



Jens Motsch

# Meteorologie für die Feuerwehr

Die Auswirkungen  
des Klimawandels  
auf das Einsatzgeschehen

**Kohlhammer**



**Jens Motsch**

# **Meteorologie für die Feuerwehr**

**Die Auswirkungen des Klimawandels auf  
das Einsatzgeschehen**

**Verlag W. Kohlhammer**

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen und sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

Die Abbildungen stammen – sofern nicht anders angegeben – vom Autor.

1. Auflage 2019

Alle Rechte vorbehalten

© W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart

Umschlagbild: »Pflotsh-Storm« der Andreas Garzotto GmbH,

Winterthur (CH), & der Kachelmann GmbH, Sattel (CH)

Gesamtherstellung: W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart

Print:

ISBN 978-3-17-035448-7

E-Book-Formate:

pdf: ISBN 978-3-17-035450-0

epub: ISBN 978-3-17-035451-7

mobi: ISBN 978-3-17-035452-4

Für den Inhalt abgedruckter oder verlinkter Websites ist ausschließlich der jeweilige Betreiber verantwortlich. Die W. Kohlhammer GmbH hat keinen Einfluss auf die verknüpften Seiten und übernimmt hierfür keinerlei Haftung.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Meteorologische Grundlagen</b> .....	<b>18</b>
2.1 Meteorologie als Wissenschaft .....	18
2.2 Die Atmosphäre der Erde .....	19
2.3 Wetterelemente und Klimafaktoren .....	22
2.3.1 Eine kurze Übersicht .....	22
2.3.2 Die Lufttemperatur .....	24
2.3.3 Die Luftfeuchtigkeit: Wasserdampf und Lufttemperatur .....	26
2.3.4 Luftdruck, Wind und Wettergeschehen .....	28
2.3.4.1 Luftdruck .....	28
2.3.4.2 Die Entstehung thermischer Hoch- und Tiefdruckgebiete .....	28
2.3.4.3 Die Ablenkung der Winde durch die Corioliskraft .....	31
2.3.4.4 Die Entstehung von Wind und seine Richtung .....	34
2.3.4.5 Die Entstehung dynamischer Hoch- und Tiefdruckgebiete .....	39
2.3.4.6 Die Zirkulation in den unteren Schichten der Mittelbreiten (Wettergeschehen) .....	45
2.3.4.7 Das Wettergeschehen bei Durchzug einer Zyklone .....	46
2.4 Großwetterlagen und Witterungssingularitäten .....	50
<b>3 Synoptische Meteorologie: Wettermodelle, Wettervorhersagen und Wetterwarnungen</b> .....	<b>53</b>
3.1 Wetterbeobachtung als Grundlagen der Vorhersage .....	53
3.2 Wettervorhersagemodelle .....	60
3.3 Wettervorhersagen .....	67
3.4 Prognose- und Vorhersageparameter in Wettermodellen .....	68
<b>4 Wetterbedingte Gefahren und Schadensereignisse</b> .....	<b>77</b>
<b>5 Auswirkungen des Klimawandels auf das Einsatzgeschehen</b> .....	<b>84</b>

<b>6 Fallbeispiele und Tipps für die Einsatzvorbereitung</b> .....	<b>90</b>
6.1 Ein konvektives Gewitter .....	90
6.2 Das Sturmtief »Fabienna« am 23.09.2018 .....	93
6.3 Ein »Drei-Stunden-Ereignis« im Saarland .....	107
6.4 Ein kurzes Hagelgewitter am 04.05.2017 .....	114
6.5 Hochwasser .....	118
6.6 Radardaten, Messwerte und weitere nützliche Parameter .....	119
6.7 Planung, Bilanzierung und Einsatzauswertungen .....	127
6.8 Wetter-Apps .....	129
<b>7 Wetterdienste und Wetterdienstleister (Auswahl, Überblick)</b> .....	<b>132</b>
<b>8 Das Wetter in der Feuerwehrpraxis</b> .....	<b>135</b>
<b>Nachwort und Danksagung</b> .....	<b>137</b>
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b> .....	<b>139</b>
<b>Internetseiten</b> .....	<b>142</b>

