nutzung von bestehenden lokalen Wasserspeichern geprüft werden.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung durch Wasserwirtschaftsamt und Wasserversorger, ob bereits bestehende Wasserspeicher von Landwirten genutzt werden können. → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Prüfung von Besitz- und Nutzungsverhältnissen bei nicht mehr genutzten Feuerlöschteichen → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Vorsorgende Sicherung von Wasserrechten für die Landwirtschaft (z.B. Nutzungsgarantien für vorhandene Wasserspeicher). → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Möglichst spezifisches Beratungsangebot zur Bewässerungssicherung durch AELF (Wasserberater) und die Bodenallianz für Landwirte; Hinterfragen welche Höfe große Dachflächen haben, die sich zur Regenwassersammlung eignen → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Gezielte Vermittlung zwischen Wasserwirtschaftsamt bzw. Wasserversorgern und Landwirten durch AELF und Bodenallianz → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Öffentlichkeitskampagne durch die Stadt Pfaffenhofen um Landwirten Bewässerungssicherung nahe zu legen u. Beratungsangebote zu kommunizieren → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Umsetzungsphase: Nutzung bestehender Wasserspeicher oder Schaffung neuer Regenwasserspeicher durch die Landwirte → <i>Meilenstein 6</i></li> <li>• Umsetzungsphase Stadt: Schaffung von Regenwasserspeichern an kommunalen Gebäuden im Bestand (wo möglich) bzw. bei Neubauten (auf jeden Fall) durch die Abteilung Stadtgrün der Stadtwerke zur Bewässerung des umliegenden Grüns (Vorbildwirkung) → <i>Meilenstein 7</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regenwasser-Zisterne der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG): (<a href="https://www.lwg.bayern.de/landespflege/gartendokumente/fachartikel/104713/index.php">https://www.lwg.bayern.de/landespflege/gartendokumente/fachartikel/104713/index.php</a>)</li> <li>• Regenwassernutzungs-Broschüre des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (<a href="https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/niederschlagswasser/regenwassernutzung/-42498.html">https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/niederschlagswasser/regenwassernutzung/-42498.html</a>)</li> </ul>		
Verortung	Mögliches Pilotprojekt: Regenwasserteich auf dem Doimahof der Familie Weichselbaumer		
Priorität	mittel		
Zeitraum	Prozessbeginn so bald als möglich		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: keine zusätzlichen Stellen</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: moderat (abhängig von der Größe des benötigten Wasserspeichers)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bodenallianz, AELF (Wasserberater), Landwirte, Bauamt</li> <li>• Relevante Akteure: Zweckverband Wasserversorgung Ilmtalgruppe, Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, Klimaschutz   Nachhaltigkeit, Stadtwerke (Abteilung Stadtgrün)</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Jährlicher Zuwachs oberirdischer Wasserreserven in Kubikmetern (Wasserwirtschaftsamt)		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung und Nutzung von Regenwasserspeichern schützt das Grundwasser (Ziel 6, Agenda 2030) und sichert somit die Trinkwasserversorgung</li> <li>• Regenwasserspeicherung beugt Überschwemmungen und Hochwasser (Maßnahme 6.1) sowie Wassererosion (Maßnahme 5.2) vor</li> <li>• Regenwasserspeicher als Löschwasserdepot</li> <li>• Konflikte: Geldbedarf für Umsetzung der Maßnahme, evtl. Platzmangel zum Errichten von Regenwasserspeichern; Konkurrenz um bestehende Wasserspeicher</li> </ul>		

Nummer	4.2		
Titel	Entnahmestopps und Wassermanagementplan		
Schwerpunktthema	Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Ackerflächen
	Trockenstress für Stadtbäume		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	Trockenstress auf Waldflächen		Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	langfristige Sicherung der landwirtschaftlichen Bewässerung sowie der Trinkwasserversorgung		
Kurzbeschreibung	Die Verfügbarkeit von Wasser aus Grundwasser und oberirdischen Speichern für die Bewässerung von Kulturen ist beschränkt. In Hinblick auf intensivere Trockenperioden sollten daher Maßnahmen zum Wasserschutz ergriffen werden.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung eines Wassermanagementplans für extreme Trockenperioden durch die Stadt(?) unter Beteiligung des Wasserwirtschaftsamtes (Welche Akteure dürfen wie viel entnehmen?) und durch AELF in Rücksprache mit den Landwirten (Welche Kulturen haben Priorität?); Wassermanagementplan soll Konzept darstellen, das Maßnahmen priorisiert:</li> <li>• Wer erstellt den Wassermanagementplan? Welche Akteure sollten einbezogen werden? → <i>Meilenstein 1a</i></li> <li>• Inhalte des Wassermanagementplans festlegen → <i>Meilenstein 1b</i></li> <li>• Absprache zwischen Wasserwirtschaftsamt und Stadt Pfaffenhofen mit dem Ziel, das Absinken des Grundwasserspiegels sofort zu melden → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Festlegung und Durchsetzung einer maximal möglichen Grundwasserentnahme, Landwirte befolgen Entnahmestopps und Wassermanagementplan im Krisenfall → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Beratungsangebot durch AELF erarbeiten zum Thema Reduktion bzw. Vermeidung von Bewässerung → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Über Öffentlichkeitskampagne Wassermanagementplan an Landwirte kommunizieren (für Problematik sensibilisieren, Akzeptanz für Bewässerungsplan schaffen) → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Landwirte ergreifen Maßnahmen zur Reduktion der Bewässerung → <i>Meilenstein 6</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserentnahmeverbot in Dresden im Juni 2020 (<a href="https://www.mdr.de/sachsen/dresden/dresden-radebeul/zu-wenig-wasser-in-dresdens-fluessen-trockenheit100.html">https://www.mdr.de/sachsen/dresden/dresden-radebeul/zu-wenig-wasser-in-dresdens-fluessen-trockenheit100.html</a>)</li> <li>• Wasserpakt Bayern (<a href="https://www.stmelf.bayern.de/landwirtschaft/158990/index.php">https://www.stmelf.bayern.de/landwirtschaft/158990/index.php</a>)</li> </ul>		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch		
