

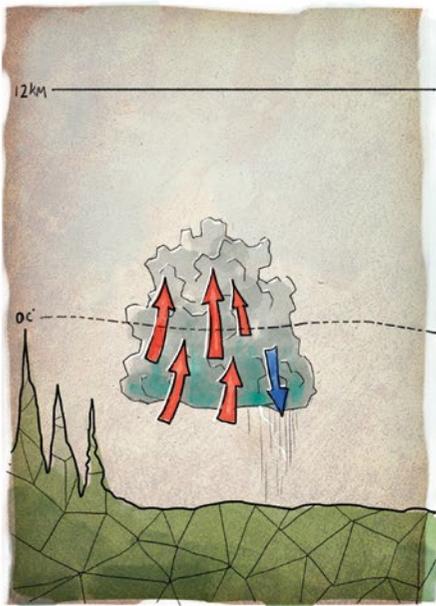


2 Gewitter – Theorie

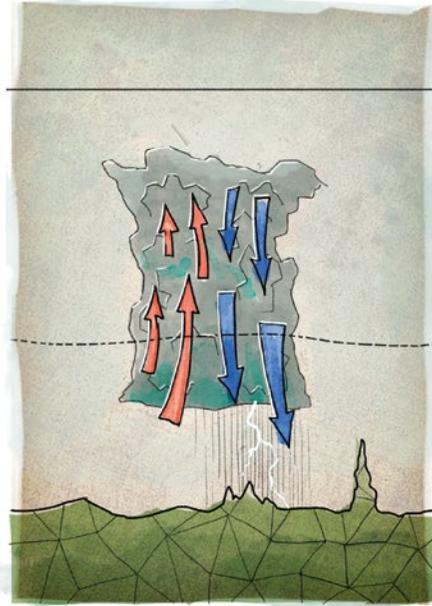
Ein Gewitter kann atemberaubend schöne Wolkenformationen hervorbringen. Es ist eine brodelnde Masse an Energie. Die diversen Arten von Gewitter unterscheiden sich alle meteorologisch etwas voneinander. Begleiten Sie mich – von der bescheidenen Einzelzelle bis zur »Königin der Gewitter«, der Superzelle.

Die Rotation der Windräder wirkt bei einer Belichtungszeit von 2 Sekunden dynamisch.

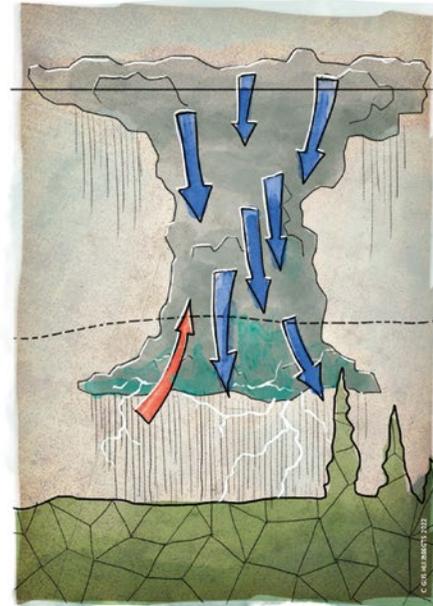
Entstehung



Reifestadium



Zerfallsstadium



Ein Gewitter in drei unterschiedlichen Phasen: die Entstehung, das Reifestadium und das Zerfallsstadium. Illustration von Gijs Huijbregts

2.1 Mit Gewittern arbeiten

- Rund um das Studieren, Aufspüren und Fotografieren von Gewittern wird englischsprachiger Fachjargon selten übersetzt. You have been warned!
- Unsere Definition von *Sturm* unterscheidet sich von der in den Vereinigten Staaten gebräuchlichen. Dort ist der Begriff *Storm-chaser* entstanden, der sich vor allem auf Menschen bezieht, die Gewitter und manchmal auch Orkane »jagen«. Bei uns ist ein Sturm viel strenger definiert. Es handelt sich dabei um ein Tiefdruckgebiet, bei dem der Wind mindestens zehn Minuten lang Stärke 9 auf der Beaufort-Skala erreicht. Wenn im Winter im Fernsehen niederländische Stormchaser zu Wort kommen, liegt das daran, dass jemand, der nicht mit den »Meteorologiekulturen« vertraut ist, annimmt, dass wir zu dieser Zeit viel Wind hinterherjagen. Ein nachvollziehbares Missverständnis, doch im Interesse der Allgemeinbildung sollte diese Randbemerkung im Buch nicht fehlen. Weshalb? Unsere Sturmvariante ist meist weniger fotogen, obwohl sich sicher fotografisch damit Interessantes anstellen lässt.

2.2 Aufsteigende Luft – Konvektion

Warme Luft, die am Boden entsteht, steigt auf, bis die Temperatur dieser Luftmassen mit der Umgebungstemperatur übereinstimmt. Dazu kann sich die Luft entweder abkühlen oder aber in einiger Höhe auf eine Luftschicht treffen, die genauso warm oder wärmer ist. Fehlt eine solche Schicht oder kann die warme Luft diese Schicht durchbrechen, spricht man von »freier Konvektion«. Danach wird es eigentlich erst richtig interessant.

Stellen Sie sich folgende Situation vor: Ein warmer Sommertag, aber eher so ein »niederländischer«. Keine trockene Wärme, sondern eher diese unangenehm klamme Luft, die auch Schwüle genannt wird. Häufig ist dann eine Ansammlung hoher Haufenwolken des Typs *Cumulus congestus* zu beobachten – einer der vielen Wolkentypen, die hierzulande am Himmel entstehen können, und einer der wenigen, die ich namentlich erwähnen werde. Meistens bedeutet dieser Wolkentyp große Instabilität. Nicht nur aufgrund der Temperatur, sondern auch wegen der spürbar hohen Luftfeuchtigkeit. Relativ warme Luft kann problemlos große Mengen Feuchtigkeit aufnehmen, doch wichtig ist immer auch eine hohe Taupunkttemperatur (also die Temperatur, bei der die Feuchtigkeit in der Luft zu kondensieren beginnt) im Verhältnis zur Lufttemperatur. Ein mögliches Maß dafür ist die *relative Luftfeuchtigkeit*. Diese Zusammenhänge sind auch für die Nebelbildung und bestimmte winterliche Phänomene wichtig. Dazu später mehr in diesem Buch.

