



Fotografieren mit Wind und Wetter

Wetter verstehen und spektakulär fotografieren!

H

Der
Bestseller
in 2. Auflage

Bastian Werner

 Rheinwerk
Fotografie

Liebe Leserin, lieber Leser,

natürlich schaue ich als Fotograf auf den Wetterbericht. Und doch stehe ich »gerne« im Trüben, wenn mein Motiv Sonne bräuchte. Oder die Sonne scheint, wenn Nebel das gestalterische i-Tüpfelchen wäre. Der Wetterbericht weiß eben nicht genau, wo ich wann welches Wetter brauche. Dabei ist es ganz leicht, zielgenau das Wetter vorherzusagen und mit Gewissheit zum Fotografieren aufzubrechen!

Bastian Werner hat sich als Laie beigebracht, Satellitenbilder und Wetterstationsdaten zu lesen und das Wetter zu seinem Freund zu machen. In diesem Buch zeigt er Ihnen, wie Sie das auch schaffen: Mit welchen Wetterphänomenen können Sie wann rechnen? Wo bekommen Sie Informationen ohne Zusatzkosten? Wie lesen Sie sie? Das ist alles leichter, als Sie denken. Und mit ein wenig Übung werden Sie viel effizienter fotografieren, weil das Wetter für Sie kein Zufall mehr ist. Mehr noch, Sie können die Wetterphänomene selbst zum Teil des Motivs machen: Burg Eltz, die aus dem Nebel herausragt, der Kölner Dom zusammen mit einem imposanten Vollmond oder ein Alpengipfel, hinter dem die Sonne aufgeht. Und auch in der Porträtfotografie mit Available Light ist es wichtig zu wissen, ob plötzlich Wolken den Sonnenuntergang verdecken werden, denn Models sind teuer und jedes Shooting aufwendig.

Je mehr Sie über das Wetter wissen, desto leichter fällt es Ihnen, aus einem guten ein außergewöhnliches Motiv zu machen. Bastian Werner erklärt Ihnen in diesem einmaligen Buch, wie auch Sie verlässlich das Wetter und damit entsprechende Wetterphänomene für beliebige Orte vorhersagen. Und er zeigt Ihnen seine spektakulären Fotos, die er während zahlreicher Fototouren geschossen hat – von Raureif- und Polarlichtfotos über zauberhafte Nebelbilder bis hin zu seiner Leidenschaft, der Gewitter- und Sturmphotografie.

Sollten Sie Fragen oder Anmerkungen zu diesem Buch haben, wenden Sie sich bitte an mich. Wir freuen uns über Lob oder konstruktive Kritik, die hilft, dieses Buch besser zu machen. Nun wünsche ich Ihnen aber erst einmal viel Spaß beim Lesen und beim Fotografieren!

Ihr Frank Paschen

Lektorat Rheinwerk Fotografie

frank.paschen@rheinwerk-verlag.de

www.rheinwerk-verlag.de

Rheinwerk Verlag · Rheinwerkallee 4 · 53227 Bonn



Inhalt

Einleitung	14
------------------	----

1 EINFÜHRUNG IN DIE WETTERVORHERSAGE

32

1.1 Datum und Uhrzeit des Wetters	32
Koordinierte Weltzeit	32
Zeitangaben verstehen	32
1.2 Die Grundelemente des Wettergeschehens	33
Wolken	33
Fronten	37
1.3 Die Vorhersage: Wetterkarten lesen lernen	39
Die Bewölkung	41
Der Niederschlag	42
Die Temperatur	43
Die relative Luftfeuchtigkeit	45
Der Wind	46
Der Luftdruck, das Hoch und das Tief	47
Die potentielle Äquivalenttemperatur	49
1.4 Zur Treffsicherheit von Wettermodellen	50
1.5 Aktuelles Wetter	51
Das Niederschlagsradar	51
Das Satellitenbild	53
Wetterstationen	55
Webcams	58
EXKURS Der gezielte Einsatz von Webcams führt zum Erfolg	60

2 DAS MOTIV UND DAS WETTER

66

2.1 Das Morgen- und Abendrot	66
2.2 Nebel	73
2.3 Schnee und Raureif	77

2.4	Sonne und Mond	79
2.5	Sternenhimmel	81
2.6	Blaue Stunde	81
2.7	Gewitter	83
2.8	Motive zum Wetter finden	87
	500 px, Flickr, Fotocommunity und Co.	87
	Das Wetter einplanen	88
2.9	Wetter und Fotoreisen	89
3	ABENDROT UND MORGENROT	94
3.1	Ursache und Entstehung von Himmelsröte	94
	Erste Bedingung: Wolken!	96
	Zweite Bedingung: Freier Lichtweg	97
	Dritte Bedingung: Richtige horizontale Ausdehnung des Wolkenfeldes	99
	Zeitlicher Ablauf der Himmelsröte	101
	Zweimal Morgenrot und Abendrot an hohen Wolken	102
3.2	Visuelles Erkennen eines sich anbahnenden Abendrots/Morgenrots	103
	Abendröte	103
	EXKURS Abendrot/Morgenrot am Himmelsbild deuten	104
	Morgenröte	107
3.3	Arbeiten mit dem Satellitenbild	107
	Wolkenhöhe auf dem visuellen Satellitenbild	107
	Wolkenhöhe auf dem Infrarot-Satellitenbild	109
	Zugrichtung und Zuggeschwindigkeit	109
	Für Abendrot und Morgenrot passende Wolkenkonstellationen erkennen	109
	Größe der Wolkenlücke	114
	Checkliste: Himmelsrot per Satellitenbild erkennen	114
3.4	Längerfristige Vorhersage mithilfe von Wettermodellen ...	115
	Fronten und Himmelsröte	115





	Fronten auf den Karten 850 hPa potentielle	
	Äquivalenttemperatur erkennen	118
	Wolkenfelder auf den Bewölkungskarten	119
3.5	Fotografische Bedingungen während des Himmelsrots	120
	Lichtintensität und Belichtungszeit	120
	Überbelichteter Himmel, unterbelichteter Vordergrund	120
	Überbelichtung des Rotkanals	121
	Planung der Himmelsrichtung	121
	EXKURS Praktische Tipps für die	
	Vorhersage von Himmelsrot	122
4	BLAUE STUNDE	128
4.1	Theorie	128
	Bedingung für die Blaue Stunde: Wolkenlosigkeit	129
	Lichtverlauf während der Dämmerung	129
4.2	Weitere Phänomene der Dämmerung	130
	Gegendämmerung	130
	Erdschatten	130
	Orangefarbener Horizontalstreifen	130
	Dämmerungsstrahlen	130
4.3	Vorhersage und Analyse	133
4.4	In der Dämmerung fotografieren	134
	Farbe am Himmel	135
	Lichtgleiche	135
	Langzeitbelichtung ohne Filter	138
	Sterne am blauen Himmel	139
5	MILCHSTRASSE UND STERNENHIMMEL	142
5.1	Die optimalen Bedingungen	142
	Zeit und Ort für die optimale Fotografie	142
	Mond und Sternenhimmel	146

Lichtverschmutzung	147
Wolkenlosigkeit und geringer Dunst	148
5.2 Vorhersage und Analyse der Bewölkung	149
Vorhersage	149
Analyse	150
5.3 Besonderheiten der Fotografie des Nachthimmels	152
Rotationsproblematik	152
Kameraeinstellungen	153
Bildbearbeitung	153
Ausrüstung	154
Weißabgleich und Farbe	154
Milchstraße und Dämmerung	154
Orientierung bei Nacht	154
Fokussieren im Dunkeln	155
Vordergrundmotive für einen Sternenhimmel	158
6 STERNSCHNUPPEN	162
6.1 Die optimalen Bedingungen	162
Sternschnuppenschauer: wie, wo und wann?	162
Lichtverschmutzung	164
Mond	164
6.2 Vorhersage	164
6.3 Besonderheiten bei der Fotografie von Sternschnuppen	169
Ausrichtung der Kamera	169
Die Vordergrundmotive	169
Fotomontage	170
7 LEUCHTENDE NACHTWOLKEN ...	174
7.1 Die optimalen Bedingungen	174
Jahreszeit und Ort	174
Tageszeit	176
Das Wetter	178