Zeitraum	bis 2025		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: moderate Kosten für die Landwirte</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: AELF, Wasserwirtschaftsamt, Wasserversorger</li> <li>• Relevante Akteure: Stadt Pfaffenhofen, Landwirte</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Höhe des (sommerlichen) Grundwasserpegels (Wasserwirtschaftsamt)		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserentnahmestopp sichert die Trinkwasserversorgung (Ziel 6, Agenda 2030)</li> <li>• Trockenheit auf Ackerflächen zu verringern (Maßnahmen 4.1, 4.3, 5.1 und 5.3)</li> </ul>		

Nummer	4.3		
Titel	Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten		
Schwerpunktthema	Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Ackerflächen
	Trockenstress für Stadtbäume		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	Trockenstress auf Waldflächen		Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Landwirtschaftlichen Ertrag sichern		
Kurzbeschreibung	Der Klimawandel führt zu veränderten Wachstumsbedingungen. Um den Ertrag zu sichern sollten daher Kulturen etabliert werden, die gut an Wärme und Trockenheit angepasst sind.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Durchführung von Workshops/Beratungsangeboten durch AELF/ Bodenallianz zum Thema klimaangepasste Sorten- und Artenwahl (Transfer des Know-hows aus Wissenschaft und Vermittlung von Kontakten entsprechender Saatgutproduzenten mit klimaangepassten Arten) → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Vermehrter Anbau klimaangepasster Sorten und Arten durch Landwirte → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Öffentlichkeitskampagne zum Thema klimaangepasste Sorten und Arten für die Landwirtschaft; Info auch an Käufer, dass Änderung des regionalen Obst- und Gemüseangebots folgt (Akzeptanz erzeugen, z. B. Anlage eines Agrarökologischen Lehrpfades, ähnlich zu Scheyern, evtl. durch AELF durchführbar) → <i>Meilenstein 3</i></li> </ul>		
Beispiele	Tipps zur Auswahl von trockenheitsverträglichen Arten vom Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum ( <a href="https://www.mdr.de/mdr-garten/pflegen/gemuese-bei-trockenheit-100.html">https://www.mdr.de/mdr-garten/pflegen/gemuese-bei-trockenheit-100.html</a> )		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	mittel		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: Prüfen ob personelle Ressourcen aufgestockt werden müssen</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: mittel (Landwirte – abhängig davon ob die Umstellung der Kulturen auch neue Landwirtschaftstechnik erfordert)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: AELF/ Bodenallianz, Landwirte</li> <li>• Relevante Akteure: Klimaschutz   Nachhaltigkeit, Landwirtschaftliche Versuchsanstalten/ FH Pflanzenbau, Saatgut-Produzenten, Käufer</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich der landwirtschaftlichen Artenauswahl</li> <li>• Ernteertrag je Hektar</li> </ul>		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflanzung klimaangepasster Arten reduziert den Bedarf der Bewässerung und sichert somit die Trinkwasserversorgung (Ziel 6, Agenda 2030)</li> <li>• Trockenheit auf Ackerflächen verringern (Maßnahmen 4.1, 4.2, 5.1 und 5.3)</li> </ul>		

Nummer	5.1		
Titel	Vermeidung von Bodenverdichtung		
Schwerpunktthema	Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Ackerflächen
	Trockenstress für Stadtbäume	X	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	Trockenstress auf Waldflächen		Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Erosive Sturzfluten vermeiden und Wassergehalt des Bodens erhöhen		
Kurzbeschreibung	Die Dichte des Bodens beeinflusst dessen Fähigkeit Wasser aufzunehmen. Je nach Bodenbewirtschaftung kann eine Bodenverdichtung verursacht werden.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Durchführung von Workshops/Beratungsangeboten durch AELF/ Bodenallianz zur Vermeidung von Bodenverdichtung (z. B. zu technischen Lösungen wie „Farmdroiden“)→ <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Umstellung der Bodenbearbeitung durch Landwirte→ <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Ggf. Öffentlichkeitskampagne zum Thema Vermeidung von Bodenverdichtung → <i>Meilenstein 3</i></li> </ul>		
Beispiele	Feldtag „Bodenbearbeitung innovativ und nachhaltig gestalten“ des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen ( <a href="https://llh.hessen.de/pflanze/boden-und-duengung/boden-und-humus/feldtag-bodenbearbeitung-innovativ-und-nachhaltig-gestalten/">https://llh.hessen.de/pflanze/boden-und-duengung/boden-und-humus/feldtag-bodenbearbeitung-innovativ-und-nachhaltig-gestalten/</a> )		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: mittel (Landwirte - abhängig von dem Bedarf an zusätzlicher Landwirtschaftstechnik)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Landwirte, AELF, Bodenallianz</li> <li>• Relevante Akteure: Klimaschutz   Nachhaltigkeit</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Anzahl und Orte der Erosionsereignisse		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringere Bodenverdichtung erhöht das Wasserrückhaltevermögen des Bodens, sodass weniger Bewässerung benötigt wird und folglich mehr Grundwasser als Trinkwasser zur Verfügung steht (Ziel 6, Agenda 2030)</li> <li>• Trockenheit auf Ackerflächen verringern (Maßnahmen 4.1, 4.2, 4.3 und 5.3)</li> </ul>		

Nummer	5.2		
Titel	Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt beraten		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	X Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Bodenerosion und erosive Sturzfluten verhindern		