Relativ warme feuchte Luft ist folglich gut für die Entstehung von Gewittern. Dann enthält die Luft Energie, mit der Wolken und Niederschlag gebildet werden können. Sie wird in Joule pro Kilogramm Luft (J/kg) angegeben und lässt sich anhand der Messwerte für Temperatur und Luftfeuchtigkeit berechnen. Ein Begriff, den wir unter Gewitterfans viel verwenden, ist *CAPE*. Das steht für *Convective Available Potential Energy*: Energie, die in den bereits erwähnten Joule pro Kilogramm Luft angegeben wird und durch die potenziell, also nicht in jedem Fall, ein konvektiver Prozess in Gang kommen kann. Bei hohem CAPE-Wert bestehen also auch große Chancen auf kräftige Konvektion. Unter den richtigen Bedingungen sind bereits einige Hundert J/kg für die Entstehung eines leichten Gewitters ausreichend. Von schwerem Gewitter sprechen wir hierzulande, wenn einige Tausend J/kg im Spiel sind. Bei Werten jenseits der 4000 J/kg haben wir es mit einer für die Niederlande sehr seltenen Situation zu tun. Wenn eine sehr energiereiche Luftmasse ungehindert aufsteigen kann, dann entstehen mächtige *Cumulonimbus*-Wolken, die ein Stück höher als *Cumulus congestus* hinaufreichen und anfangs oft wie ein riesiger Blumenkohl aussehen. Der vertikal schnell wachsende Teil der Wolke hat übrigens einen Namen, der noch häufiger im Buch eine wichtige Rolle spielen wird: der Aufwind bzw. die Aufwindzone. Ich gehe einfach mal davon aus, dass dieser Name keiner weiteren Erklärung bedarf.

Sobald das Gewitter die Reifephase erreicht, nimmt die Wolke meist Ambossform an. Diese entsteht, sobald die Wolken nicht länger vertikal wachsen können, sondern gegen die Tropopause, die Grenze zwischen der Troposphäre und der Stratosphäre, stoßen. Dann wächst die Wolke auf Höhe ihres Gipfelpunktes teils horizontal weiter. In den Niederlanden erreichen Gewitterwolken bei wirklich starker Konvektion sehr selten Höhen von 15 Kilometer über der Erdoberfläche. Meistens reichen hierzulande für ein kräftiges Gewitter schon 12 bis 13 Kilometer aus.

2.3 Ladungsverteilung und Blitze

Bis hierhin haben wir uns mit Wolkenbildung beschäftigt. Wie hängt diese nun mit Gewitter zusammen? Wenn warme, feuchte Luft schnell in große Höhen aufsteigt, hat das auch einen schnellen Kondensationsprozess zur Folge. Normalerweise sinkt die Temperatur mit zunehmender Höhe im Mittel um etwa 6 Grad je Kilometer, wobei auch Abweichungen möglich sind. Bei 7 Grad und mehr entsteht eine Situation, die die Gewitterbildung fördert, denn der Temperaturgradient ist größer und Kondensation und Eisbildung setzen früher ein. Die Energie wird somit schneller in Bewölkung umgewandelt. Doch es passiert noch mehr als das. Tiefe Temperaturen von zig Grad Celsius unterhalb des Gefrierpunkts sind in großen Höhen die normalste



Ein von innen durch Blitze erleuchteter Aufwindbereich, also ein Beispiel für ein »Wetterleuchten« bzw. einen »IC-Blitz«.

Sache der Welt. Kondensation führt deshalb schnell zu Eisbildung, und diese Eiskristalle wachsen häufig zu weichen, weißen Eiskügelchen zusammen, die wir *Graupel* nennen. Dieses Gefrieren setzt ein, wenn Schneeflocken bei Kontakt mit Regentropfen zusammenfrieren, die natürlich noch zu flüssig sind, um die Bezeichnung Eis überhaupt zu verdienen. Dieser »weiche Hagel« ist also kein echter Hagel, der etwas härter ist und sich in der Regel in größeren Höhen als Graupel bildet. Nun werden viele fragen: »Wozu ist dieser Graupel wichtig?«

Ich will versuchen, das mit einer gewissen Zurückhaltung zu erklären. Ganz sicher sind sich die Meteorologen noch nicht, wie Blitze entstehen, doch laut gängiger Theorie ist das Zusammenstoßen von hauptsächlich Graupelteilchen dafür verantwortlich, dass innerhalb einer Aufwindzone statische Elektrizität entsteht. Sobald die Durchschlagsspannung groß genug ist – bei unserer Atmosphäre 3 Millionen Volt oder mehr – kann sich ein Blitzkanal bilden. Nach einer Faustregel sind dafür mindestens 40 Grad Temperaturdifferenz zwischen der Höhe, in der die warme, feuchte Luft aufzusteigen beginnt, und der Höhe, in der das Aufsteigen endet, erforderlich. Abhängig von



Blitzkanäle, die den Boden nicht erreichen und »CC-Blitz« genannt werden.

der Ladungsverteilung innerhalb der Wolke und möglichen Objekten am Boden wird sich ein Kanal in bestimmte Richtungen bewegen. Die Unterseite der Wolke, also der Teil über der Aufwindbasis, ist negativ geladen, die Oberseite positiv. In gewisser Weise ist das Ganze mit einer Batterie vergleichbar. Im Allgemeinen gilt, dass Gewitter, die von Luft mit einem hohen CAPE-Wert gespeist werden, auch mehr Blitzentladungen erzeugen. Da gibt es zwar noch ein paar Wenn und Aber, doch darauf gehe ich später in relevanterem Kontext ein.

2.4 Blitzarten

Schauen wir uns einmal die für die Fotografie oft erste, relevante Übung an: Blitze fotografieren. Auch dafür ist etwas Vorwissen nötig, das für das Erleben und die Sicherheit relevant sein kann und nicht direkt mit technisch-fotografischen Aspekten zusammenhängt. Natürlich ist kein Blitzkanal wie der andere. Dennoch lassen sich durchaus einige Blitzarten mit folgenden englischen Bezeichnungen voneinander unterscheiden:



Zwischen Wolke und Erdoberfläche haben sich zwei wundervoll verästelte, negative »CGs« gebildet.

■ **IC** oder **CC** steht für *Intracloud* und *Cloud-Cloud*. Eigentlich handelt es sich dabei um dasselbe: Blitze, die nur innerhalb der Gewitterwolke auftreten. Im Chaser-Jargon wird IC synonym für *Wetterleuchten* verwendet, bei dem eine Wolke oder Niederschlagsfront aufleuchtet, ohne dass ein Blitzkanal sichtbar ist. CC wird oft für denselben Entladungstyp verwendet, allerdings ist dann ein Blitzkanal sichtbar. Die Kanäle können manchmal sehr lang werden und sich in alle Richtungen erstrecken. Chaser nennen solche Entladungen *Crawlers* oder *Spiders*. Oft sind bei CCs die vielen Verästelungen, sogenannte *Stepped Leaders*, gut

sichtbar. Und der zugehörige Donner? Oft langanhaltend, nicht allzu laut und meistens ohne lautes Krachen und Knallen. Von allen Blitzarten sind IC- bzw. CC-Entladungen die häufigsten.