7.2	Vorhersage und Analyse	178
	Die Wetterprognose	180
	Das Satellitenbild	181
	Webcams	182
7.3	Besonderheiten der Fotografie von	
	leuchtenden Nachtwolken	183
	Das Auftreten von leuchtenden Nachtwolken	183
	Kameraeinstellungen	184
	Das Motiv	184
8	POLARLICHTER	188
8.1	Theorie und Vorhersage	188
	Alles beginnt auf der Sonne	188
	Die Himmelsrichtung	192
	Störendes Licht	193
	Das Wetter	193
8.2	Analyse	194
	Webcams	195
	Wolkenanalyse	195
8.3	Besonderheiten der Fotografie von Polarlichtern	196
	Kameraeinstellungen	196
	Motive	196
9	SONNE UND MOND	202
9.1	Die optimalen Bedingungen	202
	Mondaufgang und -untergang	203
	Sonne und Mond im Detail	205
	»Blutsonne«	207
	Alpenglühen	208
	Mondlicht bei Nacht	210
9.2	Vorhersage	211
9.3	Analyse	212
	Satellitenbilder	212
	Sichtweiten	213

10	EIS UND SCHNEE	218
10.1	Die optimalen Bedingungen	218
	Die perfekte Schneelandschaft	218
	Gefrorene Seen	221
	Gefrorene Wasserfälle	222
10.2	Vorhersage Schnee	222
	Die Neuschneesummenkarte	224
	Die Temperatur	225
	10-m-Wind	226
	Die Bewölkung	226
10.3	Vorhersage von gefrorenen Seen	227
	500 hPa Geopotential und Bodendruck	227
	EXKURS Vorhersageroutine für Schneefall	228
	2-m-Temperatur	229
10.4	Vorhersage von gefrorenen Wasserfällen	230
10.5	Analyse der Schneesituation	230
10.6	Analyse der Eisbildung	232
10.7	Ausrüstung	232
10.8	Besonderheiten bei der Fotografie von Eis und Schnee ...	233
	Polfilter	233
	Kleine Holzbrettchen	233
	Das richtige Stativ	233
11	NEBEL	236
11.1	Ursache und Entstehung von Nebel	236
	Nebelschleier	236
	Dichter Bodennebel	238
	Hochnebel	240
	Staunebel im Gebirge	241
	Dampfende Gewässer	242
11.2	Vorhersage der verschiedenen Nebelarten	243
	Vorhersage Nebelschleier	243





Vorhersage dichter Bodennebel	245
Vorhersage Hochnebel	248
Vorhersage Staunebel im Gebirge	251
Vorhersage dampfende Gewässer	252
11.3 Analysewerkzeuge	253
Wetterstationen	253
EXKURS Arbeitsroutine zur Vorhersage	254
Webcams	255
Satellitenbild	255
EXKURS Nebelvorhersage vor Ort	257
11.4 Analyse des aktuellen Zustands	258
Analyse Nebelschleier	258
Analyse dichter Bodennebel	259
Analyse Hochnebel	261
Analyse Staunebel im Gebirge	262
Analyse dampfende Gewässer	263
11.5 Einsatz am Motiv	264
Nebelschleier	264
EXKURS Nebelprognose im Schnellcheck	266
Dichter Bodennebel	268
Hochnebel und Staunebel	270
Dampfende Gewässer	270
Nebelstrahlen	271
12 RAUREIF	278
12.1 Bedingungen für Raureif	278
12.2 Vorhersage	282
12.3 Analyse	283
Wetterstationen	283
Satellitenbild	286
Webcams	287
12.4 Besonderheiten der Fotografie von Raureif	287

13	GEWITTER	290
13.1	Theorie: Gewitterzelle und Gewittersystem	291
	Einzelzelle	291
	Multizelle	294
	Superzelle	295
	Gewittersysteme	296
13.2	Wie entstehen Gewitter?	297
	Energie	297
	Hebung	299
	Dynamik	300
13.3	Gewittervorhersage	301
	CAPE	301
	Niederschlag	302
	Wind	304
	Spread	306
	Simulierte Radarreflektivität	307
	Spezielle Websites	308
13.4	Gewitteranalyse	309
	Blitzortung	309
	Niederschlagsradar	311
13.5	Stormchasing: Die Jagd nach dem Gewitter	315
	Position und Wolkenstrukturen	315
	Ideale Positionierung	318
	Das richtige Navigationssystem	319
	Abgleich von Niederschlagsradar und Blitzortung mit dem Navigationssystem	320
	Die Lage im Auge behalten	321
	Bevor es losgeht	322
13.6	Fotografie: Ausrüstung	323
	Die Objektive	323
	Die Filter	324
	Das Stativ	324
	Die Pflege	324





13.7 Besonderheiten der Fotografie von Gewittern	325
Gewitter am Tag	325
Gewitter bei Nacht: Blitze	326
Gewitter bei Nacht: Wetterleuchten	328
Gewitter in der Dämmerung	330
13.8 Der Umgang mit der Gefahr	332
14 EIN WETTER KOMMT SELTEN ALLEIN	336
14.1 Die Jahreszeiten der Wetterphänomene	336
14.2 Arbeitsroutine	338
Betrachtung der Bedingungen	339
Motive und Wetterprognose	339
Analyse des Ist-Zustands	340
14.3 Wetterphänomene in Kombination	341
Nebel und Blaue Stunde	342
Schnee und Raureif	342
Schnee und Blaue Stunde	343
Gewitter und Blaue Stunde	343
Schnee und Nebel	343
Morgenröte und Schnee	346
Gewitter und Sternenhimmel	346
Milchstraße und Nebel	346
Nebel und Himmelsrot	346
Index	350



⤴ Ein Orkan lässt die Gischt bis zu 60 m hochschießen. Porto, Portugal.

280 mm | f10 mm | 1/2500 s | ISO 500 | Raw

(alle Brennweiten wurden auf das Kleinbildformat umgerechnet)

EINLEITUNG

Weshalb dieses Buch?

Wenn Sie als Fotograf oft im Freien arbeiten, vielleicht sogar Landschaftsfotograf sind oder einfach jemand, der sich gern auf Outdoorabenteuer mit Kamerabegleitung einlässt, dann ist dieses Buch genau richtig für Sie!

Dieses Buch wird Ihnen bewusst machen, wie wichtig das Wetter für die Fotografie im Freien ist. Das war Ihnen sicher schon klar. Aber Sie werden auch lernen, das Wetter zu verstehen, vorherzusagen und zu nutzen. Keine enttäuschenden Fotoausflüge ins Freie mehr, die im Regen und Dauergrau enden. Das Vermeiden des unpassenden Wetters ist das eine, aber das Nutzen des passenden Wetters das andere: Wenn Sie versiert in der Wettervorhersage sind, ohne gleich Meteorologe zu sein, wissen Sie schon ein paar Tage vor dem Ausflug, ob sich die geplante Tour lohnt. Wenn Sie Wetterphänomene vorhersagen können, verschaffen Sie Ihrem Motiv so den letzten Kick oder können sogar das Wetterphänomen an sich als Motiv nutzen.

Schritt für Schritt werde ich Ihnen in diesem Buch erklären, wie das funktioniert: Starten werde ich in Kapitel 1 mit ein wenig Theorie zum Wetter: Woher nehme ich »Wetterdaten«, wie interpretiere ich sie und was verrät zum Beispiel ein Satellitenbild? Weiter geht es in Kapitel 2 damit, dass ich Ihnen typische und fotografisch reizvolle Wetterphänomene vorstelle. Dort werden Sie sehen, wie oft das Wetter das Motiv prägt und nicht selten sogar selbst dazu taugt, das alleinige Motiv zu sein.