Kurzbeschreibung	Durch erosive Sturzfluten können Orte und Straßen beeinträchtigt werden. Daher sollten Erosions-Schwerpunkte identifiziert und gezielt reduziert werden.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Erosions-Ereignissen</li> <li>• auf der Basis des Feuerwehreinsatzkatasters (vgl. Maßnahme 6.6) → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• mithilfe der Plattform PAF und DU (Weiterführung des Klimaradars) (Plattform bewerben) → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Aufruf an Landwirte sich bei Problemen zu melden und am Projekt zu beteiligen → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Gezielte Beratung von Landwirten, die von Erosionsereignissen betroffen sind, durch Bodenallianz/ AELF → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Regelmäßige Durchführung von Workshops/Beratungsangeboten durch AELF/ Bodenallianz um Landwirte für das Thema Erosionsvermeidung zu sensibilisieren (Schwerpunkt z. B. Erosion im Kartoffelanbau) → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Umstellung der Bewirtschaftung der betreffenden Flächen durch Landwirte → <i>Meilenstein 6</i></li> <li>• Prüfung, ob die Kosten für die Ausräumung von vollgeschwemmten Gräben auf die Verursacher umgelegt werden können → <i>Meilenstein 7</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratungsleitfaden des Landesamtes für Umwelt Sachsen-Anhalt zum Thema Bodenerosion und Sturzfluten, dass auf Kooperationen zwischen Landwirten und Gemeinden setzt (<a href="https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/LWVA/LVwA/Dokumente/4_landwirtschaftsumwelt/4kke/Klikominfo_Webseite/14_beratleitfaden_bo-erosion_sturzflut.pdf">https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/LWVA/LVwA/Dokumente/4_landwirtschaftsumwelt/4kke/Klikominfo_Webseite/14_beratleitfaden_bo-erosion_sturzflut.pdf</a>)</li> <li>• Merkblatt zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (<a href="https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/212002/merkblatt_gefahrenabwehr_bei_bodenerosion.pdf/38062e82-7fce-4f73-87ab-08b7b3d1c4a9">https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/212002/merkblatt_gefahrenabwehr_bei_bodenerosion.pdf/38062e82-7fce-4f73-87ab-08b7b3d1c4a9</a>)</li> </ul>		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: kein zusätzliches Personal</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: mittel (Landwirte - je nach Bedarf an Landwirtschaftstechnik)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: AELF/ Bodenallianz, Landwirte</li> <li>• Relevante Akteure: Klimaschutz   Nachhaltigkeit, Feuerwehr, Bürger</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl und Orte der Erosionsereignisse</li> <li>• Anzahl der beseitigten Erosions-Hot-Spots</li> </ul>		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung von Erosionsereignissen auf Äckern (Maßnahme 5.3)</li> <li>• Umsetzung verbessert zudem das Leben an Land (Ziel 1.5, Agenda 2030)</li> </ul>		

Nummer	5.3		
Titel	Erweiterter Bodenschutz		
Schwerpunktthema	Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Ackerflächen
	Trockenstress für Stadtbäume	X	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	Trockenstress auf Waldflächen		Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Erhöhung des Wassergehalts im Boden sowie Stabilisierung des Bodens gegenüber Wasser- und Winderosion		
Kurzbeschreibung	<p>Zwischenfrüchte und Untersaaten schützen den Boden indem sie für Bodenbedeckung sorgen und auch die Art der Bodenbearbeitung beeinflusst das Wasserrückhaltevermögen. Der Boden selbst ist je nach Beschaffenheit ein guter Wasserspeicher.</p> <p>Auch die Streifenfrässaat als bodenschonendes Bearbeitungsverfahren oder das Anlegen eines 15 Meter breiten Grünbrachestreifens an den Feldrändern verringern den Bodenabtrag und die Verfrachtung auf/in angrenzende Straßen und Kanäle.</p> <p>Weitere Möglichkeiten des Bodenschutzes ist die Agroforstwirtschaft, das heißt die Kombination von Gehölzen, Ackerkulturen (und/oder Tieren) auf einer Fläche. Hierbei kann der Ertrag auf dem Acker erhöht und gleichzeitig die Baumkulturen genutzt werden. Die Baumwurzeln erleichtern das Versickern von erosiven Starkregenwasser, die Bäume und deren Blätter fangen zudem Wasser durch Interzeption ab. Auch die Pflanzung von Hecken und Bäumen an den Rändern schützen dort den Boden durch Beschattung. Auch die Winderosion wird durch Bäume und Sträucher als Strömungshindernisse verringert.</p> <p>Eine weitere nachhaltige Bewirtschaftungsform ist die Agrophotovoltaik. Hierbei werden Ackerkulturen mit hochgeständerten Photovoltaikmodulen kombiniert. Dies hat den Vorteil der Beschattung für die Pflanzen und einer zusätzlichen Nutzung der Flächen für die Gewinnung Regenerativer Energien.</p>		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Durchführung von Workshops/Beratungsangeboten durch AELF/ Bodenallianz zu Bodenschutzmaßnahmen (wie die Kultivierung geeigneter Untersaaten &amp; Zwischenfrüchte, Heckenpflanzungen, Agroforst, Agrophotovoltaik); Transfer von Know-how über alternative Bodenbewirtschaftungsformen aus der Wissenschaft an Landwirte; Vorstellen von Best Practice/Pilotprojekten; Bildungsfahrten organisieren zu Best Practice Höfen; Kontakte vermitteln → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Unterstützung der Landwirte durch kostenloses oder bezuschusstes Saatgut → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Förderprogramme für die Umstellung auf nachhaltige Landwirtschaftsformen (z. B. Ökolandbau) oder Beispielprojekte nachhaltiger Bewirtschaftungsformen (z. B. Agrophotovoltaik) → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Umsetzung der Bodenschutzmaßnahmen durch die Landwirte (Untersaaten, Zwischenfrüchte, Grünstreifen, Hecken) im Sinne eines erhöhten Wasserrückhaltevermögens und zum Vermeiden von Erosion → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Prüfung, ob kommunale Weg- bzw. Straßenränder an Felder mit erhöhter Erosionsgefahr grenzen; ggf. mit Hecken und Bäumen bepflanzen → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Öffentlichkeitskampagne zur Bedeutung und den Möglichkeiten des Bodenschutzes, Beratungsangebote bewerben → <i>Meilenstein 6</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verein für konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat in Sachsen, der Workshops und Beratungen für Landwirte durchführt. Ihr Angebot kann als gute Anregung dienen. (<a href="https://www.kbd-sachsen.de/index.php">https://www.kbd-sachsen.de/index.php</a>)</li> <li>• Symposium und Webinare als Weiterbildungsformate von der „Aufbauenden Landwirtschaft“ (Baden-Württemberg) zu Themen wie Agroforstsysteme, Permakultur, etc. (<a href="http://aufbauende-landwirtschaft.de/">http://aufbauende-landwirtschaft.de/</a>)</li> </ul>		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	hoch		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: keine zusätzlichen Stellen, mittlerer Zeitaufwand (Öffentlichkeitsarbeit, Beratung und für Umsetzung durch die Landwirte)</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (Öffentlichkeitsarbeit)</li> <li>• Investitionen: mittel bis hoch (Landwirte - in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bodenallianz /AELF, Landwirte</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevante Akteure: Saatgutproduzenten, Baumschulen, Photovoltaik-Installateure bzw. -Betreiber</li> </ul>
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosionsereignisse (Feuerwehreinsatzdatenbank, Klimaradar)</li> <li>• Bedarf der Bewässerung</li> </ul>
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anbau von Untersaaten, Zwischenfrüchten und Bäumen erhöht die Artenvielfalt (Ziel 15 Agenda 2030)</li> <li>• Agrophotovoltaik unterstützt Energiewende (Ziel 7, Agenda 2030)</li> <li>• erhöhtes Wasserrückhaltevermögen reduziert den Bedarf der Bewässerung und sichert somit die Trinkwasserversorgung (Ziel 6, Agenda 2030)</li> <li>• Trockenheit auf Ackerflächen verringern (Maßnahmen 4.1, 4.2, 5.1 und 5.2)</li> </ul>

Nummer	6.1		
Titel	Förderung flächenhafter Regenwasserversickerung		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
	X	Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	X Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Reduzierung des oberflächlich abfließenden Regenwassers		
Kurzbeschreibung	Nicht alle Flächen müssen vollversiegelt, also wasserundurchlässig ausgeführt werden. Durch die Flächenentsiegelung bzw. Verwendung versickerungsfähiger Materialien kann Regenwasser dezentral versickert werden und fällt so nicht als Last im Kanalnetz an. Dies führt zu weniger bzw. kleineren Überflutungen im Straßenraum sowie zu einem geringeren Bedarf der kostenintensiven Anpassung des Kanalnetzes. Für Flächen in kommunaler Verantwortung muss die Stadt bei der Entsiegelung aktiv werden. Da der Einfluss auf private Flächeneigentümer gering ist, sollte die Stadt hier im Sinne der Information und Sensibilisierung agieren.		
Prozessbeschreibung	<p>6.1.1 - Liegenschaften der Stadt Pfaffenhofen und ihrer Eigenbetriebe (Stadtwerke, Wohnungsbaugesellschaften etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verankerung von Klimawandelfolgen als Abwägungsbelang in der Bauleitplanung (Novelle BauGB 2013) laut Maßnahme 1.4 → <i>Grundvoraussetzung</i></li> <li>• Berücksichtigung der Flächenversiegelung bzw. Versickerungsfähigkeit der Baumaterialien für Regenwasser bei jedem Neubauvorhaben → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Prüfung auf Entsiegelungsmöglichkeiten und somit Versickerungspotenziale im Bestand → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Erstellung eines Entsiegelungskatasters durch die Verwaltung (u. a. als Flächenpool für Kompensationsmaßnahmen im Rahmen anderer Bauvorhaben) und Verknüpfung mit bzw. Ausweitung der Begrünungsoffensive Pfaffenhofen → <i>Meilenstein 3</i></li> </ul> <p>6.1.2 - Private Flächeneigentümer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationskampagne für private Flächeneigentümer mit Postwurfsendung der Infobroschüre der Stadtwerke zum Thema und Ankündigung einer Informationsveranstaltung → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Durchführung einer Bürger-Informationsveranstaltung zum Thema in Zusammenarbeit von Stadtverwaltung und Stadtwerken → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Einrichtung einer regelmäßigen Bürgerberatung zum Thema, ggf. synergetische Koppelung mit Bürgerberatung zu „Pfaffenhofen soll blühen“ → <i>Meilenstein 3</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infobroschüre der Stadtwerke Pfaffenhofen zur gesplitteten Abwassergebühr (<a href="https://www.stadtwerke-pfaffenhofen.de/upload/files/SWP_GAG_info_bro_RZ_Web.pdf">https://www.stadtwerke-pfaffenhofen.de/upload/files/SWP_GAG_info_bro_RZ_Web.pdf</a>)</li> <li>• „Versickerungspotentialkarte Hamburg“ (<a href="https://www.hamburg.de/planungskarten/4130764/versickerungspotentialkarte">https://www.hamburg.de/planungskarten/4130764/versickerungspotentialkarte</a>)</li> <li>• „Aktion Fläche“, Entsiegelungspotenziale Berlin (<a href="https://aktion-flaeche.de/flaechen-entsiegeln-boeden-wiederherstellen">https://aktion-flaeche.de/flaechen-entsiegeln-boeden-wiederherstellen</a>)</li> <li>• „Haus- und Grundstücksentwässerung - Alles klar bei Starkregen?“ (<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/projekt-haus-grundstuecksentwaesserung-alles-klar">https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/projekt-haus-grundstuecksentwaesserung-alles-klar</a>)</li> <li>• „Hochwasserpas“ (<a href="https://www.hochwasser-pass.com">https://www.hochwasser-pass.com</a>)</li> </ul>		
Verortung	Erarbeitung im Prozess notwendig		
Priorität	Nicht zutreffend		
Zeitraum	Beide Teilmaßnahmen: laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: gering bis moderat (erste Teilmaßnahme), moderat (zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Investitionen: moderater Kostenaufwand (abhängig von der zu entsiegelnden Fläche)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bauamt (erste Teilmaßnahme), Klimaschutz   Nachhaltigkeit (Öffentlichkeitsarbeit; zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Relevante Akteure: Stadtwerke Pfaffenhofen, kommunale Wohnungsbaugesellschaft(?), private Flächeneigentümer</li> </ul>		

Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turnusmäßige Prüfung der Flächenversiegelung mittels Grünflächenkataster und Unterlagen zur Flächenversiegelung (vgl. gesplittete Abwassergebühr) der Stadtwerke (beide Teilmaßnahmen)</li> <li>• Jährliche Statistik der neu entsiegelten bzw. teilentsiegelten Flächensumme und/oder der Umfang des Entsiegelungskatasters (beide Teilmaßnahmen)</li> <li>• Teilnehmerzahl von Informationsveranstaltungen und Einzelberatungen (zweite Teilmaßnahme)</li> </ul>
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung der lokalen Wärmebelastung der Bevölkerung durch Schaffung verdunstungsaktiver Flächen (Maßnahme 1.3)</li> <li>• Zuführung von versickerndem Regenwasser an trockengestresste Stadtbäume (Maßnahme 2.2)</li> <li>• Entsiegelung und Senkung des Flächenneuverbrauches entspricht Ziel 11 der Agenda 2030 (Nachhaltige Städte und Gemeinden)</li> <li>• Reduzierung von oberirdischen Starkregenabflüssen</li> </ul>

Nummer	6.2		
Titel	Anpassung der Entsorgungsinfrastrukturen an veränderte Anforderungen		
Schwerpunktthema	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Ackerflächen
	Trockenstress für Stadtbäume		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	Trockenstress auf Waldflächen	X	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Optimierung des Kanalsystems		
Kurzbeschreibung	Die Kanalnetze sind auf die Abführung definierter Abflussmengen ausgelegt. Ändern sich die Niederschlagsverhältnisse und damit z. B. die Regenmenge eines 50- oder 100-jährigen Niederschlagsereignisses kann es sein, dass die nach alten Maßstäben dimensionierten Kanalnetze häufiger überlastet sind und sich häufiger lokale Überschwemmungen auf Straßen einstellen. Durch die Neudimensionierung des Kanalnetzes, insbesondere in Stadtbereichen bzw. Straßen in denen es in der Vergangenheit häufiger zu lokalen Überschwemmungen kam, können größere Mengen Regenwasser abgeführt und Überschwemmungen vermieden bzw. reduziert werden.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Straßensanierungen: (weiterhin) Prüfung, ob Kapazitätserweiterung des Kanalnetzes in der Straße relevant ist:</li> <li>• Identifizierung der Bereiche mit gehäuften lokalen Überschwemmungen, z. B. mittels Überflutungskatasters des Bauamtes (vgl. Maßnahme 6.6) → <i>Meilenstein 1a</i></li> <li>• Fortführung der stadtweiten hydraulischen Abflussmodellierung zur Identifizierung potenziell vulnerabler Bereiche des Kanalnetzes → <i>Meilenstein 1b</i></li> <li>• Prüfung, ob regelmäßige Schäden durch Überschwemmungen die Kosten für eine Kapazitätserweiterung rechtfertigen, auch unter Berücksichtigung der veränderten künftigen Starkregensituation → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Bauliche Detailplanung durch die Stadtwerke und/oder ein Fachbüro → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Bauliche Umsetzung der Maßnahme → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Evaluation: Prüfung, ob die Baumaßnahme lokale Überschwemmungen an der betroffenen Stelle beseitigt hat → <i>Meilenstein 5</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Stauraumkanal im Mauerpark“ (<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/stauraumkanal-im-mauer-park">https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/stauraumkanal-im-mauer-park</a>)</li> <li>• „Integrale Entwässerungsplanung der Stadtwerke Solingen“ (<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/kommunale-ueberflutungsvorsorge-in-zeiten-des">https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/kommunale-ueberflutungsvorsorge-in-zeiten-des</a>)</li> </ul>		
Verortung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte Verortung durch Auswertung der Feuerwehreinsatzdaten: Hohenwarter Straße, Kapellenweg, Niederscheyerer Straße, Scheyerer Straße</li> <li>• Alle Bereiche, in denen es häufig zu lokalen Überschwemmungen nach Starkregen kommt</li> </ul>		
Priorität	hoch		
Zeitraum	laufend		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: moderat</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Investitionen: hoch (abhängig von der baulichen Umsetzung)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Stadtwerke Pfaffenhofen</li> <li>• Relevante Akteure: Bauamt</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Ausbaufortschritt/Kontrollfortschritt des Kanalsystems in Metern hinsichtlich eines relevanten Bemessungsregens		
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ertüchtigung der Kanalnetze entspricht dem Ziel 6 der Agenda 2030 (Sauberes Wasser und sanitäre Einrichtungen)</li> <li>• Reduzierung von oberirdischen Starkregenabflüssen</li> </ul>		

Nummer	6.3	
Titel	Anlage von Notentwässerungsstrukturen	
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung
	X	Trockenstress für Stadtbäume
		Trockenstress auf Waldflächen
		X
	Trockenstress auf Ackerflächen	
	Erosive Sturzfluten durch Starkregen	
	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser	
Maßnahmenziel	Sichere Zwischenspeicherung und Ableitung von Niederschlagswasser	
Kurzbeschreibung	<p>Die Anlage eines Systems aus Hochwasserrückhaltebecken, Notentwässerungswegen und temporären Regenwasserzweischenspeichern kann Starkregenwasser außerhalb der Siedlung abfangen, ggf. schadlos durch Siedlungsgebiete ableiten und/oder auf multifunktionalen Flächen zwischenspeichern. Die Reduzierung der Abflusslast für das städtische Kanalnetz sollte bereits außerhalb der Ortslage mittels Renaturierung von Fließgewässern und der Erweiterung ihrer Retentionsräume ansetzen (vgl. Maßnahme 6.4). In der Ortslage ist die Mitbenutzung von multifunktionalen Flächen (z. B. Park, Spielplatz, Parkplatz) eine Möglichkeit, unkontrollierte lokale Überschwemmungen zu reduzieren. Diese werden geregelt temporär geflutet, um Schäden anderswo abzuwenden.</p>	