■ **CG** ist die Abkürzung für *Cloud-Ground*. Das ist ein Kanal, der sich in der Wolke bildet und eine Verbindung zur Erdoberfläche herstellt, wobei ich der Einfachheit halber unterstelle, dass jedes Objekt auf der Erdoberfläche, ob lose oder fest, dazugehört. Die CGs lassen sich in Kanäle unterteilen, die sich an der negativ geladenen Unterseite der Wolke bilden (CG-), und in solche, die in der positiv geladenen Oberseite der Wolke entstehen (CG+).



Ein greller, positiver CG schlägt über nordfranzösischen Weizenfeldern vor einer Arcus-Wolke unterhalb einer Superzelle ein.

Erstere sind meist nicht besonders stark: Spannung (Volt) und Stromstärke (Ampere) sind begrenzt. Oft lassen sich viele Stepped Leaders beobachten, die sich einen Weg zur Oberfläche suchen, wonach die Hauptentladung als *Streamer*, eine aufwärtsgerichtete Vorentladung, folgt und den Kontakt mit dem Kanal aus der Wolke herstellt. Durch den meist gezackten Hauptkanal finden oft mehrere Entladungen statt, weshalb der Blitz zu blinken scheint.

Ein CG+ ist in der Regel viel stärker (sehr hohe Spannung und Stromstärke), entlädt sich meist mit einem Mal und hat in

Bodennähe wenig bis gar keine Verästelungen. Zudem sieht der Hauptkanal im Vergleich zu einem CG- in der Regel glatter aus.

Der Unterschied zwischen den beiden CGs ist normalerweise auch gut zu hören: Der Donner eines CG- ist meistens ein kräftiges Krachen, während der eines CG+, insbesondere aus einiger Entfernung, eher wie eine Explosion oder eine Serie von Explosionen klingt. In den meisten Gewittern ist die negativ geladene Variante häufiger als die positive. Für alle Merkmale, die hier beschrieben wurden, gilt: Es handelt sich nicht um Ge-

*Superzellenstrukturen
und ein CG, doch wir
hatten uns bessere Fotos
erhofft.*



Doch es besteht Hoffnung, dass wir auf dem Heimweg noch ein paar tolle Dinge zu sehen bekommen. Das heißt, aktuell gibt es zwei Zielgebiete – eines über dem Osten von Baden-Württemberg und Bayern, das andere über dem Saarland und den angrenzenden Gebieten in Frankreich. Aufgrund zweier Faktoren entscheiden wir uns für Nummer zwei: Es liegt mehr oder weniger in Richtung Niederlande, und die bodennahe Windscherung ist dort voraussichtlich besser, sodass möglicherweise schönere Strukturen unter den Gewitterzellen entstehen als unter den tiefer in Deutschland gelegenen. Während wir den Pfälzerwald durchqueren, sehen wir das erste Gewitter entstehen. Nicht am Himmel vor uns, sondern auf Radarbildern und in der Blitzortungs-App. Wir wollen versuchen, das Gewitter knapp außerhalb von Saarlouis, auf der französischen Seite der Grenze, zum ersten Mal abzufangen. Während wir uns dem Saarland nähern, beobachten wir, dass sich das Gewitter teilt und massiv abschwächt, doch Michiel beruhigt uns. Der Rightmover wird in der Regel stärker, sobald sich der schwächere Leftmover vollständig gelöst hat und davonzieht. Michiel behält recht, und so sehen wir an der erwarteten Position zum ersten Mal an diesem Tage eine herrliche Basis mit einem bedrohlichen Arcus auf uns zukommen.

Ein ansehlicher Fang, aber da ist noch mehr für uns drin! Kurze Zeit später stehen wir erneut vor derselben Basis – und starten in die nächste Runde. Neuer Versuch. Über die Autobahn A6 fahren wir so schnell wie möglich nach Kaiserslautern. Unterwegs wagen wir noch einen Versuch, unser Gewitter erneut von seiner schönsten Seite zu sehen. Und genau hier beginnt es schiefzugehen: Die Basis wird von allen Seiten von Regen umringt, und schön ist sie auch nicht mehr. Uns war klar, dass so etwas passieren könnte, wussten wir doch, wie einfach an diesem Tag neue Regenschauer ausgelöst werden können. Wir entscheiden uns, uns so weit wie möglich von all dem sich entwickelnden Chaos zu entfernen, und steuern erneut Richtung Kaiserslautern, nun aber mit dem Ziel, der A6 noch ein ganzes Stück weiter zu folgen. Wir behalten dabei immer im Hinterkopf, dass der Regen nicht nur die Sicht auf die Gewitter, sondern auch unsere Geschwindigkeit einschränkt. Immer mehr Wasser steht auf der Straße – bei Superzellen eher die Regel als die Ausnahme. Als wir kurze Zeit später in einem Stau landen, wird es noch schlimmer. Das Problem ist nicht die Staulänge, sondern der Grund, weshalb die Autos stehen: Die Straße führt durch ein kleines Tal, und an dessen tiefstem Punkt fließt ein breiter Strom brauner Modder über die



Eine schöne Arcus-Wolke unterhalb der Basis der ersten Superzelle des Tages, etwas westlich von Saarlouis

Fahrbahn. Unvorstellbar, wie viel Wasser in so kurzer Zeit aus den Wolken herabgestürzt ist und nun beginnt, in tiefer gelegenen Bereichen Behinderungen zu verursachen! Außer vorwärts können wir nirgendwo hin. An den Autos, die vorsichtig versuchen, die andere Seite zu erreichen, sieht man, dass das Wasser knapp einen Meter tief sein muss. Wir stimmen uns kurz mit Paul und Ritchie ab, die direkt hinter uns im zweiten Auto sitzen. Es ist Rolands Auto, also kann nur er eine Entscheidung treffen. Er wagt es, und unser zweites Auto ebenfalls. Allmählich wird klar, dass die Wassertiefe schnell zunimmt. Die Türen sind zwar dicht, doch durch den Fahrzeugboden dringt orangefarbenes Wasser ein und durchnässt sofort die Fußmatten. Aber über eventuell nasse Füße machen wir uns keine Sorgen. Vor uns ist ein Auto liegen geblieben und treibt mit seinen hilflos umherschauenden Insassen ziellos im Wasser herum. Ganz offensichtlich ist der Motor abgesoffen. Das kann uns auch passieren. Roland fährt vorsichtig, aber wenn wir jetzt liegen bleiben, wird unsere Situation lediglich riskanter. »Gas geben, Gas geben, Gas geben«, höre ich mich selbst mit angespannter Stimme sagen. Roland fährt etwas schneller, und ich sehe, wie der Wasserstand langsam, aber sicher auf