Ab Kapitel 3 stelle ich Ihnen dann detailliert typische Wetterphänomene und astronomische Erscheinungen vor. Egal, ob Abendrot oder Gewitterblitze bei Nacht, Nebel oder Raureif, Blaue Stunde, leuchtende Nachtwolken oder Polarlichter – diese und weitere Phänomene unseres Wetters werden Ihnen nach der Lektüre keine Rätsel mehr sein, und Sie werden ihr Auftreten gezielt vorhersagen können. Dazu erhalten Sie viele Tipps, wie Sie solche Wetterphänomene für Ihre Landschafts- und Outdoorfotografie nutzen können. Ihnen werden plötzlich Zusammenhänge zwischen unserem Wetter und der Landschaftsfotografie bewusst werden, die Ihnen zuvor nicht aufgefallen sind.

Aber keine Sorge: Dieses Buch ist kein Studienbegleiter für die Meteorologie, sondern ein Lehrbuch für den Fotografen. Sie müssen keine komplizierten Zusammenhänge in unserer Atmosphäre verstehen lernen. Ich bin selbst Fotograf und kein Meteorologe, mein mir selbst erworbenes Fachwissen über die Meteorologie habe ich genau auf meine Bedürfnisse abgestimmt. Alle Erklärungen sind daher verständlich und haben immer die Fotografie im Blick. Ihnen werden in diesem Buch daher auch keine mathematischen Formeln begegnen. Ich möchte für meine Landschaftsfotografie das Wetter verstehen und kennen und mit diesem Wissen schnell und zuverlässig arbeiten können. Nicht mehr und nicht weniger. Wie das geht, lernen Sie mit diesem Buch.



⤴ Die Dolomiten im Abendlicht

24 mm | *f*9 | 1/80 s |
ISO 100 | Raw



» Die Dolomiten zur Mittagszeit

24 mm | *f*1,9 | 1/600 s |
ISO 50 | Raw

Weshalb ist das Wetter so wichtig?

Das Wetter ist ausschlaggebend in der Landschafts- und Outdoorfotografie, daher ist es so wichtig, dass man als ambitionierter Fotograf so viel wie möglich darüber weiß. Nur so können Sie es gezielt für ihre Zwecke nutzen.

Schauen Sie sich beispielsweise einmal die beiden Fotografien der Dolomiten auf der vorherigen Seite an. Die eine zur Mittagszeit bei perfekt blauem Himmel, die andere bei wildem, bewölktem Abendhimmel und mit einer fantastischen Lichtstimmung. Welches Foto stellt das wilde und raue Wesen dieser Landschaft besser dar? Die Antwort ist offensichtlich, denke ich. Das Wetter ist also, so behaupte ich, das wichtigste Element einer Landschaftsfotografie. Das Wetter definiert den Hintergrund und auch oftmals den Vordergrund der Aufnahme. Am wichtigsten jedoch ist das Licht. Kontraste, Farben, Stimmung, Betonung etc., all dies wird durch das Licht in einer Landschaft erschaffen, und eben dieses Licht wird durch das Wetter bestimmt. Möchten Sie zielgerichtet in der Landschaftsfotografie arbeiten, gilt es deshalb, das Wetter vorherzusagen zu können. Sie haben damit nicht nur die Möglichkeit, sich zu überlegen, welches Wetterphänomen zu dem von Ihnen ausgewählten Motiv in der Landschaft passt, sondern haben auch die Zeitplanung in der Hand.



Diese Zeitplanung ist vor allem dann wichtig, wenn Sie auf einer Fotoreise sind, die Fotografie nur als Hobby betreiben oder als Outdoorfotograf einfach im Sinne des eigenen Zeitmanagements besser arbeiten möchten. Mit dem Wissen über das Wetter gewinnen Sie an Kontrolle. Das ist unabhängig davon, ob Sie es auf eine bestimmte Landschaft oder auf ein Porträtshooting im Freien abgesehen haben. Wenn Sie einige Tage im Voraus wissen, wie das Licht an Tag XY sein wird, räumen Sie einen Unsicherheitsfaktor schon mal aus.

Vor allem auf Fotoreisen, bei denen Sie verschiedenste Motive mit den unterschiedlichsten Lichtbedingungen besuchen möchten, können Sie diese Motive maximal effizient »abarbeiten«. Sie planen zunächst, welches Licht Ihr Wunschmotiv benötigt, um in vollem Glanz zu erstrahlen. Dann suchen Sie sich dazu das passende Wetter heraus, also den richtigen Zeitpunkt. Da nicht jedes Motiv auf einer Reise das gleiche Wetter erfordert, können Sie jeden Tag, abhängig vom Wetter, entscheiden, welches Motiv Sie aufsuchen. Und wenn Sie es »nur« auf ausdrucksstarke Porträts abgesehen haben? Auch dafür ist das Wetter ungemein wichtig: Nebel, Schnee, Sonnenuntergang, Blaue Stunde – um nur einige wetterabhängige Situationen zu nennen – erzeugen die verschiedensten Lichtverhältnisse und Hintergründe.

Wetter verändert die Landschaft, macht sie interessanter, verleiht ihr viele Gesichter. Herbst mit Nebel, Winter mit Schnee, Sommer mit Sternenhimmel. All dies ist wetterbedingt und verändert eine Landschaft. Es gibt deshalb für jedes Motiv in der Natur ein dazu passendes Wetterphänomen, das dieses Motiv besonders spannend wirken lässt. So macht der Odenwald das ganze Jahr über eigentlich nicht viel her, verwandelt sich aber im Herbst mit seinen Nebeltagen in eine spannende und attraktive Kulisse für die Outdoorfotografie. Lange Rede, kurzer Sinn: Als Outdoorfotograf brauchen Sie nicht nur eine gute Motividee, sondern auch das passende Wetter zum Motiv. Dann erschaffen Sie einzigartige Fotos!

« Natürliches Licht

Ganz ohne künstliche Beleuchtung oder Lichtformer. Ein Porträt im natürlichen Licht mit Schneefall als Hintergrund.

260 mm | f4,5 | 1/250 s | ISO 160 | Raw | Einbeinstativ, Model: Fabienne Post



⤴ **Burg Trifels im Winterkleid**

In der Nacht hatte es intensiv geschneit, am nächsten Tag lag der Schnee also noch frisch auf den Bäumen. Zudem präsentierte sich der Tag nach dem nächtlichen Schneefall wolkenlos, sodass sich die weiße Kulisse des Pfälzerwaldes besonders gut dazu eignete, Burg Trifels im Licht der nun wieder untergehenden Sonne aufzunehmen.

105 mm | f9 | 1/13s | ISO 100 | Raw | Stativ



⤵ **Burg Trifels im Herbst**

An diesem Morgen habe ich bewusst das erste gelbliche Herbstlaub in Kombination mit leichtem Morgennebel für mein Foto genutzt. Die feinen Schleier verdecken nicht zu viel von der Landschaft und lassen sogar die Lichter in den Dörfern hindurchscheinen. Durch die Windstille bewegte sich die Vegetation auch bei 25 s Belichtungszeit kaum.

37,5 mm | f8 | 25 s | ISO 100 | Raw | Stativ

Über mich

Sie haben bereits meine Behauptung gelesen, dass das Wetter das Wichtigste in der Landschafts- und Outdoorfotografie sei. Nun interessiert es Sie mit Recht auch, wer ich bin, dass ich mir solch eine Behauptung anmaße.