Prozessbeschreibung	<p><u>Außerhalb der Ortslagen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung, welche Fließgewässer nach Starkregen zu lokalen Überschwemmungen neigen, z. B. anhand des Überflutungskatasters der Feuerwehr (vgl. Maßnahme 6.6). → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Suche nach einem geeignetem Gewässerabschnitt für die Errichtung eines Rückhaltebauwerkes → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Sicherung entsprechender Flächen im Gewässerabschnitt durch Kauf oder Tausch → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Durchführung der Detailplanung des Rückhaltebauwerkes durch Stadtwerke/Bauamt und/oder ein externes Fachbüro → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Bauliche Umsetzung der Maßnahme → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Evaluation: Prüfung, ob noch Überschwemmungen im Unterlauf des Rückhaltebauwerkes auftreten → <i>Meilenstein 6</i></li> </ul> <p><u>Innerhalb der Ortslagen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation von Stellen mit regelmäßigen lokalen Überschwemmungen nach Starkregenereignissen (vgl. Maßnahme 6.6). → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Im Bestand: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abwägung, ob wiederkehrende Überflutungsschäden eine kostenintensive Umgestaltung im Bestand rechtfertigen, auch unter Berücksichtigung der veränderten künftigen Starkregensituation → <i>Meilenstein 2a</i></li> <li>• (ggf. Flächensicherung durch Kauf oder Tausch)</li> <li>• Durchführung der Detailplanung der Notwasserwege und multifunktionalen Flächen durch die Stadtwerke und/oder ein externes Fachbüro → <i>Meilenstein 3a</i></li> </ul> </li> <li>• In Neubaugebieten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung von Notwasserwegen und temporären Zwischenspeichern bei der Planung (vgl. Maßnahme 1.4); Erstellung eines Regenwasserkonzeptes → <i>Meilenstein 2b</i></li> <li>• Durchführung der Detailplanung der Notwasserwege und multifunktionalen Flächen im Rahmen der Erschließungsplanung durch die Stadtwerke und/oder ein externes Fachbüro → <i>Meilenstein 3b</i></li> <li>• Bauliche Umsetzung der Maßnahme → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Evaluation: Prüfung, ob nach Maßnahmenumsetzung noch lokale Überschwemmungen auftreten → <i>Meilenstein 5</i></li> </ul> </li> </ul>	
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Stauraumkanal im Mauerpark Berlin“ (<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/stauraumkanal-im-mauer-park">https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/stauraumkanal-im-mauer-park</a>)</li> <li>• „Flächenmitbenutzung und Notwasserweg Ohlendorffs Park Hamburg“ (<a href="https://www.risa-hamburg.de/projekte/notwasserweg-ohlendorffs-park">https://www.risa-hamburg.de/projekte/notwasserweg-ohlendorffs-park</a>)</li> <li>• „MURIEL - Multifunktionale Retentionsflächen“ (<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/muriel-multifunktionale-retentionsflaechen-von-der">https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/muriel-multifunktionale-retentionsflaechen-von-der</a> / Projektberichte: <a href="http://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32223_01.pdf">http://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32223_01.pdf</a> <a href="http://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32223_02.pdf">http://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32223_02.pdf</a> <a href="http://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32223_03.pdf">http://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32223_03.pdf</a>)</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung der Hamburger Straßenplaner (<a href="https://www.hamburg.de/contentblob/4458538/2d89eeb5db6269e28ade344430a08bc9/data/wassersensible-strassenraumgestaltung.pdf">https://www.hamburg.de/contentblob/4458538/2d89eeb5db6269e28ade344430a08bc9/data/wassersensible-strassenraumgestaltung.pdf</a>)</li> </ul>
Verortung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fließgewässer mit häufigen Hochwasser nach Starkregenereignissen, z. B. Gerolsbach (erste Teilmaßnahme)</li> <li>Quartiere mit häufigen Überschwemmungen bzw. Schäden infolge Starkregen, z. B. auf/um Hohenwarther Straße, Kapellenweg, Niederscheyerer Straße, Scheyerer Straße bzw. Neubaugebiete generell (zweite Teilmaßnahme)</li> </ul>
Priorität	hoch
Zeitraum	laufend
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personalkosten/-aufwand: moderat (erste und zweite Teilmaßnahme)</li> <li>Sachkosten/-aufwand: gering (erste und zweite Teilmaßnahme)</li> <li>Investitionen: hoch (besonders bei Änderungen im Bestand)</li> </ul>
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verantwortlich: Bauamt (erste und zweite Teilmaßnahme)</li> <li>Relevante Akteure: Wasserwirtschaftsamt, Landratsamt (Untere Naturschutzbehörde), Stadtwerke Pfaffenhofen</li> </ul>
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jährliche Anzahl der Feuerwehreinsätze infolge von Starkregen-Überschwemmungen an der betreffenden Stelle (erste und zweite Teilmaßnahme)</li> <li>Entwicklung der Schadenssummen durch Überschwemmungen in den vormals betroffenen Quartieren (zweite Teilmaßnahme)</li> </ul>
Synergien und Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzierung der Wärmebelastung der Bevölkerung durch grüne und blaue Strukturen (Maßnahme 1.3)</li> <li>Nutzung von temporären Regenwasserzischenspeichern zur Bewässerung von Stadtbäumen und Grünflächen (Maßnahme 2.2)</li> <li>Nutzung von Hochwasser- bzw. Regenrückhaltebauwerken als oberirdische Wasserreserven in der Landwirtschaft (Maßnahmen 4.1, 4.2)</li> <li>Dauerhafte Sicherung, Finanzierung und Pflege von Grünflächen durch ihre wasserwirtschaftliche Mitbenutzung</li> </ul>

Nummer	6.4		
Titel	Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	X Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Verbaute Fließgewässer renaturieren und Retentionsflächen sichern und ausweiten		