der anderen Seite der Tür immer weiter sinkt. Unsere Erleichterung erreicht den Höhepunkt, als es auch das zweite Auto geschafft hat. Auf dem nächsten Parkplatz fahren wir raus und reden über das, was wir da gerade gemacht haben. Was für ein Wagnis, und wie töricht noch dazu! In Australien mit seinen häufigen Sturzfluten gilt die Regel »If it's flooded, forget it« – »Ist etwas überschwemmt, vergiss es«. In jedem Jahr sterben Menschen, weil sie derartige Umstände unterschätzen. Autos sind in unserer Vorstellung schwer und stark, und doch ist nicht viel Wasser nötig, damit sie zu treiben beginnen und der Motor irreparabel zerstört wird. Vor allem in Berggebieten wie dem Saarland, in dem wir uns befinden, kann eine Überflutung heimtückisch tief und die Strömung stark sein. Unsere weichen Knie lassen dann auch keinen Zweifel aufkommen – wir wissen alle, wie viel Glück wir eben gehabt haben. Paul und Ritchie reicht's, und so nehmen sie die nächste Autobahn nach Nordwesten, Richtung Niederlande.

Für Roland, Michiel und mich ist der Tag noch nicht vorbei. Wir können es noch schaffen, vor das Niederschlagsgebiet zu kommen, und die gefährlichsten Überschwemmungspunkte liegen jetzt hin-

ter uns. Sofort machen wir uns wieder auf den Weg und passieren schon bald Kaiserslautern. Als wir zurückschauen, bietet sich uns ein ganz besonderes Schauspiel – eine selten schöne Arcus-Wolke, die lange Wolkenschlieren aus den feuchten Wäldern zieht. Einen Moment lang beginnen wir zu zweifeln. Wie viel Zeit haben wir? Können wir irgendwo eine Stelle mit Aussicht finden? Wollen wir dafür anhalten? Die Antwort auf die erste Frage lautet: höchstens ein paar Minuten. Auf die zweite Frage: urbanisiertes Gebiet – nichts, womit wir etwas anfangen könnten. Und auf die dritte Frage: Leider nichts zu machen. Außerdem ist schon abzusehen, dass sich diese wunderschönen Wolkenstrukturen recht bald in die Rückseite eines neuen Schauers bohren werden, der gerade östlich von Kaiserslautern entstanden ist. Also schnell weiter über die A63 bis in die Gegend von Alzey und noch einmal einem Niederschlagskern trotzen. Die derzeit nordwestlich von uns gelegenen ersten Gewitter des Tages haben sich in einen großen, strukturlosen Starkregenbereich verwandelt. Also nichts für uns. Halbwegs neugierig schauen wir, was eigentlich das neue »Kaiserslautern-Gewitter« gerade macht. Superzellulär? Auf jeden Fall! Oberflächengebunden? Ja, auch das, noch dazu in einer Umgebung mit reichlich Energie und Windscherung in Bodennähe. Und die Geschwindigkeit, mit der sich das Ding bewegt? Höchstens einige Dutzend Kilometer pro Stunde. Wir bewegen uns nun ein beträchtliches Stück nördlich der Basis, haben die Berge hinter uns gelassen, und unser Auto hat nur ein paar vereinzelte Regentropfen aus dem Amboss abbekommen. Ein Rennen mit einer Superzelle will man so dicht wie möglich an der Basis austragen, vorzugsweise auf der trockenen Seite. Es ist vollkommen verrückt, einen gigantischen Umweg zu fahren, um auf die andere Seite des Gewitters zu kommen und so wieder freie Sicht auf den Aufwindbereich zu haben. Und trotzdem versuchen wir es, weil wir einfach sonst nichts mehr tun können, um diesen Chase zu einem Erfolg zu machen.

Als wir Frankenthal erreichen, ist der Himmel von all der Feuchtigkeit fast dunstig. Außer vielleicht einem kleinen Wolkenfetzen, der mit dem deutlich helleren Himmel hinter der Superzelle kontrastiert, sind kaum Strukturen zu sehen. Um freien Blick zu bekommen, steuern wir offenes Gelände westlich der Stadt an. Schöne Strukturen hin oder her, das ist unsere Chance, noch etwas zu erbeuten. Wir stehen mehr oder weniger mit dem Rücken an der Wand – östlich von uns verhindert der Odenwald, ein Mittelgebirge ohne die nötigen Schnellstraßen, dass wir weiter zügig vor dem Gewitter bleiben können. Nur wenige Minuten von unserem Ziel entfernt, zwischen Frankenthal und Heßheim, bleibt uns vor Überraschung der Mund offen stehen. Der kleine Wolkenfetzen, der eigentlich die Position der Basis anzeigen sollte, gehört zu einem anderen Gewitter, das sich hinter dem von uns beobachteten befindet. Unser Gewitter taucht

aus dem Chaos am Himmel auf – mit einer bräunlichen Arcus-Wolke unter einer großen, runden Basis. Eine Kakophonie unartikulierter Schreie erfüllt das Auto, als wir erkennen, was da auf uns zukommt. Roland tritt kräftig aufs Gaspedal, und schon bald blicken wir über Ackerland auf etwas, das die Bezeichnung »Monster« voll und ganz verdient. Der Niederschlagskern hängt ein gutes Stück westlich von uns, doch der Rear Flank Downdraft ist vollständig mit Niederschlag gesättigt. Über uns hängen verschiedene Ebenen, die den Aufwind einhüllen und als Ganzes fast wie ein Stapel Pfannkuchen aussehen. Und dann diese schrecklich böseartig aussehende Arcus-Wolke mit einem immer grüner werdenden RFD – was für ein beeindruckendes Schauspiel! Das Grün entsteht durch eine Mischung der Farben: blauer Niederschlag, durch den gelboranges Sonnenlicht von der Rückseite der Zelle fällt. Entgegen der landläufigen Meinung ist ein grüner Niederschlagskern nicht immer ein Hinweis auf große Hagelkörner, doch da es sich um eine gut entwickelte Superzelle unter komplett sommerlichen Bedingungen handelt, ziehen wir das durchaus in Betracht. Ständiges Donnern zeigt, dass das Gewitter weiter an Stärke zunimmt. Was wir vor uns sehen, lässt sich kaum noch mit einem Ultraweitwinkelobjektiv fotografieren. Ich entscheide mich, eine Serie von Hochformatfotos mit 14 Millimeter Brennweite aufzunehmen, die ich später zu einem Panorama zusammenfügen kann.