Ich heiße Bastian Werner und bin 1993 in Südhessen zur Welt gekommen. Dort habe ich auch die meiste Zeit meines bisherigen Lebens verbracht. Seit meiner frühen Kindheit hat mich eine Sache in meinem Leben begleitet: die Luftfahrt. Alles, was mit Luftfahrt zu tun hatte, saugte ich auf wie ein Schwamm. Meine Eltern und Großeltern mussten deshalb sehr oft mit mir an den Frankfurter Flughafen fahren, damit ich dort die Flugzeuge beobachten konnte. Natürlich bin ich dort auch den sogenannten **Planespottern** begegnet, Luftfahrtbegeisterten, die es sich zum Ziel gemacht haben, jedes Flugzeug an unserem Himmel einmal fotografiert zu haben. Dieses Hobby fand bei mir sofort Anklang. Mit 14 Jahren opferte ich deshalb nach meiner Konfirmation meine gesamten Ersparnisse und kaufte mir meine erste digitale Spiegelreflexkamera. Der Grundstein zur Fotografie war gelegt. Natürlich fällt einem die Fotografie nicht in den Schoß, und ich stellte damals noch keinerlei Ansprüche daran, »schöne« Fotos der Flugzeuge zu machen. Es reichte mir vollkommen aus, wenn das Flugzeug scharf und richtig belichtet abgebildet war.

Der nächste wichtige Schritt, der mich dem Wetter näherbringen sollte, folgte mit 16 Jahren mit dem Beitritt zur Flugsportvereinigung Offenbach und Reinheim e. V., die übrigens nicht in Offenbach, sondern in Reinheim ansässig ist. Die FSVOR ist ein fast reiner Segelflugverein und Betreiber des Flugplatzes von Reinheim, auf dem ich meine ersten Flüge zu meiner Ausbildung als Segelflugpilot absolvierte. Diese Ausbildung wurde meine finale Schnittstelle zwischen der Luftfahrt und dem Wetter.

Im Zusammenhang mit der Ausbildung zum Segelflugpiloten reist man viel durch Deutschland und lernt neue Segelflugplätze in den unterschiedlichsten Landschaften kennen. Mit dabei war immer meine Kamera, mit der ich all die verschiedenen Landschaften vom Boden und natürlich aus der Luft fotografierte.

Der neben der reinen Flugroutine wichtigste Bestandteil der Segelflugausbildung ist das Wetter. Sowohl theoretisch, in der Beschäftigung mit Meteorologie, als auch praktisch: Während des Fliegens ist man mittendrin! Das Segelflugzeug, vollkommen ohne Motor und nur durch lokale Aufwinde in der Luft gehalten, ist auf die Fähigkeit des Piloten angewiesen, das Wetter zu deuten.

Der Pilot muss Veränderungen in der Atmosphäre sehen und verstehen, um durch diese Informationen sein Flugzeug gezielt in der Luft halten zu können. Die wichtigste Hilfestellung geben dabei die Wolken, denn diese machen auch die sonst unsichtbaren Vertikalbewegungen in der Atmosphäre sichtbar. Bereits zu Beginn meiner Ausbildung begriff ich, dass ein gutes Verständnis des Wetters meine Fähigkeiten als Pilot verbesserte. Mein Interesse am Wetter war geweckt.

Ich begann, mit meiner Kamera nun auch das Wettergeschehen in der Atmosphäre zu dokumentieren und genau zu analysieren. Wieso sind die Wolken heute Morgen sehr tief? Wieso lösen sie sich nachmittags komplett auf? Auf all diese Fragen nach dem Wieso lieferten mir die sehr praxisbezogenen meteorologischen Lerninhalte der Segelflugausbildung bald nicht mehr genügend Antworten. Ich begann also selbstständig, mir aus Büchern und dem Internet das Wissen über das Wetter anzueignen. Dabei faszinierte mich besonders ein Phänomen: das Gewitter. 2010 stieß ich während meiner Recherchen auf eine kleine, verrückte Community in Deutschland, die sogenannten **Sturmjäger**.

Natürlich hatte ich bereits Reportagen dazu im Fernsehen gesehen. Sendungen über Stormchaser, die mit ihren »Panzerfahrzeugen« in Tornados hineinfahren – mehr Wetter geht nicht. Die Faszination hatte mich gepackt, ich musste das auch ausprobieren, dieses Stormchasen. Dazu musste ich erst einmal verstehen, wie ein Gewitter funktioniert, damit ich es auch gezielt finden konnte, um das extremste Phänomen unseres hiesigen Wetters hautnah zu erleben.

Ein Gewitter ist natürlich kein in sich abgeschlossenes Phänomen in der Atmosphäre, ich musste also mein meteorologisches Wissen erweitern. Mit diesem Wissen gewappnet, machte ich mich daran, zunächst per Fahrrad



« Unwetter am 24. August 2011 in Südhessen

Dieses Unwetter bei Gernsheim war der Grund dafür, dass mich das Thema Wetter nie wieder losließ.

**18 mm | f2,8 | 1/15s | ISO 80 | JPEG |
digitale Kompaktkamera, handgehalten**

unterwegs, auf den Hügeln meines Heimatorts Gewitter zu fotografieren. Natürlich immer so, dass ich zur rechten Zeit wieder zu Hause war.

2011 hatte ich mein erstes Auto, nun konnte ich die Gewitter besser jagen. Am 24. August 2011 gab es dann ein für mich ausschlaggebendes Ereignis: Ein mächtiges Gewitter zog über Südhessen hinweg, das ich damals mit kaum Erfahrung und einer einfachen Kamera dokumentierte (siehe die Abbildung oben). 146-km/h-Windböen und eine Wolkenwand, die mir Respekt einflößte, befeuerten meine enorme Faszination für Gewitter und Wetter.

Bald war mir meine digitale Kompaktkamera (von meiner ersten DSLR hatte ich das Objektiv ruiniert) nicht mehr gut genug. 2012 opferte ich meine komplette Sammlung aus 1:500-Flugzeugmodellen dafür, mir eine hochwertigere DSLR zu leisten. Mit der neuen Kamera wuchsen die Ansprüche: Ich wollte nicht mehr nur dokumentieren, sondern gut fotografieren. Neben den Gewittern interessierte ich mich zunehmend auch für alle weiteren Wetterphänomene. Ich begann aktiv damit, sie aufzusuchen, und eignete mir hierfür entsprechendes Fachwissen an.

Mit zunehmender Erfahrung und weiter wachsendem Wissen über das Wetter stieg auch mein Anspruch an die Fotografien. Das Abendrot über flachem Acker wurde zu

eintönig, der Schnee hinter dem Haus im Winter zu selten. Ich begann, aktiv nach einer passenden Landschaft zu meinem Wetter zu suchen.

Meine »Wetterfotografie« war zu dieser Zeit dennoch ein reines Hobby, ich ging zur Schule und machte mein Abitur in Darmstadt. Es galt also, meine Freizeit bestmöglich für die Fotografie zu nutzen. Dazu musste ich eine entsprechende Vorhersagesicherheit für das Auftreten der Wetterphänomene entwickeln. Diese Vorhersagesicherheit erlaubte es mir, weite Touren zu planen und dabei die Misserfolge zu minimieren. Ich wusste nun also einige Tage im Voraus, wann das von mir gewünschte Wetter an meinem Motiv auftreten würde, und konnte meine Zeit dadurch gut einteilen.

Diese gezielte Suche nach dem passenden Wetterphänomen für eine bestimmte Landschaft oder ein bestimmtes Motiv entwickelte sich für mich zu einer neuen Herangehensweise in der Landschaftsfotografie, die einen großen Vorteil gegenüber der herkömmlichen Weise hat: Anstatt bei augenscheinlich passendem Wetter spontan das Motiv aufzusuchen, konnte ich meinen Erfolg maximieren, wenn ich auf die richtigen Bedingungen wartete. Mein persönliches Ziel ist es heute, sämtliche Wetterphänomene in ihrer besten Erscheinung festzuhalten, immer in Kombination mit einer markanten Landschaft.