Kurzbeschreibung	<p>Die möglichst naturnahe Gestaltung von Fließgewässern und die Sicherung von Retentionsflächen sind effektive Beiträge zum Hochwasserschutz, tragen aber auch zum Artenschutz bei. Eine naturnahe Gewässerentwicklung mit naturnaher Lauflänge, Ausweisung von Gewässerrandstreifen, dem Rückbau vorhandener bzw. Verbot neuer Verrohrungen sowie die Aufweitung des Bachbetts kann die schadlose Ausuferung von Bächen ermöglichen. Auen dienen dem Gewässer als Retentionsräume bei Hochwasser und sollten im Rahmen der Renaturierung gesichert und – wo möglich – erweitert werden, z. B. durch die Aktivierung von Altarmen, Deichrückverlegung oder Berücksichtigung ungenutzter Grabensysteme. Über Flächenkauf und -tausch sowie Ersatzmaßnahmen soll die Stadt Pfaffenhofen langfristig auf eine Erweiterung des Retentionsvolumens im Stadtgebiet hinwirken.</p>		
Prozessbeschreibung	<p><u>6.4.1 - Naturnahe Gestaltung von Fließgewässern</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung, für welche Fließgewässer lokale Überschwemmungen ein Problem darstellen (vgl. Maßnahme 6.6) und welche Vorgaben zur Renaturierung im Gewässerentwicklungsplan (1998) oder Landschaftsplan (2017) existieren, ggf. Belang des Artenschutzes als weiteres Auswahlkriterium einbeziehen → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Festlegung des Gewässerabschnitts für die Renaturierung → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Sicherung entsprechender Flächen im Maßnahmenbereich durch Kauf oder Tausch → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Detailplanung der Renaturierungsmaßnahme durch Stadtverwaltung und/oder ein externes Fachbüro → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Durchführung der Baumaßnahme → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Evaluation: Prüfung, ob sich die Überschwemmungssituation durch die Renaturierung verbessert hat → <i>Meilenstein 6</i></li> </ul> <p><u>6.4.2 - Sicherung und ggf. Erweiterung von Retentionsflächen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung, für welche Fließgewässer lokale Überschwemmungen ein Problem darstellen (vgl. Maßnahme 6.6) und welche Vorgaben zu den Retentionsflächen im Gewässerentwicklungsplan (1998) oder Landschaftsplan (2017) existieren → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Auswahl eines Gewässerabschnitts für eine notwendige Sicherung oder erfolgversprechende Erweiterung von Retentionsflächen → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Sicherung entsprechender Flächen im Maßnahmenbereich durch Kauf oder Tausch → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Detailplanung durch Stadtverwaltung und/oder ein externes Fachbüro → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Durchführung der Baumaßnahme → <i>Meilenstein 5</i></li> <li>• Evaluation: Prüfung, ob sich die Überschwemmungssituation durch die Retentionsraumerweiterung verbessert hat → <i>Meilenstein 6</i></li> <li>• Schaffung eines Katasters potenzieller Retentionsräume (bzw. Hochwasserschutzregister) im Stadtgebiet, idealerweise auch in interkommunaler Zusammenarbeit → <i>Meilenstein 7</i></li> </ul>		
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Lebendige Auen für die Elbe“ (<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/lebendige-auen-fuer-die-elbe">https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/lebendige-auen-fuer-die-elbe</a>)</li> <li>• Projektbeispiele zur Renaturierung von Fließgewässern (<a href="https://www.umweltbundesamt.de/gewaesserrenaturierung-projektbeispiele">https://www.umweltbundesamt.de/gewaesserrenaturierung-projektbeispiele</a>)</li> <li>• „Retentionskataster Hessen“ (<a href="https://www.hlnug.de/themen/wasser/hochwasser/retentionskataster-hessen">https://www.hlnug.de/themen/wasser/hochwasser/retentionskataster-hessen</a>)</li> </ul>		
Verortung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilm, Gerolsbach, Gewässer 3. Ordnung (erste Teilmaßnahme)</li> <li>• Auenbereiche bzw. Überschwemmungsgebiete von Ilm, Gerolsbach, Gewässer 3. Ordnung (zweite Teilmaßnahme)</li> </ul>		
Priorität	hoch		
Zeitraum	laufend		

Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: gering (erste Teilmaßnahme), gering bis moderat (zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (erste und zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Investitionen: moderat bis hoch (erste Teilmaßnahme), hoch (zweite Teilmaßnahme, abhängig von umgesetzter Maßnahme)</li> </ul>
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bauamt (erste und zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Relevante Akteure: Wasserwirtschaftsamt, Landratsamt (Untere Naturschutzbehörde)</li> </ul>
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Länge renaturierter Gewässerabschnitte (erste Teilmaßnahme)</li> <li>• Größe erworbener Flächen bzw. erweiterter Retentionsräume (zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Vergleich alter und neuer Hochwassermodellierungen (Ilm)</li> </ul>
Synergien und Konflikte	Renaturierung von Fließgewässern entspricht den Zielen 6 (Sauberes Wasser und sanitäre Einrichtungen), 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) und 15 (Leben an Land) der Agenda 2030

Nummer	6.5		
Titel	Beseitigung von Abflusshindernissen		
Schwerpunktthema		Hitzebelastung der Bevölkerung	Trockenstress auf Ackerflächen
		Trockenstress für Stadtbäume	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Trockenstress auf Waldflächen	X Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Schnelle Abführung von Hochwasser aus der Ortslage		
Kurzbeschreibung	Hochwässer können aufgrund ihrer großen Bewegungsenergie Geröll, Äste, Müllablagerungen, Bauwerksteile und sogar Fahrzeuge erfassen und mittransportieren. Dieses Treibgut setzt regelmäßig Rechen, Abflüsse etc. zu und kann an Brückenpfeilern zu größeren Blockaden und einem Aufstauen des Wassers führen. Um Hochwasser möglichst schnell und überschwemmungsfrei durch die Ortslagen zu führen, müssen Abflusshindernisse und Engstellen beseitigt oder entschärft werden. Dazu sollten Rechen und Geröllfänge freigehalten, Abflussquerschnitte optimiert und hydraulische Engpässe (Brücken, Durchlässe, Verrohrungen) entschärft werden.		