## Vorwort

Am 13.12.2018 veröffentlichte der Deutsche Wetterdienst (DWD) seinen alljährlichen Schadensrückblick für die Zeit vom 01.12.2017 bis zum 30.11.2018. Eine nüchterne Feststellung gab es gleich zu Beginn des Textes:

*»Wie schon in den letzten Jahren zuvor traten auch 2018 deutschlandweit viele extreme Wettersituationen auf, die durch ihre Auswirkungen, nicht nur aufgrund von Hitze und Trockenheit, sondern auch durch Sturm, Starkniederschläge, Blitzschlag, Nebel, Glätte, Hagel und Tornados, direkt oder indirekt zahlreiche Menschenleben forderten. Besonders Unwetter verursachen regelmäßig in Deutschland empfindliche Störungen der Infrastruktur« (DWD 2018).*

Auf mehreren Seiten listet der DWD monatlich sortiert extreme Wettererscheinungen und Unwetterereignisse inkl. ihrer Auswirkungen auf. Es wird deutlich: Extrem- und Unwetterlagen bereiteten bereits in der Vergangenheit den Feuerwehren und allen anderen Gefahrenabwehrbehörden in Deutschland viel Arbeit. Zudem ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich solche und ähnliche Ereignisse – gleich welcher Intensität – künftig wiederholen oder immer öfter auftreten, gestiegen. Die Diskussionen über den Klimawandel und seine Auswirkungen haben im Jahr 2018 aufgrund der zahlreichen Extrem- und Unwetterlagen wieder enorm an Fahrt aufgenommen. In den letzten Jahrzehnten wuchs das Bewusstsein über die mitunter dramatischen Veränderungen der globalen Wettermuster und Klimabedingungen; die Prognosen über ihr Ausmaß weichen aber voneinander ab. Das macht es für die Gefahrenabwehr nicht einfach, sich auf die Zukunft hinsichtlich wetterbedingter Schadensereignisse vorzubereiten. Wir können aber durchaus lernen, mit den Zutaten in der globalen und regionalen Wetterküche umzugehen, den »atmosphärischen Kochtopf« zu beobachten und entsprechend zu reagieren.

Der Klimawandel und auch das Wetter haben sich im Laufe der letzten Jahre regelrecht zu Geschäftsmodellen entwickelt: Es gibt Unmengen an Wetter-Apps auf den Smartphones und Internetseiten von Wetterdienstleistern, in den Medien gibt es eine Vielzahl von Wettersendungen, die Literaturlage (nicht nur Studien- und Fachbücher, sondern auch populärwissenschaftliche Darstellungen, v. a. in Zeitschriften) ist immens. Die Quantität ist unüberschaubar, die Qualität ist – wie das Wetter – extrem unterschiedlich.



Wetter gibt es jeden Tag, und das ist gut so, denn ansonsten würde ja der Gesprächsstoff fehlen. Wetter ist auch interessant und man kann auch mit seinen un- und extremwetterartigen Erscheinungen zurechtkommen, dies gilt umso mehr für die Gefahrenabwehr.

Dieses Buch ist kein meteorologisches Lehrbuch im eigentlichen Sinne. Dies würde den Rahmen schlicht sprengen. Ich möchte vielmehr zeigen, dass die Meteorologie bei aller Komplexität auch oder gerade deswegen für Feuerwehren wichtig ist, ohne dass man intensiv und tief in die Physik der Atmosphäre eintauchen muss. Man muss nur im Wesentlichen verstehen, was in der Atmosphäre geschieht und man muss vor allem wissen, wo man das findet, was man braucht und was einem hilft mit Extrem- und Unwetterlagen umgehen zu können.

Wenn man versteht, dass Wetter ein chaotisches System ist, dann sollte man auch gleichzeitig Verständnis dafür entwickeln, dass Vorhersagen daneben liegen können. Vorhersagen sind schwierig, das gilt für das Wetter, für das Klima umso mehr!