Wir ziehen auf ein einige Hundert Meter entferntes, etwas fotogeneres Feld um und sehen erst jetzt, wie stark die von uns aus rechts vom grünen RFD hängende Wallcloud rotiert. Der Niederschlag fällt so dicht, dass wir lediglich ein Stück von diesem gefährlichen Bereich des Gewitters sehen. Und das uns verborgene Stück könnte unter Umständen unvermittelt etwas hervorbringen, was ein besonderer Höhepunkt für nahezu jeden Chaser ist: einen Tornado. Nun müssen wir uns entscheiden. Wollen wir erneut versuchen, vor die Zelle zu gelangen? Angesichts des bereits früher erwähnten Problems, dass wir im Odenwald nicht schnell genug vorankommen, ist das keine Option. Auch die Fahrt durch Frankenthal würde uns erheblich Zeit kosten. Die sicherste und somit vernünftigste Option ist, nach Süden zu fahren.

Haha, unseren Verstand gebrauchen – schon der Gedanke allein! Wir beschließen, zu bleiben und zu sehen, was passiert. Jeder erfahrene amerikanische Stormchaser würde uns für verrückt erklären. Die Wallcloud kommt direkt auf uns zu und rotiert immer stärker. Der meiste Niederschlag des RFD, der übrigens zum Teil unterhalb der Wallcloud zirkuliert, zieht linkerhand an uns vorbei. Nach kurzem Regen stehen wir genau im Inflow des Gewitters, an dem Punkt, an dem er unten hineingezogen wird. Über uns dreht sich die Wallcloud. An ihrer Unterseite tanzen hier und da Wolkenschleier,



*Herrliche Ebenen, Kontraste
und Farben in der Superzelle
nahe Frankenthal*



*Die Basis der Superzelle
hängt nun über uns, mit
dem grünen Rear Flank
Downdraft, der schnell
näherkommt.*



Gefährliche Szenen unterhalb der Wallcloud der Superzelle, mit tanzenden Wolkenfetzen, die auf das Entstehen eines Tornados hinweisen können.

die ebenso schnell wieder verschwinden, wie sie entstehen. Das ist der Bear's Cage, der Bärenkäfig, der gefährlichste Teil der Superzelle. Man sollte immer nachsehen, ob der Bär zu Hause ist. Denn wenn man sich unter dem Teil eines Gewitters herumbewegt, der dafür berüchtigt ist, dass er einen Tornado hervorbringen kann, ist Ärger vorprogrammiert.

Am Ende scheint nichts zu passieren, was eine Mischung aus Erleichterung und sanfter Enttäuschung auslöst.

2016 war wirklich ein gutes Jahr für herrliche Wolkenstrukturen, nur an schönen Blitzen fehlte es noch etwas. Der Abend des 2. Juli am Meer nahe Schoorl soll daran etwas ändern. Über dem Meer knistert es überall, allerdings fernab der Küste. Sobald sich die Gewitter nähern, kommt es wie so oft zu Clusterung, und bei Wind und Regen herrschen suboptimale Fotobedingungen. Ich bin mit Ruud van Kessel unterwegs, und gemeinsam schauen wir, welche Chancen sich für den Rest des Abends und die Nacht bieten könnten. Es sieht enttäuschend aus, und eigentlich habe ich gar keine Lust mehr. Während wir zwischen dem Süden Den Haags und Wilnis hin- und herfahren, verpassen wir eine Chance nach der anderen, weil jedes erbärmliche Gewitter verlischt, ehe wir ein passables Foto machen können.

Dennoch – die meisten Entladungen sind CGs. Ziemlich frustrierend, aber nun will ich unbedingt noch etwas Schönes aufnehmen, damit ich nicht mit fast leeren Händen nach Hause gehen muss. Von einem Deich bei Nes aan de Amstel betrachte ich die Lage. Es scheint eine gewisse Ordnung in den hier und dort ausgelösten kleinen Gewittern zu entstehen. Mit etwas gutem Willen kann man erkennen, dass sich eine Linie von Gewittern bildet, deren jüngste Exemplare südlich der etwas älteren entstehen. Während ich die weitere Entwicklung abwarte, packe ich schon mal Stativ und Kamera aus. Ei-

gentlich stehen wir schon gut, das ist eben Dusel. Und dann passiert es, genau das, worauf ich gehofft hatte. Die Kamera ist bereits gut ausgerichtet, und so wird wiederholtes Auslösen mit grellen Streifen auf Fotos belohnt. Das Problem: Die Bilder sind nicht scharf. Weiteres Problem: Ich finde, dass wir etwas zu weit vom Geschehen entfernt stehen.

So fahren wir ein Stückchen weiter in Richtung Wilnis und erhaschen einen Blick auf ein nagelneues Gewitter, das über der Gegend um Woerden entsteht. Mir fällt auf, dass sich der Himmel perfekt in den kleinen Kanälen spiegelt, und beschließe, das als Grundlage der Komposition zu nutzen. Rechts laufen Kühe ins Bild. Normalerweise würden von ihnen nur Silhouetten im Bild auftauchen, da das grelle Aufleuchten der Blitze fast die einzige Lichtquelle ist. Allerdings ist die blaue Stunde angebrochen und immer mehr Tageslicht vom nordöstlichen Horizont erhellt die Landschaft ... und die Kühe. Auf einigen blitzlosen Bildern sind verwischte schwarzweiße Flecken zu sehen. Nicht unbedingt ideal, wenn ich mir die Tiere doch gestochen scharf in den Bildern mit Blitzen wünsche. Ich beginne, die Kühe durch etwas Gemuhe auf mich aufmerksam zu machen. Sie sind so überrascht, dass sie sich, abgesehen von ihren wiederkäuenden Kiefern, wirklich nicht mehr bewegen. Rasend schnell kommt das grelle Licht aus der Richtung, in die die Kamera zeigt. Innerhalb weniger Minuten folgen mehrere schöne Entladungen, doch eine stiehlt allen die Show. Zwei Kanäle treffen den Boden, wilde Verzweigungen schießen nach rechts und links und füllen das Bild so aus, wie ich es erhofft hatte. Und all das zweifach, denn die Wasseroberfläche ist ein perfekter Spiegel. Das ist genau der Anblick, für den sich alle Mühe dieser Nacht gelohnt hat. Die gesamte Frustration über ständiges »knapp daneben« eines Abends und einer Nacht verwandelt sich in eine Investition, um diesen Moment erleben zu können.