Prozessbeschreibung	<p><u>6.5.1 - Gewässerschauen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung einer Gewässerschau an allen Gewässerabschnitten und dem Flutkanal, mit Kommunalvertretern, Anliegern und ggf. weiteren Akteuren (Stadtwerke, Wasserwirtschaftsamt etc.), nach jedem Hochwasserereignis (entsprechend Meldegrenzen im städtischen Alarmplan), aber mindestens einmal jährlich, inkl. Aufgabenverteilung zur Missstands-beseitigung → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Missstands-beseitigung im Verantwortungsbereich der Kommune (z. B. Einläufe, Rechen, Geröllfänge) durch Bauamt → <i>Meilenstein 2a</i></li> <li>• Ggf. kostenpflichtige Missstands-beseitigung im Verantwortungsbereich Privater durch die Kommune, wenn Anlieger ihrer Pflicht nicht nachkommen → <i>Meilenstein 2b</i></li> <li>• Nachbegehung der kritischen Gewässerabschnitte und Prüfung der Umsetzung der Maßnahmen → <i>Meilenstein 3</i></li> </ul> <p><u>6.5.2 - Strukturelle Abflusshindernisse (Hydraulische Engpässe)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beseitigung bzw. Entschärfung durch bauliche Lösung in Abstimmung mit Wasserwirtschaftsamt prüfen → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Prüfung, ob regelmäßige Schäden durch Überschwemmungen die Kosten der Baumaßnahme rechtfertigen, auch unter Berücksichtigung der veränderten künftigen Hochwassersituation → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Detailplanung durch externes Fachbüro → <i>Meilenstein 3</i></li> <li>• Bauliche Umsetzung der Maßnahme → <i>Meilenstein 4</i></li> <li>• Evaluation: Prüfung, ob die Maßnahmenumsetzung lokale Überschwemmungen an der betroffenen Stelle beseitigt hat → <i>Meilenstein 5</i></li> </ul>		
Beispiele	Vorgehen und Leitfaden zur Gewässerschau ( <a href="https://www.wbw-forbildung.net/pb/.Lde/Home/Taetigkeiten/Gewaesserschau.html">https://www.wbw-forbildung.net/pb/.Lde/Home/Taetigkeiten/Gewaesserschau.html</a> )		
Verortung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle hochwasserrelevanten Fließgewässer wie Ilm, Gerolsbach etc. (erste Teilmaßnahme)</li> <li>• Erarbeitung im Prozess notwendig (zweite Teilmaßnahme)</li> </ul>		
Priorität	hoch		
Zeitraum	So bald als möglich		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: moderat, aber wiederkehrend (erste Teilmaßnahme); gering (zweite Teilmaßnahme)</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Investitionen: moderat bis hoch (zweite Teilmaßnahme)</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Wasserwirtschaftsamt (Ilm und Gerolsbach), Bauamt (Gewässer 3. Ordnung)</li> <li>• Relevante Akteure: Stadtwerke Pfaffenhofen, Anglervereine</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Länge geprüfter bzw. hindernisbereinigter Gewässerabschnitte</li> <li>• Häufigkeit von Verklausungen und Überschwemmungen (Feuerwehreinsatzdatenbank und Überflutungskataster)</li> </ul>		
Synergien und Konflikte			

Nummer	6.6		
Titel	Erarbeitung eines Überflutungskatasters		
Schwerpunktthema	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Ackerflächen
	Trockenstress für Stadtbäume		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	Trockenstress auf Waldflächen	X	Überschwemmungen durch Starkregen/Ilm-Hochwasser
Maßnahmenziel	Schaffung einer Informationsbasis für Problempunkte im Stadtgebiet		
Kurzbeschreibung	Um verlässliche Aussagen über Problempunkte im Stadtgebiet hinsichtlich Überschwemmungen durch Starkregen und Ilm-Hochwasser machen zu können, bedarf es einer belastbaren Datenbasis. Durch die Erarbeitung eines Überflutungskatasters auf Basis von Einsatzdaten der Feuerwehr und des THW können Orte mit häufigen Überflutungen durch Starkregen oder Ilm-Hochwasser identifiziert und überwacht werden. Die Ergebnisse liefern dem Bauamt und den Stadtwerken neuralgische Punkte für die Anpassung des Kanalnetzes im Stadtgebiet. Gleichzeitig dient die Überwachung der Orte mit häufigen Überflutungen der Erfolgskontrolle der Anpassungsmaßnahmen.		
Prozessbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale Protokollierung der Einsätze von Feuerwehr und THW in einer Einsatzdatenbank mit mindestens Datum, Uhrzeit, Ort (GPS-Koordinaten!) und Einsatzanlass → <i>Grundvoraussetzung</i></li> <li>• Übergabe der Einsatzdaten bzgl. lokaler Überschwemmungen und Ilm-Hochwasser an das Bauamt → <i>Meilenstein 1</i></li> <li>• Jährliche statistische Auswertung der Überschwemmungs- und Hochwasserereignisse und deren Veränderung → <i>Meilenstein 2</i></li> <li>• Erarbeitung eines Überflutungskatasters durch das Bauamt mit Problempunkten auf Basis der statistischen Auswertung sowie Kommunikation dieses an die Stadtwerke für evtl. Maßnahmen (vgl. 6.2) → <i>Meilenstein 3</i></li> </ul>		
Beispiele	-		
Verortung	Nicht zutreffend		
Priorität	niedrig		
Zeitraum	ab sofort		
Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalkosten/-aufwand: gering</li> <li>• Sachkosten/-aufwand: gering (GPS-Gerät, Software)</li> <li>• Investitionen: keine</li> </ul>		
Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich: Bauamt</li> <li>• Relevante Akteure: Stadtwerke Pfaffenhofen, Feuerwehr</li> </ul>		
Erfolgskontrolle	Umfang des Einsatzkatasters (zeitlicher Umfang, thematischer Umfang der ausgewerteten klimawandelrelevanten Themen)		
Synergien und Konflikte	Maßnahmen, die auf die Verortung von starkregenrelevanten Problempunkten angewiesen sind (Maßnahmen 5.3, 6.2, 6.3)		