⤴ **Schnee und Nebel am Großen Feldberg**

Diese Fotografie ist auf dem Nordhang des Großen Feldbergs im Taunus entstanden. Zwar ist weder die Aussicht besonders imposant noch der karge Hang an sich, aber das Wetter macht das Motiv: Der Schnee, der Nebel, das letzte Abendrot und die einsetzende Blaue Stunde schaffen eine lohnenswerte Szenerie.

39 mm | f5,6 | 25 s | ISO 100 | Raw | Stativ



⤴ **Unwetterfront bei Fulda**

15 mm | f4,5 | 0,6 s | ISO 500 | Raw

Wetterfotografie vs. Landschaftsfotografie

Ist Wetterfotografie etwas anderes als Landschaftsfotografie? Nun, die Wetterfotografie ist ein Teil der Landschaftsfotografie; die Arbeitsweisen beim Fotografieren und bei der Entwicklung der Bilddateien am Computer unterscheiden sich nicht. Wetterfotografie besitzt aber immer ein Wetterphänomen als Hauptmotiv oder zumindest als wichtigstes, mitgestaltendes Element einer Landschaft. Der Hauptunterschied zur Landschaftsfotografie an sich besteht jedoch in der Planung der Motive. Sind für die Landschaftsfotografie das Wetter und damit Stimmung und Licht an dem Tag, an denen man das Motiv fotografieren möchte, weitestgehend Zufall, versucht die Wetterfotografie, diesen Zufall zu minimieren. Dabei wird das Wetter als Hauptvoraussetzung angenommen, ein Motiv überhaupt aufzusuchen, denn das Wetter bestimmt die gesamte Wirkung einer Landschaft auf dem Foto. Denken Sie an das Licht, an die Farben, an die vielfältigen Wolkenformen. Häufig ist es sogar irrelevant, welche Landschaft Sie als Motiv wählen, solange das Wetter stimmt – dann wird das Wetter selbst zum Motiv.

Ich denke, dass die ersten Bilder in diesem Buch schon zeigen, wie das Wetter aus (fast) jeder Landschaft ein wunderbares Motiv zaubern kann. Diese Erkenntnis habe ich natürlich nicht exklusiv, aber dennoch bleiben vielen Fotografen die Wetterphänomene weiterhin ein Rätsel. Das Buch wird diese Rätsel auflösen.

An dieser Stelle möchte ich betonen, dass es sicher viele weitaus bessere Landschaftsfotografen als mich gibt. Was ich Ihnen aber vermitteln kann, ist das Erkennen der einzelnen Wetterphänomene sowie Vorhersagesicherheit und damit die wesentlichen Voraussetzungen für die Wetterfotografie. Damit haben Sie das »Werkzeug« für eine effizientere Arbeitsweise und einen geringen Zufallsfaktor in Ihrer Outdoorfotografie.

Ein ganz großer Teil der Wetterfotografie und für mich persönlich der wichtigste ist das Dokumentieren, aber natürlich auch das Fotografieren von **Gewittern und Stürmen**. Hierbei spielt die Urgewalt des unbändigen Gewittersturms mit seiner Kraft und Bedrohlichkeit mit, die die Wetterfotografie festzuhalten versucht.



⌘ **Vorderer Odenwald bei
dichtem Morgennebel**

Auf den beiden Bildern auf dieser Seite sehen Sie den Vorderen Odenwald, unten in normalem Wetter (abgesehen von den Sonnenstrahlen, die durch die Wolken brechen) und oben in dichtem Nebel fotografiert.

**300 mm | f8 | 25 s | ISO 320 |
Raw | Stativ**

» **Vorderer Odenwald bei
»normalem« Sommerwetter**

Faszinierend zu beobachten, wie das Wetter diese Landschaft komplett neu gestaltet.

**122,5 mm | f8 | 1/200 s |
ISO 200 | Raw**





« Leuchtende Nachtwolken

Ein Phänomen, über das Sie in Kapitel 7 mehr erfahren.

130 mm | f1,8 | 20s |

ISO 100 | Raw | Stativ

Gewitter sind das größte Rätsel der Landschaftsfotografie. Sie entstehen plötzlich, lokal und ziehen oftmals sehr schnell weiter. Man hat meistens nur wenige Minuten, sie überhaupt zu fotografieren; ohne Fachwissen braucht ein Fotograf viel Glück. Die Wetterfotografie hält hierzu alle Antworten bereit. Als Sturmjäger verfolge ich gezielt einzelne Gewitterzellen und dokumentiere sie. Hierzu zählt jedoch nicht nur, zu wissen, wo sich ein Gewitter bilden und wo es entlangziehen wird, sondern auch das Wissen darüber, von welcher Seite aus man eine Gewitterzelle fotografieren muss. Auch die Technik, Gewitterblitze aufzunehmen – bei Tag und bei Nacht – ist Teil der Wetterfotografie. Auf all das gehe ich in Kapitel 13 ausführlich ein.

Neben den allgemein bekannten Wetterphänomenen hält die Wetterfotografie noch viele weitere Schauspiele an unserem Himmel fest, die durch ihr seltenes Auftreten in der herkömmlichen Landschaftsfotografie kaum Beachtung finden, sich aber durchaus als Mittel zur Bildgestaltung lohnen. Dazu zählt zum Beispiel das gezielte Verwenden von Regenbögen oder sogenannten **leuchtenden Nachtwolken**, einem Phänomen der Blauen Stunde während der Sommermonate.

Aber auch Zusammenhänge zwischen Wetter und Landschaft, die man vorher gar nicht vermutet hat, werden durch die Wetterfotografie begreifbar und deshalb

gezielt planbar, oder wussten Sie, dass die Farbintensität des Herbstlaubs vom Wetter abhängt? Ein weiterer Zusammenhang zwischen Wetter und Landschaft besteht zum Beispiel beim Fotografieren von Wasserfällen. Natürlich macht es im Sommer mehr Spaß, mit dem kühlen Nass zu arbeiten. Aber gerade zu dieser Zeit können die Wasserfälle in den Mittelgebirgen recht wasserarm sein, da es dann meist wenig geregnet hat. Also hilft es auch hier, das Wetter zu verstehen und zu beobachten, um einen Wasserfall unter guten Bedingungen zu fotografieren. Und auch viele weitere, durchaus auch mit einer normalen Kameraausrüstung greifbare, Phänomene sind zumindest indirekt Teil der Wetterfotografie: Mondaufgang, Monduntergang, Milchstraße etc. sind Teil unseres Himmels. Das Wetter bestimmt, wann Sie diese beobachten und fotografieren können und wann nicht.

Verhaltensregeln

Tiefere Kenntnisse über das Wetter und eine zunehmende Sicherheit bei der Wettervorhersage sollten Sie nicht dazu verleiten, die Naturgewalten zu unterschätzen. Begegnen Sie dem Wetter nach wie vor mit Respekt.



⤴ Regenbogen im Odenwald

15 mm | $f6,3$ | $1/80$ s |
ISO 400 | Raw



⤵ Blitzschlag aus einer
Supercelle

16 mm | $f8$ | $1/5$ s | ISO 100 |
Raw | Stativ

» Gewitterzelle trifft auf Abendlicht
24 mm | *f*7,1 | 1/80 s | ISO 100 | Raw





Während Morgenrot, Nebel oder Sternschnuppen weniger eine direkte Gefahr bedeuten, müssen Sie bei Eis und Schnee schon vorsichtiger agieren. Auch Polarlichter lassen sich selten unter »Wohnzimmerbedingungen« fotografieren. Erst recht nicht, wenn Sie dazu in Skandinavien oder Kanada unterwegs sind, mitten in der Nacht und bei Eiseskälte.