Ich habe im Laufe der Jahre mit einigen Wetterdiensten zusammengearbeitet und dabei auch eine Vielzahl unterschiedlicher Quellen von Wetterdaten und Wettermodellen genutzt. Aus meiner Erfahrung heraus empfehle ich, verschiedene Anbieter sowie ihre Möglichkeiten und Angebote zu testen, auszuprobieren und v. a. zu vergleichen (grafische Darstellung, Modellauswahl, Wetterparameterauswahl, Rardaten, Erklärungen/Erläuterungen, Ansprechpartner oder Hotline, Videos, Live-Ticker etc.). Man kann auf diese Weise feststellen, wer verlässlich ist und v. a. mit welchen Darstellungen man selbst am besten zurechtkommt: Was nutzen die schönsten Grafiken, wenn man sie selbst nicht lesen oder interpretieren kann? Wer liest im Einsatzfall gerne mehrere Seiten Text und sucht sich dann erst noch die wesentlichen Informationen zusammen?

In diesem Buch werden Sie Abbildungen finden, die von Wetterdiensten stammen. Ich nutze grundlegend die Daten des Deutschen Wetterdienstes ([www.dwd.de](http://www.dwd.de) bzw. [www.wettergefahren.de](http://www.wettergefahren.de)), sowohl ihre Internetseiten als auch ihre Warnwetter-App. Die besten Erfahrungen habe ich selbst aber mit den sehr umfangreichen Daten und Informationen der Kachelmann-Gruppe ([www.kachelmannwetter.com](http://www.kachelmannwetter.com)) gesammelt; die Darstellungen sind aus meiner Sicht übersichtlich und vielfach auch selbsterklärend, so dass diese Abbildungen für Erklärungen und die Wissensvermittlung sehr gut geeignet sind. Im Übrigen bieten die Meteorologen der Kachelmann-Gruppe auf einer gesonderten Internetseite ([www.wetterkanal.kachelmannwetter.com](http://www.wetterkanal.kachelmannwetter.com)) eine Vielzahl an Erklärvideos u. v. m. an; empfehlenswert sind auf dieser Seite auch sog. Live-Ticker bei Unwetterlagen, die im Minutentakt aktualisiert werden. Videos zu Unwetterlagen usw. gibt es zudem auch auf dem YouTube-Kanal des DWD.

Da in Deutschland besondere Wetterlagen im Sinne von Unwetterereignissen in den seltensten Fällen als sog. »breaking news« in den Medien live begleitet werden, ist ein Internet-Live-Ticker eine gute und v. a. sehr aktuelle Informationsquelle. Berichterstattungen im Nachgang zu einem Ereignis sind im Sinne der Nachrichtenverbreitung und der Information der Öffentlichkeit sinnvoll, noch sinnvoller wäre es aber die Bevölkerung auch vorab zu warnen und auf dem Laufenden zu halten; hier sind die US-amerikanischen Medien in der Tat den unseren einen großen Schritt voraus. Also bleibt uns nur der Weg, uns selbst zu informieren.

Und nun das Wetter...

Homburg (Saar), Dezember 2018

Jens Motsch



# 1 Einleitung

Die Wettervorhersage ist seit jeher für viele eine wichtige Information gewesen. Die Laune schwankt mit dem Wetter ebenso wie die Temperaturanzeige auf dem Thermometer, vor allem bei denjenigen, die nicht in Büros arbeiten. Viele von ihnen leiden subjektiv unter den Wetterkapriolen. Das Wetter beeinflusst direkt oder indirekt das Leben der Menschen, die mithin schon immer ein lebhaftes Interesse am Wetter und dessen künftiger Entwicklung besaßen, da viele ihrer Aktivitäten in starkem Maße vom Wettergeschehen beeinflusst werden. Wetter ist nicht nur unser täglicher Begleiter, der auch unsere Stimmungen und Planungen beeinflusst, es kann auch zu einer (dramatischen) Bedrohung werden und zu (immensen) Schäden führen.

*»Der alte Mann starrte zum Himmel, wo sich die Wolken türmten. «Wir können jetzt nur eines tun.“*

*»Und das wäre?«, fragte seine Frau.*

*»Beten.«*

*Und dann kam der Sturm und zerstörte alles, was sie in unermüdlichem Fleiß geschaffen hatten.»*

(Durschmied 2002)

Das Wetter hatte schon immer mitunter tiefgreifende und ebenso weitreichende Konsequenzen für die Menschen. Dabei ist es aber auch nicht immer nur das sogenannte schlechte Wetter, das zum Unglück führt; gutes Wetter kann ebenso gravierende Folgen haben. Daher spielt auch die Wettervorhersage für uns insgesamt eine so wichtige Rolle.

