

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	13
A. Einleitung	19
I. Integration außerjuristischen Wissens und interdisziplinäre Schnittstellen	25
II. Gang der Untersuchung	28
B. Klimaresiliente Städte durch kommunale Klimaanpassungsplanung	31
I. Das Klimaanpassungskonzept und der Bebauungsplan als Steuerungsinstrumente der kommunalen Klimaanpassungsplanung	34
1. Das Klimaanpassungskonzept als strategisches Steuerungsinstrument	34
2. Der Bebauungsplan als formelles Steuerungsinstrument	38
3. Anwendungsbeispiel: Bewältigung des Hitzeinsel-Phänomens	39
a) Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge städtebaulicher Gegebenheiten und meteorologischer Größen	40
b) Vorbereitung der Bauleitplanung durch das Klimaanpassungskonzept	42
c) Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten im Rahmen der Bauleitpläne	42
4. Zusammenfassung und Stellungnahme	43
II. Die kommunale Klimaanpassungsplanung in der kommunalen Aufgabensystematik	45
1. Die kommunale Klimaanpassungsplanung als Selbstverwaltungsaufgabe	45
a) Ausgestaltung durch das BauGB	47
b) Ausgestaltung durch das KAnG	49
2. Zusammenfassung und Stellungnahme	53
III. Zwischenfazit	54

Inhaltsverzeichnis

C. Optimierte kommunale Klimaanpassungsplanung durch KI-basierte Vorhersagen	57
I. Rolle der KI-basierten Vorhersagen im Kanon der unterschiedlichen Modelle	57
1. Vorhersagemethoden auf globaler, regionaler und lokaler Ebene	58
2. Berechnung von Klimaszenarien auf der Grundlage globaler und regionaler Modelle	59
3. Berechnung des Anpassungsbedarfs und konkreter Anpassungsmaßnahmen auf Grundlage lokaler Modelle	62
4. Gesteigerte Rechenkapazität durch KI-basierte Vorhersagen	63
II. Vier Anwendungsoptionen KI-basierter Vorhersagen für die kommunale Klimaanpassungsplanung	64
1. Ermittlung des Anpassungsbedarfs eines Gebiets	64
2. Simulation von Interventionen	65
3. Erteilung von Optimierungsaufträgen	66
4. Anzeigen von Unsicherheiten	68
III. Der Aussagegehalt der KI-basierten Vorhersagen bezogen auf die meteorologischen Größen	68
1. Hitze	69
2. Wind	71
3. Starkregen	73
IV. Zwischenfazit	76
D. Einbeziehung der KI-basierten Vorhersagen in Klimaanpassungskonzepte und Bebauungspläne	79
I. Die unterschiedlichen Prognosebegriffe	79
1. Der naturwissenschaftliche Prognosebegriff	80
2. KI-basierte Vorhersagen im Kontext der Klimaanpassungsplanung als „Prognosen“	81
II. Die Anwendungsoptionen KI-basierter Vorhersagen im Klimaanpassungskonzept	83

Inhaltsverzeichnis

III. Die Anwendungsoptionen KI-basierter Vorhersagen im Bebauungsplan	85
1. Anpassung an die Ziele der Raumordnung, § 1 Abs. 4 BauGB, Entwicklungsgebot aus dem Flächennutzungsplan, § 8 Abs. 2 S. 1 BauGB	86
2. Erforderlichkeit des Bebauungsplans, § 1 Abs. 3 S. 1 Hs. 1 BauGB	88
3. Ermittlung und Bewertung des Abwägungsmaterials, § 2 Abs. 3 BauGB und fehlerfreie Abwägung gemäß § 1 Abs. 7 BauGB	89
4. Einbeziehung von Prognosen in die Umweltprüfung, § 2 Abs. 4 BauGB	94
5. Exkurs: Ansätze für künftige Reformvorhaben – Auswertung des Reformentwurfs zur Novelle des BauGB vom 03.09.2024	96
6. Zulässiger Inhalt gemäß § 9 BauGB	100
IV. Zwischenfazit	103
E. Rechtliche Anforderungen an KI-basierte Vorhersagen für die kommunale Klimaanpassungsplanung	105
I. Prüfungsmaßstab: Anforderungen an die Einbeziehung KI-basierter Vorhersagen in das Klimaanpassungskonzept und den Bebauungsplan	106
1. Ableitung der Anforderungen aus der Verordnung über künstliche Intelligenz der EU	106
a) Vorhersagen des Mikroklimas mittels Künstlicher Neuronaler Netze unterfallen dem Anwendungsbereich des KI-VO	106
b) Bestimmung der Risikoklasse	109
c) Keine spezifischen Anforderungen für KI-basierte Vorhersagen des Mikroklimas	111
2. Ableitung der Anforderungen aus dem einfachen Recht	112
a) Herleitung der Anforderungen vor dem Hintergrund der Rechtsprechung zur Fachplanung	113
b) Übertragbarkeit der Anforderungen auf Prognosen im Bebauungsplan und Klimaanpassungskonzept	119
3. Zusammenfassung und Stellungnahme	124