Und spätestens, wenn es um die Gewitterjagd geht, sollte Ihre Sicherheit und die Ihrer Begleiter immer an erster Stelle stehen. Fundierte Kenntnisse der Meteorologie sind ein Schutz, wenn Sie sie berücksichtigen. Gehen Sie keine unnötigen Risiken ein, und überlegen Sie vorab, wie Sie im Zweifelsfall vor einem Gewitter flüchten können, indem Sie seine Zugrichtung beobachten und Fluchtwege ausgemacht haben. Oft ist es übrigens so, dass Gewitter aus größerer Entfernung sogar attraktiver und besser zu fotografieren sind.

Innerhalb der einzelnen Kapitel werde ich an passenden Stellen spezifische Hinweise zum eigenen Verhalten geben, insbesondere natürlich in Kapitel 13, wenn es ausführlich um die Gewitterfotografie geht.

Meine Ausrüstung

Ich selbst fotografiere mit Nikon-DSLRs, sowohl im APS-C- als auch im Kleinbildformat, und nutze sowohl Festbrennweiten als auch Zoomobjektive im Brennweitenbereich von 11 bis 400 mm – und damit ist schon sehr viel möglich. Sie brauchen keine Spezialausrüstung, um Wetterfotografie zu betreiben: eine DSLR oder Systemkamera, an der Sie die Aufnahmeparameter einstellen können, ein Objektiv – zu Beginn reicht sicher auch schon ein Kit-Objektiv –, ein Stativ, natürlich insbesondere für Langzeitbelichtungen, einige Filter, wie beispielsweise einen sehr hilfreichen Grauverlaufsfilter, sowie einen Polarisationsfilter. Schon kann es losgehen. Ihre Ausrüstung aus der Landschaftsfotografie können Sie auch für die Wetterfotografie nutzen. Wenn ich für die Fotografie eines bestimmten Wetterphänomens einen besonderen Ausrüstungstipp habe, so finden Sie ihn im entsprechenden Kapitel.

Und nun steigen wir richtig ein, mit einer Einführung in die Wettervorhersage ...

☞ **Monduntergang bei Nebel über Herbstlaub**

16 mm | f4,5 | 30s | ISO 200 | Raw | Stativ





⤴ Die Milchstraße über den Dolomiten

15 mm | *f*2,8 | 20s | ISO 3 200 | Raw | Stativ



» **Wasserfall im Schwarzwald**

Besonders nach länger anhaltendem Regen lohnt es sich, Wasserfälle aufzusuchen. Während einer Trockenphase kann man oft enttäuscht werden.

24 mm | f8 | 8 s | ISO 100 | Raw | Kamera auf einen Felsen aufgelegt





Winterlandschaft am frühen Morgen

Blick vom Großen Arber mit Schnee, Raureif, Nebel und der aufgehenden Sonne

15 mm | f10 | 1/250s | ISO 100 | Raw | Stativ, GrauverlaufsfILTER



KAPITEL 1

EINFÜHRUNG IN DIE WETTER- VORHERSAGE

Bevor wir mit der fotografischen Praxis loslegen können, müssen wir uns ein wenig mit der meteorologischen Theorie befassen. In diesem Kapitel zeige ich Ihnen, wo Sie Wetterdaten herbekommen und wie Sie sie interpretieren. Das ist die Grundlage für Ihre persönliche Wettervorhersage und das Fundament für alle weiteren Kapitel.

EINFÜHRUNG IN DIE WETTERVORHERSAGE

1.1 Datum und Uhrzeit des Wetters

Ein Ereignis vorherzusagen ist unausweichlich mit einer Zeitangabe verknüpft. Jede Wettervorhersage der Wetterdienste bezieht sich auf ein bestimmtes Datum und eine exakte Uhrzeit. Diese Wetterdienste sind zu einem großen Teil staatliche Einrichtungen, ihre Zuständigkeit endet deshalb an den Landesgrenzen, das Wetter naturgemäß nicht. Es besteht daher ein enger Austausch auf internationaler Ebene zwischen den einzelnen Wetterdiensten, die sich auf über 23 verschiedene Zeitzonen über die gesamte Erde verteilen.

Koordinierte Weltzeit

Damit es keine Verwirrung bei den zeitzonenabhängigen **Bezugszeiten** des vorhergesagten Wetters gibt, hat man sich darauf geeinigt, eine weltweit gültige Zeit zu verwenden. Dabei handelt es sich um die sogenannte **koordinierte Weltzeit**, abgekürzt auch **UTC** genannt (für »Universal Time Coordinated«).

Sämtliche Wetterdaten sind immer an diese Uhrzeit geknüpft. Zu jeder Wetterkarte, jedem Satellitenbild und jedem Messwert einer Wetterstation gehört auch die Uhrzeit, angegeben in UTC. Zeitzone 0 in der UTC-Zeit ist die Zeitzone von Großbritannien und Westafrika. Für jede weitere Zeitzone der Erde gibt es eine einfache Umrechnung in die momentane Ortszeit. Um eine Zeitangabe von UTC in die mitteleuropäische Zeit, **MEZ**, umzurechnen, wird zur Zeitangabe in UTC einfach +1 h addiert.

Wichtig zu wissen ist, dass MEZ die Winterzeit bezeichnet. Für die mitteleuropäische Sommerzeit, **MESZ**, müssen +2 h zu dem Wert in UTC addiert werden.

Zeitangaben verstehen

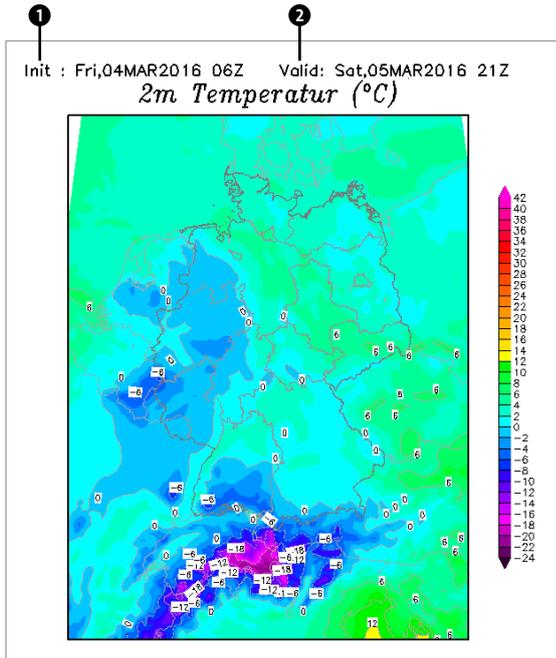
Betrachten Sie die Wetterkarte aus Abbildung 1.1, erkennen Sie oben zwei Zeitangaben, beide sind in UTC angegeben:

- ❶ Init: Fri,04MAR2016 06Z
- ❷ Valid: Sat,05MAR2016 21Z

Den Wochentag und das Datum erkennen Sie. Die Zeitangabe in UTC wird oft dahingehend vereinfacht, dass man ein **Z** nach der Zeitangabe schreibt, hier also beispielsweise 06Z für 06:00 Uhr in koordinierter Weltzeit.

Für die Vorhersage der Temperatur werden zwei Zeitangaben verwendet, die Sie auf sämtlichen Karten zur Wettervorhersage finden. Wenn Sie diese verstehen, finden Sie sich schon besser zurecht:

- **Init** steht für **Inition**, dies bezeichnet die Uhrzeit, zu der die Vorhersagekarte erstellt wurde. Alle Wettervorhersagekarten werden zu festen Uhrzeiten von Supercomputern berechnet. Dies findet in der Regel um **0Z**, **06Z**, **12Z** und **18Z** statt.
- **Valid** steht für **Validation**, das ist die Bezugszeit der Vorhersage. Die Karte in Abbildung 1.1 wurde also am 4. März 2016 um 06Z berechnet und ist gültig für den 5. März 2016 um 21Z, in diesem Fall also für 22 Uhr Ortszeit in Deutschland.