Aber was ist Wetter überhaupt? Wetter ist die Beschreibung des Zustands der unteren Atmosphäre an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit mit Hilfe der Parameter Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchte, Wind, Bedeckungsgrad und Niederschlag. Wetter ist aber auch viel mehr. Ohne Wetter gäbe es kein Leben, Wetter kann wunderschön sein, ungemütlich, sogar gefährlich und schlimmstenfalls tödlich. Wetter ist aber auch rätselhaft: Von einer Minute auf die nächste kann es umschlagen in Gewitter, Hagel oder Sturm. Es kann ersehnten Regen bringen und unerträgliche Hitze. Es kann vernichten und Urlaubsträume platzen lassen. Und die Wettervorhersage ist einfach gesagt nichts anderes als die Prognose der raumzeitlichen Änderungen dieser meteorologischen Parameter.



**Bild 1:** Früher wurde Wetter gut geraten, Bauernregeln halfen dabei! Manchmal hat man den Eindruck, Wettervorhersagen würden nach wie vor gewürfelt, v. a. dann, wenn es nicht gepasst hat.

Früher waren Wettervorhersagen meist mehr oder weniger gut geraten, das Wetter galt als »Gott gegeben« oder glückliche Fügung. Die Wettervorhersage war stets ein riskantes Geschäft, und die Glaubwürdigkeit steht und fällt möglicherweise mit dem Eintreffen der letzten Vorhersage. Vor allem bei Wetterereignissen, die außergewöhnlich sind und oft zu hohen Sach- und nicht selten auch zu Personenschäden führen, gerät die Wettervorhersage in den Mittelpunkt des Interesses. Hinzu kommt auch, bedingt durch die stetige mediale Thematisierung von Extrem- und Unwetterlagen, eine stark gestiegene Wahrnehmung solcher Ereignisse (auch bedingt durch soziale Netzwerke). Die modernen Kommunikationsmöglichkeiten verstärken dadurch noch den Eindruck, extreme Ereignisse nähmen zu und träten im Vergleich zu früher, als sich Nachrichten wesentlich langsamer verbreiteten, häufiger auf. In der subjektiven Betrachtung vieler Menschen entsteht so der Eindruck, Unwetter und Extremwetter nähmen an Schwere und Häufigkeit zu und der sehr oft in solchem Zusammenhang betrachtete Klimawandel sei schon angekommen. Klar ist, dass z. B. im Rückblick auf die Jahre 2017 und auch 2018 tatsächlich auffällig viele Ereignisse wie Starkregen und Stürme, aber auch Trockenheit bzw. Dürre sowie Hitze verzeichnet wurden. Dies hängt mit hoher Wahrscheinlichkeit mit dem Klimawandel zusammen, kann aber anhand entsprechender statistischer Werte bislang (noch) nicht eindeutig belegt werden. Klima und Wetter hängen zwar miteinander zusammen, sind aber ganz unterschiedliche Dimensionen.

## INFO

**Wetter** ist im Grunde genommen eine Momentaufnahme des atmosphärischen Geschehens an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt; Wetter beschreibt das Hier und Jetzt.

**Klima** ist grundsätzlich das über 30 Jahre gemittelte Wetter einer bestimmten Region; Klima ist also statistisches Wetter innerhalb von 30 Jahren.

Was aber auch unmissverständlich feststeht, ist die Tatsache, dass Hilfsorganisationen im Rahmen der sog. nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr mehr denn je bei Extrem- und Unwetterlagen gefordert sein werden, da diese Ereignisse hohe Anforderungen an Personal und Material, v. a. aber an die Koordination stellen. Ressourcen werden insgesamt knapper, aber die wetterbedingten Risiken steigen an, was letztlich auch bedeutet, dass die Anforderungen an Einsatzplanung und Einsatzvorbereitungen gerade für Feuerwehren sowie THW (und auch kommunale Betriebshöfe, die vielfach gleichzeitig gefordert sind) ebenso ansteigen.