Inhaltsverzeichnis

II. Begutachtung der KI-basierten Vorhersagen	126
1. Prüfung anhand der fachwissenschaftlichen Standards und der Prognosebasis	126
a) Einleitender Überblick über den Entwicklungsprozess	127
b) Rohdaten: Datenerhebung und Datenverarbeitung	128
aa) Zeitlich variable Daten beziehungsweise meteorologische Daten	129
bb) Zeitlich invariable Daten beziehungsweise räumliche Daten	131
cc) Zusammenfassung	133
c) Physikalische Modellierungen als Trainingsgrundlage der Künstlichen Neuronalen Netze	134
aa) Physikalische Modellierungen im Bereich Hitze	135
bb) Physikalische Modelle im Bereich Wind	138
cc) Physikalische Modellierungen im Bereich Starkregen	139
d) Entwicklung der Künstlichen Neuronalen Netze	141
aa) Training	141
bb) Validierung und erneutes Training	143
cc) Testung	144
dd) Bewertung der Performanz der Künstlichen Neuronalen Netze	144
2. Datenschutz	146
3. Unsicherheiten in den Vorhersagen	147
a) Quellen von Unsicherheiten	147
aa) Unsicherheiten aufgrund begrenzter Erkenntnismöglichkeiten und begrenzter technischer Möglichkeiten	148
bb) Unsicherheiten bei der Vorhersage extremer Wetterereignisse	151
b) Berücksichtigung der Unsicherheiten	153
c) Zwischenergebnis	158
4. Diskriminierungspotenziale in der KI-basierten kommunalen Klimaanpassungsplanung und ihre Berücksichtigung im Rahmen der § 2 Abs. 3 BauGB und § 1 Abs. 7 BauGB	159
a) Unzureichende Repräsentation städtebaulicher Strukturen	160
b) Berücksichtigung von Vulnerabilität und Demografie	161

Inhaltsverzeichnis

c) Aktualisierung der Daten	162
d) Fehlende Berücksichtigung extremer Wetterereignisse	163
e) Zwischenergebnis	163
5. Herausforderungen hinsichtlich der Transparenz	164
a) Relevanz von Transparenz in Bezug auf die rechtlichen Anforderungen an KI-basierte Vorhersagen in der kommunalen Klimaanpassungsplanung	165
b) Technische Ursachen von Intransparenz und Möglichkeiten, sie abzumildern	166
c) Relevanz von Transparenz im Planungsverfahren	168
aa) Beteiligung der Öffentlichkeit gemäß § 3 BauGB und Beteiligung der Behörden gemäß § 4 BauGB	168
bb) Auslegung gemäß § 3 Abs. 2 BauGB, Begründung gemäß § 2a BauGB und zusammenfassende Erklärung gemäß § 10 Abs. 3 S. 2 i.V.m. § 10a Abs. 1 BauGB	169
d) Zwischenergebnis	170
6. Zusammenfassung und Stellungnahme	171
III. Vorschlag für eine mehrstufige Regulierung der Anforderungen unter Berücksichtigung der rechtswissenschaftlichen Innovationsforschung	173
F. Fazit und Thesen	179
G. Anhänge	191
Anhang 1: Grafische Darstellung des Entwicklungsprozesses und Verortung der Risiken	191
Anhang 2: Weiterführende Tabellen als Planungsgrundlage	207
Anhang 3: Veranschaulichende Grafiken zu den naturwissenschaftlichen Beschreibungen	210
H. Quellenverzeichnis	225