⌘ 1.1 Wetterkarte mit Uhrzeiten in UTC

Auf dieser Wetterkarte finden Sie zwei Zeitangaben (1 und 2), beide sind in UTC angegeben. Für die Winterzeit müssen Sie +1 h hinzuaddieren, für die Sommerzeit +2 h.

www.wetterzentrale.de

1.2 Die Grundelemente des Wettergeschehens

In diesem Kapitel werde ich Ihnen die Grundelemente des Wettergeschehens erklären. Auf diesen baut die gesamte Wettervorhersage auf. Sie sind jeden Tag in unserem Leben präsent und natürlich in auch in den Fotos zu sehen, die wir im Freien aufnehmen.

Wolken

Das kleinste Element unseres Wetters ist die Wolke. Wolken sind fast dauerhaft präsent am Himmel: Sie sorgen für Regen, »modellieren« das Licht bis hin zu extremen Kontrasten, tragen zur Wirkung des Abendrots bei oder sorgen durch ihre Abwesenheit für eine sternklare Nacht. Wolken sind also wichtig, weswegen wir uns nun

intensiver mit ihrer Entstehung und ihrer Einteilung in Klassen befassen.

Dazu müssen Sie zunächst einmal den Begriff der **relativen Luftfeuchtigkeit** (RLF) verstehen. Luft ist dazu fähig, gasförmiges Wasser aufzunehmen – es mischt sich einfach zwischen die anderen Atome und Moleküle, aus denen unsere Luft besteht. Irgendwann hat das Wasser aber keinen Platz mehr zwischen den Teilchen der Luft, da diese nur eine bestimmte Menge an Wasser aufnehmen kann. Steckt man genügend gasförmiges Wasser in eine abgeschlossene Einheit Luft, spricht man von einem **Luftpaket**. Dieses »Paket« erreicht irgendwann eine Grenze, ab der kein weiteres Wasser mehr aufgenommen werden kann. Die Luft ist ab diesem Moment zu 100 % mit Wasserdampf gesättigt.

Versucht man zum Beispiel, Salz in Wasser aufzulösen, folgt dies dem gleichen Prinzip. Beginnen wir dieses Gedankenexperiment mit destilliertem Wasser: Das enthält zu Beginn kein Salz, der relative Salzgehalt liegt deshalb bei 0 %. Nun wird immer mehr Salz in das Wasser gegeben und untergerührt. Das Salz löst sich zunächst im Wasser auf, sein relativer Salzgehalt steigt immer weiter an. Ab einem gewissen Zeitpunkt löst sich das hinzugegebene Salz nicht mehr im Wasser auf. Das Wasser hat nun einen relativen Salzgehalt von 100 % erreicht.

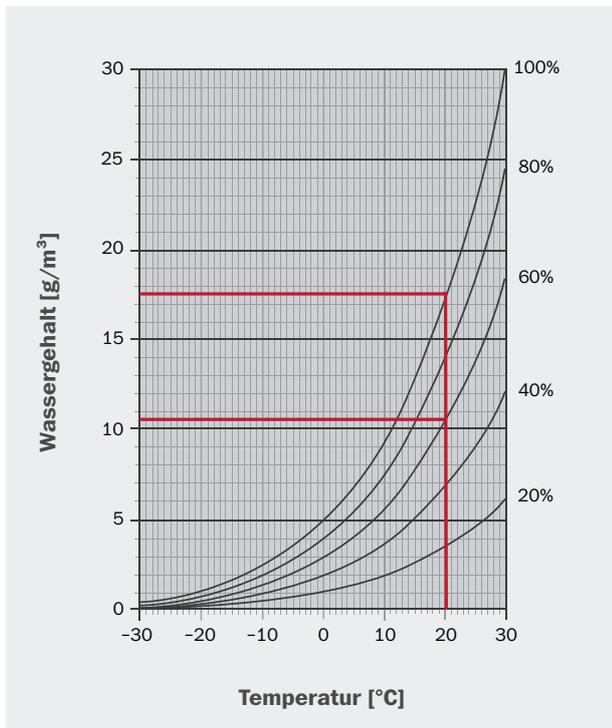
Es existieren in der Natur zwei Prozesse, die ein Luftpaket auf den Grenzwert von 100 % relativer Luftfeuchtigkeit bringen können:

Der erste Prozess fügt dem Luftpaket kontinuierlich **neuen Wasserdampf hinzu**, bis es eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % erreicht. Dies passiert zum Beispiel über Gewässern, feuchten Wiesen und Wäldern. Das Wasser verdunstet aus dem warmen Gewässer oder vom warmen Boden. Die darüberliegende Luft kann dieses Wasser nur aufnehmen, bis sie 100 % relative Luftfeuchtigkeit erreicht. Ab diesem Zeitpunkt wird durch die Luft kein weiteres Wasser mehr aufgenommen, das Wasser kann nicht mehr in seinem gasförmigen, in der Luft gelösten Zustand verbleiben. In der Luft ist einfach kein Platz mehr für das gasförmige Wasser. Das gasförmige Wasser beginnt ab diesem Moment, im zu 100 % gesättigten Luftpaket feine Wassertröpfchen zu bilden, eine Wolke entsteht.



⌘ 1.2 Das Eimer-Beispiel

Die »absolute Feuchte« ist in beiden Eimern 500 g.
Die »relative Feuchte« beträgt im halb leeren Eimer 50 % und im vollen Eimer 100 %.



⌘ 1.3 Sättigungsmenge von Wasserdampf in der Luft

Horizontal: Temperatur

Vertikal: absoluter Wassergehalt

Kurven: Linien gleicher relativer Luftfeuchtigkeit

Der zweite, häufigere Prozess besteht im **Abkühlen eines Luftpakets**. Dies geschieht ganz fühlbar in einer windstillen, sternklaren Nacht, wenn die Luft am Boden immer kälter wird. Oder wenn das Luftpaket höher steigt, denn mit zunehmender Höhe in unserer wetteraktiven Atmosphäre wird die Luft immer kälter, weswegen es oben in den Bergen auch im Sommer angenehm kühl ist. Bewegt sich ein Luftpaket nach oben, nimmt dessen Temperatur ab. Diese Abkühlung verursacht gleichzeitig ein Ansteigen der relativen Luftfeuchtigkeit der Luft im abgeschlossenen Luftpaket. Warum? Weil die Fähigkeit der Luft, gasförmiges Wasser aufzunehmen, abhängig von der Temperatur des Luftpakets ist.

Jedes Luftpaket hat einen maximalen Wert an Wasser, gemessen in Gramm, den es aufnehmen kann. Diese sogenannte **absolute Luftfeuchtigkeit** ist abhängig von der Temperatur des Luftpakets.

Zu einem besseren Verständnis von relativer und absoluter Luftfeuchtigkeit ein weiteres Gedankenexperiment (siehe dazu auch Abbildung 1.2):

Ein 1-Liter-Eimer wird mit 500 g Wasser (500 ml) befüllt. Dieser hat nun eine **relative Feuchtigkeit** von 50%, er ist zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Die **absolute Feuchtigkeit**, das mit einer Waage gemessene Gewicht des im Eimer befindlichen Wassers, beträgt 500 g. Jetzt schneidet man den Eimer horizontal in der Mitte durch und nimmt nur noch die untere Hälfte. Diese ist bis zum Rand gefüllt mit Wasser, die relative Feuchtigkeit ist auf 100% angestiegen. Jeder weitere Tropfen Wasser würde den Eimer zum Überlaufen bringen. Die absolute Feuchtigkeit ist hingegen gleich geblieben, es sind weiterhin 500 g Wasser im Eimer.