Die Risiken für Menschen, Tiere, Sachwerte und Infrastrukturen hängen vom jeweiligen Wetterereignis ab. Die Höhe eines wetterbedingten Risikos ergibt sich allgemein aus der Eintrittswahrscheinlichkeit und der potentiellen Schadenhöhe. Alle wetterbedingten Risiken und damit auch die Vielzahl unterschiedlicher wetterbedingter Einwirkungen kann nur schwer erfasst und bewertet werden, allenfalls ist eine stetige Bewertung der Risikolage auf operativ-taktischer Ebene während eines Ereignisses erforderlich. Unabdingbar notwendig ist aber im Vorfeld zur Einsatzvorbereitung die Kenntnis über mögliche risikobehaftete Entwicklungen der Wetterlage; nur so kann auch eine proaktive Planung und Vorbereitung erfolgen (vgl. z. B. Ott 2018).

**Tabelle 1:** *Beispiele zu aus den Medien zu Extrem- und Unwetterlagen*

Quelle:	Zitat/Schlagzeile:
Feuerwehr-Magazin Nr. 5/2018	»Friederike hat uns geschockt«
Feuerwehr-Magazin Nr. 11/2018	»Moorbrand steigert sich zur Katastrophe« »Wetter-Phänomen und Brandrauch sorgen für Falsch- alarme« »Wälder in Flammen«
Saarbrücker Zeitung v. 30.05.2016	»Wenn der Tod vom Himmel kommt – Toter und mehrere Verletzte bei Blitzeinschlägen in Europa« »Unwetter wüten über der Region – Bis zu 40 Liter Regenwasser pro Quadratmeter fallen innerhalb weniger Stunden« »Starkregen überschwemmt Straßen im Saarland«
Die Welt kompakt v. 30.05.2016	»Hagel und Verwüstung – Blitzeinschläge haben am Wochenende Dutzende Menschen verletzt, ein Wanderer starb. Es drohen weitere Unwetter«

**Table 1:** *Beispiele zu aus den Medien zu Extrem- und Unwetterlagen – Fortsetzung*

Quelle:	Zitat/Schlagzeile:
Die Welt kompakt v. 31.05.2016	»Bilder wie nach einem Tsunami – Schwere Unwetter verwüsteten den Süden des Landes. Vier Menschen sterben.«
Saarbrücker Zeitung v. 06.06.2016	»Schwere Unwetter im Saarland – Verletzte bei Rock am Ring«
Die Welt kompakt v. 06.06.2016	»Die Lage ist brenzlich – zahlreiche Einsätze halten die Retter in Baden-Württemberg auf Trab, und in Bayern rufen Behörden wieder den Notfall aus«
Saarbrücker Zeitung v. 08.06.2016	»Starkregen zwingt Helfer im Land zu Dauereinsatz – Überflutungen in allen Kreisen, auch heute Unwetter-Gefahr« »Erneut Unwetter im Saarland – Sturzfluten, Wasserblasen, weggespülte Bürgersteige – Landesweit knapp 300 Einsätze«
Saarbrücker Zeitung v. 09.06.2016	»Das Haus steht noch, wir leben – Dirminger Bürger erholen sich von dem Unwetter-Schock, mehrere Gebäude gelten vorerst als einsturzgefährdet« »3000 Unwetterwarnungen in zwei Wochen – Meteorologen: Beispiellose Serie von Gewittern – bislang elf Todesopfer in Deutschland«
Frankfurter Allgemeine v. 30.04.2018	»Im Westen Deutschlands: Schweres Unwetter trifft Eifel und Niederrhein – Überschwemmte Straßen, vollgelaufene Keller: Ein Unwetter hat den Westen Deutschlands schwer getroffen.«
Luxemburger Wort v. 30.04.2018	»Schwere Gewitter – Rund 200 Feuerwehreinätze: Am Sonntagabend ist eine schwere Gewitterfront über das Land gezogen. Starkregen, heftige Windböen, große Hagelkörner und ein Erdrutsch hielten die Feuerwehren des Landes auf Trab«
Saarbrücker Zeitung v. 14.05.2018	»Geröll lag 20 Zentimeter hoch auf der Straße – wegen eines Unwetters in der Nacht auf Sonntag mussten Feuerwehr, THW und Polizei zu zahlreichen Einsätzen ausrücken«