*Das erträumte Foto: bildfüllende Blitzkanäle und eine
typisch holländische Landschaft*





Auch der 1. August 2020 steht für mich ganz weit oben auf der Liste der Nächte, an die ich mich bis ins Detail erinnere. Am späten Abend des 31. Juli überqueren zwei Autos auf dem Weg zur Westerschelde die Grenze zur Provinz Zeeland. Rick Bekker und Donny Kardinaal fahren gemeinsam aus der Gegend um Doordrecht nach Südwesten, ich reise allein aus 's-Hertogenbosch an. Heute sollten wir nicht allzu viel Mühe haben. Weit nach Sonnenuntergang entsteht in einem Umfeld mit beachtlichem CAPE eine Serie von Gewittern, während sich die Windscherung in Grenzen hält. Wir hoffen auf ein Blitzfest, und schon bald sehen wir es in der Ferne vage aufleuchten. Über Belgien knistert es schon ordentlich, und wir sind auf der Suche nach einem netten Vordergrund. Das heißt, ich suche danach, Rick und Donny folgen. Es erweist sich als nicht so einfach. An der ersten Foto-Location sind wir zu weit vom Geschehen entfernt und der Vordergrund besteht aus formlosem Modder mit Algen statt aus hübschen Sandrippeln am Strand. Also schnell zurück ins Auto, und weiter geht es über die kleinen Feldwege hinter den Deichen. Am Ende finden wir nahe Scheldeoord einen passenden, kargen Strandabschnitt. Den anderen gelingen ein paar Aufnahmen von schönen CGs, ich hingegen bin bei der Wahl des Vordergrunds etwas kritischer und probiere dies und das. Um der schnell auflaufenden Flut zu entkommen, versetze ich immer wieder das Stativ, und jedes Mal fährt ein CG herab, wenn die Kamera gerade nicht aufnimmt. Ich habe zwar von all den verpassten Chancen die Nase gestrichen voll, bleibe aber unbeirrbar. Dann klappt es. Ein einziges Foto, bei dem alles zusammenkommt. Nasse Sandrippeln, ein paar Wellen im reflektierenden Wasser der Westerschelde, ein prächtig verzweigter CG und Unmengen Regen, die mit einer Wahnsinnseschwindigkeit auf uns zukommen. **Shit!**

Solange es geht, fotografiere ich weiter – aber das sind nur noch ein paar Minuten. Eine letzte akzeptable »Registrierung« eines ganz passablen CG-Kanals, mehr ist nicht drin. Immer mehr Regentropfen treffen die Kamera. Zeit, zu gehen. Ich renne zum Auto und habe Mühe, mich im lockeren Sand und gegen den starken Wind auf den Beinen zu halten. Das grelle Geblitze direkt über mir macht die Sache auch nicht komfortabler. Nur noch über den Deich, so schnell wie möglich die Treppe runter, Kofferraum auf, Sachen verstauen und einsteigen. Wie enttäuschend! Ja klar, ein gutes Foto habe ich, aber es hätte so viel mehr sein können. Von meiner Frustration getrieben, kontrolliere ich sofort, was noch so an Gewittern heranzieht. Ein paar hängen über Belgien und ziehen in Richtung Nordosten. Die Zeeland-Gewitter sind alle miteinander verschmolzen und werden immer schwächer, während neue Aktivierungen innerhalb dieses nun linienförmigen Komplexes immer weiter südöstlich stattfinden. Mit ein wenig Vorausplanung sollte es möglich sein, den neuen Kram



Eine wunderschöne CG-Entladung und sich schnell nähernder Niederschlag über der Westerschelde

grob in der Gegend von Roosendaal und Breda abzufangen. Ich gebe die Richtung an Donny und Rick durch und fahre los. Schon bald entscheiden wir uns für die Rucphense Heide als konkrete Foto-Location. Wir parken die Autos im Wald und gehen die letzten fünfhundert Meter zu Fuß über einen Waldweg – schon wieder loser Sand! Unmittelbar bevor das Gewitter in Reichweite kommt, finden wir eine Stelle auf der Heide, die uns einigermaßen zusagt. Nicht, dass wir auf die Schnelle ein paar Top-Kompositionen finden, aber mit einem Sandweg zwischen den Heidekrautsträuchern, der für Tiefe sorgt, können wir zufrieden sein. Ich stelle gerade die Kamera ein, als direkt im Bild eine grelle CG-Entladung niedergeht. Kein Foto davon, und so soll es für mich auch bleiben. Vor unseren Augen löst sich das Gewitter auf, und uns bleibt nichts anderes übrig, als im strö-