Und nun in Kombination mit dem Faktor Temperatur: Ein 1.000-l-Luftpaket könnte bei 20°C maximal $17,5 \text{ g}$ gasförmiges Wasser aufnehmen. Enthält ein solches 1.000-l-Luftpaket bei 20°C genau $8,5 \text{ g}$ Wasser, hat es eine relative Feuchtigkeit von 50%, das Luftpaket ist »halb voll« mit gasförmigem Wasser. Bei 9°C kann ein 1.000-l-Luftpaket nur noch maximal $8,5 \text{ g}$ gasförmiges Wasser aufnehmen. Kühlt man das Luftpaket von 20°C auf 9°C ab, steigt dessen relative Luftfeuchtigkeit auf 100% an. Klar, denn es enthält nach wie vor die gleiche absolute Feuchtigkeit von $8,5 \text{ g}$ Wasser.

Und nun in Kombination mit dem Faktor Temperatur. In Abbildung 1.3 schneidet bei 20 °C die Temperatur die 100 % relative Luftfeuchtigkeit bei 17,5 g absolutem Wassergehalt und die 50 % relative Luftfeuchtigkeit bei 10,5 g absolutem Wassergehalt. Bei 17,5 g absolutem Wassergehalt gäbe es demnach bei 20 °C eine Wolke. Bei 10,5 g nicht, da die relative Luftfeuchtigkeit nur 50 % beträgt. Kühlt man das Luftpaket mit 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit ab, sinkt die Temperatur. Bei 12 °C wird die 100 % relative Luftfeuchtigkeit geschnitten. Eine Wolke entsteht.

Kühlt man es weiter auf 0 °C ab, kann es nur noch 5 g gasförmiges Wasser aufnehmen. Es enthält jedoch eigentlich 8,5 g Wasser. Die überschüssigen 3,5 g werden während des Abkühlprozesses als feine Wassertröpfchen abgegeben und schweben im Luftpaket umher. Schauen Sie sich zur Verdeutlichung Abbildung 1.3 an.

In der Natur gibt es zwei Vorgänge, die ein Luftpaket anheben können:

Beim sogenannten **freien Aufstieg** beginnt ein Luftpaket ohne Zutun weiterer Kräfte aufzusteigen. Dieses Aufsteigen geschieht, sobald ein Luftpaket wärmer ist als

die Luft, die es umgibt. Dieses Prinzip nutzen wir Menschen aus, um mit einem Heißluftballon aufzusteigen. Die Luft in einem Ballon wird erwärmt und der Ballon steigt auf, da die umgebende, kalte Luft eine größere Dichte hat. Dieses Aufsteigen von Luftpaketen, die wärmer als die umgebende Luft sind, erzeugt die Familie der Cumuluswolken als Resultat des Aufsteigens und Abkühlens des Luftpakets. Das Luftpaket setzt dabei Wasser frei, eine Wolke bildet sich.

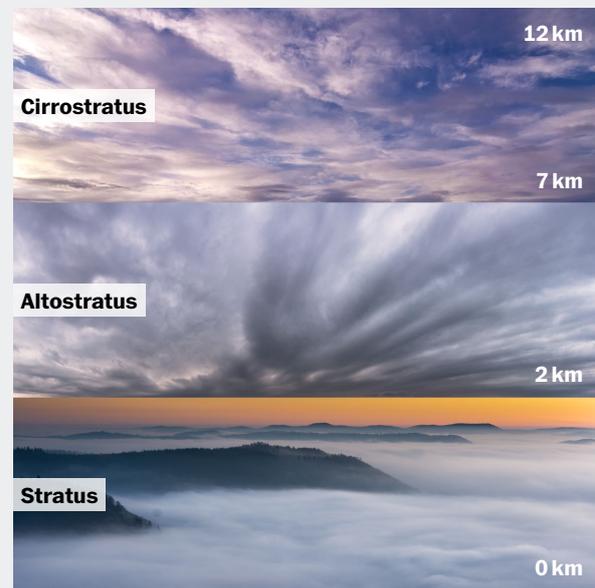
Der zweite Vorgang der Wolkenentstehung ist der **erzwungene Aufstieg**. Dabei wird ein Luftpaket durch Wind zum Aufstieg gezwungen. Das greifbarste Beispiel hierzu ist ein Berg, der von Luft überströmt wird. Auf der windzugewandten Luvseite (die windabgewandte Seite nennt sich Lee) bildet sich eine Schicht aus Wolken, da die Luft an dieser Seite aufsteigen muss, um den Berg zu überqueren. Während die Luftpakete an der Luvseite des Berges in die Höhe steigen, kühlen diese sich ab, die relative Luftfeuchtigkeit steigt an, und eine Wolke bildet sich. Vor allem Fronten (siehe dazu den folgenden Abschnitt), also der Austausch von Luftmassen verschiedener Temperatur, zwingen die Luft zum Aufsteigen.

SCHICHTWOLKEN

Schichtwolken erreichen dutzende Kilometer horizontaler Ausdehnung, werden aber nur wenige Hundert Meter vertikal mächtig. Sie werden in drei Höhenstufen gemessen vom Meeresspiegel eingeteilt:

- **0–2 km, Stratus:** Zu sehen als Nebel oder Dauergrau, auch »Tiefe Wolken« genannt.
- **2–7 km, Altostratus:** Zu sehen als Dauergrau mit mächtigen Konturen, sie werden auch als »Mittelhohe Wolken« bezeichnet.
- **7–12 km, Cirrostratus:** Zu sehen als weißliche Federwolken, oftmals umgeben von Kondensstreifen der Flugzeuge. Dieses Wolkenstockwerk bezeichnet man als »Hohe Wolken«.

» 1.4 Schichtwolken in verschiedenen Höhen



CUMULONIMBUSWOLKEN UND CUMULUSWOLKEN

Das Maximum selbstständig aufsteigender Luft ist die **Cumulonimbuswolke**, allgemein bekannt als Gewitterwolke. Die warmen Luftpakete steigen dabei kontinuierlich vom Boden aus nach oben. Während des Aufstiegs kühlt sich das Luftpaket ab, die relative Luftfeuchtigkeit (auch Feuchtigkeit oder Feuchte genannt) erreicht 100%, das vorher gasförmige Wasser beginnt im Luftpaket Tröpfchen zu bilden. Diese sind in Abbildung 1.5 als mächtige Wolkenstruktur zu erkennen. Es wird dabei extrem viel Wasser abgegeben, das neben der Wolke auch Regen, Hagel oder Schnee bildet, der zurück auf den Boden fällt.

Zu Anfang einer jeden Cumulonimbuswolke steht eine einzelne kleine Cumuluswolke (siehe Abbildung 1.6). Im Laufe der Zeit kann sich eine Cumuluswolke, auch **Schäfchenwolke**, zu einer Cumulonimbuswolke entwickeln, vorausgesetzt, die richtigen Bedingungen zur Entstehung von Gewittern sind erfüllt. Stimmen die Bedingungen für

Gewitter nicht, so wird sich aus einer Cumuluswolke keine Cumulonimbuswolke entwickeln können.

Jede einzelne dieser **Cumuluswolken** stellt das oberste Ende aufsteigender Luft dar. An einem schönen Sommertag mit unzähligen dieser Schäfchenwolken passiert auf der Erdoberfläche das Gleiche wie in einem Kochtopf mit heißem Wasser: Die Sonne erwärmt den Boden und die Luftschicht direkt darüber. Einzelne Luftpakete werden wärmer als ihre Umgebung und beginnen, aufzusteigen, so wie die Blasen mit gasförmigem Wasser überall vom Boden des Kochtopfes aufsteigen.

Egal, ob Cumulus oder Cumulonimbus, diese Wolken benötigen warme und damit aufstrebende Luft in Bodennähe. Dafür muss nicht erst die Sonne den Boden erwärmen, es reicht aus, wenn warme Luft unter kalte Luft gelangt. Auf diese Weise können auch in der Nacht Gewitter entstehen.



⤴ 1.5 Cumulonimbuswolke

16 mm | f10 | 1/125 s | ISO 100 | Raw |
Stativ, Grauverlaufsfilter



⤴ 1.6 Cumuluswolken

27 mm | f8 | 1/200 s | ISO 100 | Raw