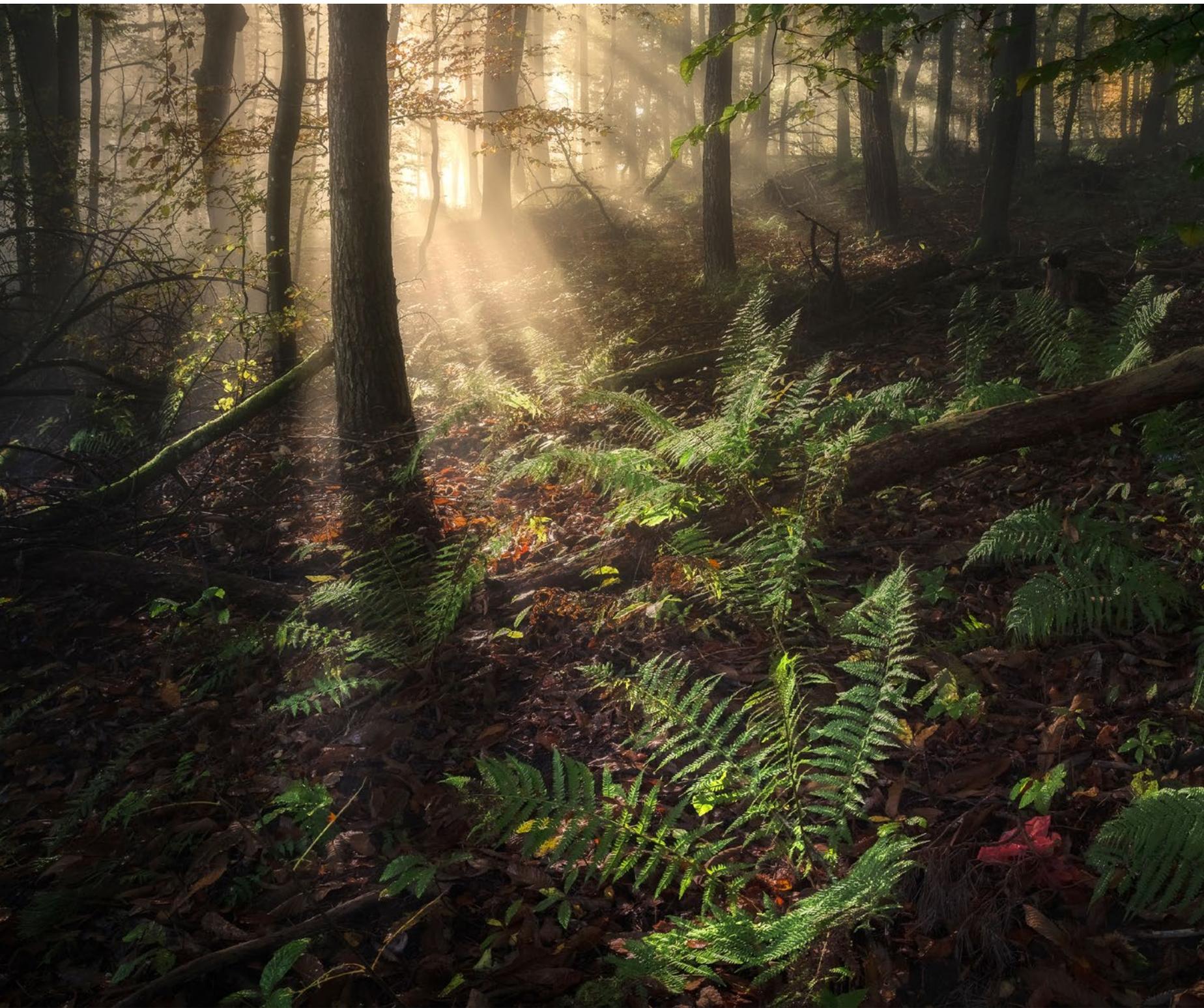


Eigentlich viel zu nahe dran, aber genau das Foto und das Erlebnis, das ich mir von diesem Ort erhofft hatte.

menden Regen zum Auto zurückzulaufen. Die Luft ist raus, ich habe genug. Heute Nacht war die ideale Gelegenheit, um etliche Fotos mit schön verzweigten Blitzen aufzunehmen, doch durch Pech und Eigensinn habe ich es weitgehend vermässelt. Nur in einem einzigen Wettermodell sind noch ein paar kleine Gewitter zu sehen, die sich in der Umgebung von Waalwijk bilden, doch die Hoffnung auf etwas Sehenswertes hält sich in Grenzen. In der Realität regnet es dort schon in Strömen. Außerdem ist es nicht nur sehr unwahrscheinlich, dass dort etwas Fotogenes entsteht, sondern auch das Fotografieren wäre ziemlich mühselig. An einer Raststätte in Waalwijk beschließen wir, dass unsere Chaser-Nacht vorbei ist. Rick und Donny sind einigermaßen zufrieden, ich weitaus weniger. Dennoch lassen wir es damit gut sein. Für den nächsten Abend ist ein nettes Chaser-Grill-

fest auf einem Strand an der Maas geplant, also schnell nach Hause. Wir verabschieden uns mit der Gewissheit, dass wir uns in gut zwölf Stunden an der Maas wiedersehen werden. Donny und Rick nehmen die A59 nach Westen, ich nach Osten. Während der ruhigen Heimfahrt haben die Scheibenwischer kaum etwas zu tun.

Es dauert keine zehn Minuten. Ein Anruf bei Rick, dann so schnell wie möglich zur Ausfahrt »Het Ei van Drunen«, danach über die Landstraße zur Festungsstadt. Mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit zu fahren, war allerdings kaum drin. Schnell sammelt sich auf der Straße immer mehr Wasser, die Hinterlassenschaft eines Gewitters, in dessen Niederschlagskern ich mich gerade befinde. CGs schießen mit mehreren Verzweigungen herab, während mir nichts anderes übrig bleibt, als innerorts die Straßen in Richtung Stadtzentrum zu





5.6 Sonnenharfen

Hin und wieder schiebt sich etwas hohe Bewölkung vor die Sonne, doch die meiste Zeit scheint sie ungehindert. Paul und ich haben das Auto am Straßenrand neben einem unterholzarmen Wald voller dichtem Nebel geparkt. Wir suchen zwischen den Bäumen nach Kompositionen: Roadside Photography vom Feinsten. Dort, wohin sich normalerweise kaum ein Fotograf verirren würde, heißt es für uns, sich umzuschauen und kreativ zu werden. Schöne Durchblicke und interessante Objekte am Boden, zum Beispiel Farne, können einem Foto Kraft verleihen. Ich achte lediglich darauf, was sich in direkter Richtung zur Sonne befindet. Es dauert nicht lange, bis das Licht mehr als nur ein Glühen im Nebel zustande bringt. Um die Blätter, Zweige und Stämme der Bäume erscheinen grelle Strahlen. Sonnenlicht in Nebel oder Dunst kann Sonnenharfen entstehen lassen – zumindest, wenn es nicht durch Bewölkung blockiert wird. Die winzigen Kondensattröpfchen verwandeln das Sonnenlicht in ein gleißendes Glühen, gegen das sich alles, was dieses Licht blockiert, als scharfer Schatten abzeichnet. Dichter Nebel hat unbestritten seinen Reiz, doch Sonnenharfen sind für ein stimmungsvolles Bild sicher ebenso schön.

Sind wir eine halbe Stunde hier am Werk? Oder vielleicht eine ganze? Keine Ahnung. Die gesamte Aufmerksamkeit gilt den sich ständig verändernden potenziellen Kompositionen. Sonnenharfen sind gewiss schön, aber von mir aus dürfen sie auch gern noch etwas anstrahlen. Das verstärkt den Spotlight-Effekt. Grüne Farne, orange Farne, gelbe Herbstblätter, orange Herbstblätter, Fotos im Hochformat, Fotos im Querformat. Alles wird in diesem so willkürlichen Wäldchen entlang einer ebenso beliebigen Straße ausprobiert.

Auch an einem alles andere als besonderen Ort kann man schöne Fotos machen. Entscheidend sind die Randbedingungen, und heute bestehen sie aus einem Mix von Nebel, Sonne und leuchtenden Herbstfarben im Pfälzerwald.

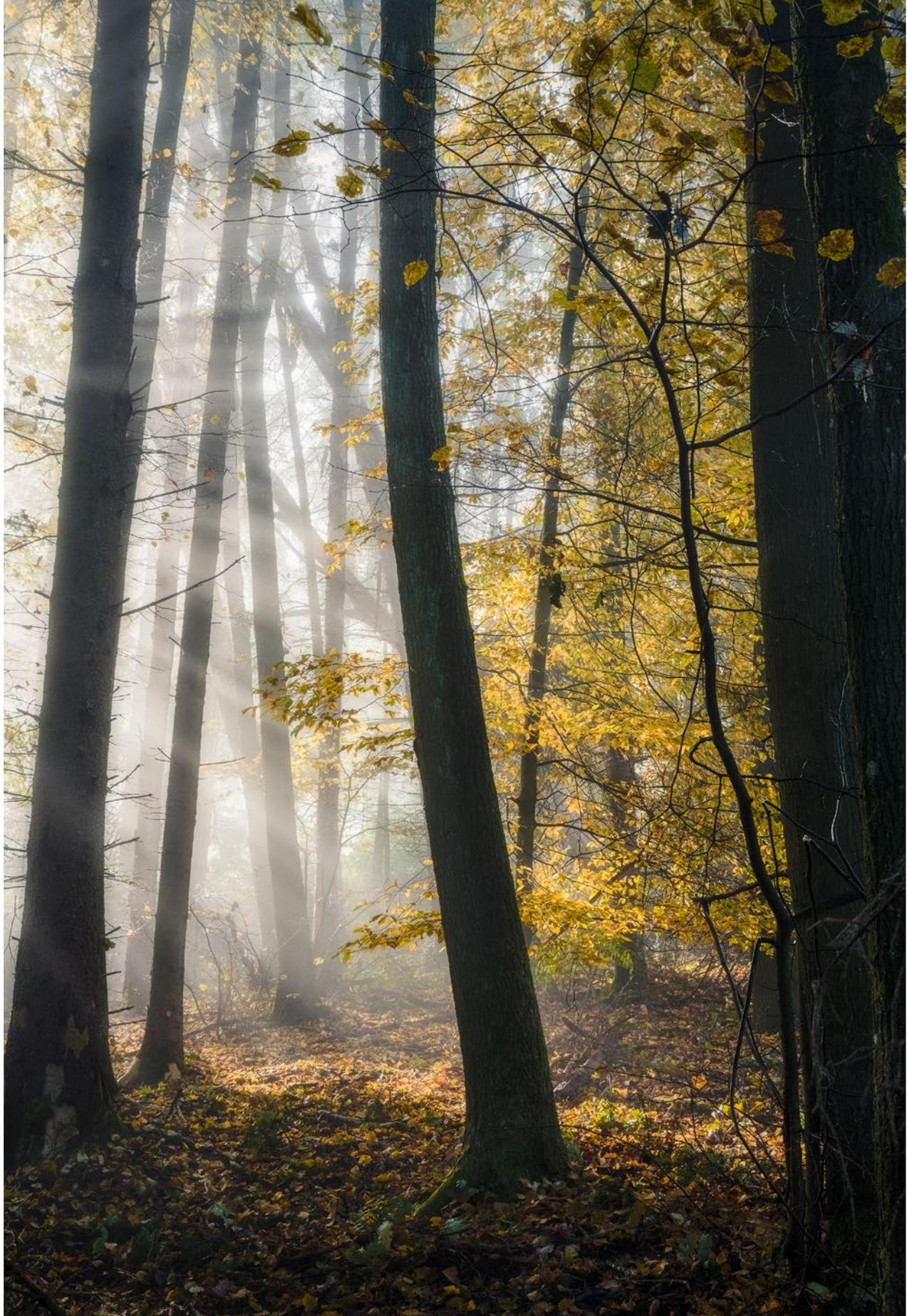
Man darf mich jederzeit wecken, um frühmorgens Sonnenharfen zu fotografieren. Schwachen Ausprägungen dieser Strahlen begegnet man ziemlich oft, doch Tage, an denen ich wirklich grell leuchtende Exemplare aufnehmen konnte, sind in meiner Fotomappe nicht allzu zahlreich vertreten. Dabei denke ich in erster Linie an Bedingungen in Wäldern, deren größter Teil im Schatten liegt und wo sich die Sonnenstrahlen am deutlichsten abzeichnen.

Das soll nicht heißen, dass ein vergleichbarer Effekt nicht auch in einer viel offeneren Landschaft entstehen kann. Das können Windmühlenflügel sein, die einen Schatten werfen. Auch frühmorgens in einer weitläufigen Heidelandschaft mit Bodennebel können schöne Sonnenharfenbilder entstehen. Man muss nur den einen Baum mit einem Stern von Strahlen finden, die durch die Öffnungen im Blätterdach und zwischen den Zweigen entstehen und der als Hintergrund für die leuchtend violetten Heidesträucher dienen kann. Unter solchen Bedingungen entstandene Fotos erfordern einiges an Bildbearbeitung, aber wenn das erst einmal gelungen ist ...

Dennoch bleibt für mich der Wald die schönste Umgebung, um mit Nebel zu arbeiten – ganz gleich, ob der nun dicht ist und eine düstere Stimmung erzeugt, oder eben dünner und so zur Entstehung grell leuchtender Strahlen warmen Sonnenlichts beiträgt. Die Tage, von denen ich Fotos mit gelben oder sogar orangefarbenen Sonnenharfen besitze, die so grell waren, dass ich Mühe hatte, Überbelichtung zu vermeiden, kann ich an den Fingern einer Hand abzählen. Sehr dichten Dunst, fast schon Nebel, der aber noch immer ausreichend Sonnenlicht durchlässt – solche Bedingungen findet man oft am Waldrand, wo Bodennebel bei etwas Wind in den Wald hineinwehen kann. Ist von dort auch noch die Sonne zu sehen, die kurz nach Sonnenaufgang knapp über dem Horizont auftaucht, hat man Grund zum Feiern.

Sonnenharfen entstehen, wo der Nebel dünn genug geworden ist, sich aber noch nicht völlig aufgelöst hat.

Unter den richtigen Bedingungen bieten sich manchmal die schönsten Optionen, wo man es gar nicht erwartet – in einem Wäldchen an einer Hauptverkehrsstraße, wo normalerweise niemand fotografieren würde.





Farbe in den Bäumen und farbige Farne – die Sonnenharfen wirken wie Spotlights, die die Herbstpracht unterstreichen.



Gleißende Sonnenharfen, wie diese Exemplare im Speulderbos im Juni 2020, werden selbst zum Motiv.



Solche Sonnenharfen werden selbst zum Motiv, statt nur ein anderes dominantes Element in der Landschaft anzustrahlen, zum Beispiel einen Baum oder Strauch in leuchtenden Herbstfarben. Das soll nicht heißen, dass ich dann überhaupt nicht mehr nach einem Element an einem schön ausgeleuchteten Ort Ausschau halte, aber wirklich wichtig finde ich das meistens nicht mehr. Vor allem in einer langen Allee, deren hintereinander stehende Bäume eine Reihe von Schatten werfen, entstehen oft die schönsten Aufnahmen. Durch die Ordnung, die Ruhe in die Landschaft bringt, wird das Licht selbst zum Motiv.

Die Windmühle »De Vlinder« bei Deil wirft Schatten in den Nebel.



Um im Wald so etwas beobachten und fotografieren zu können, muss man dem Glück oft auf die Sprünge helfen, indem man sein Wissen darüber, wie Nebel entsteht, gezielt einsetzt. Die Tage, an denen Sonnenharfen im Wald extrem hell werden, sind selten. Doch über einem Wald erlebt man das etwas häufiger, teils sogar bei starkem Bodennebel. Dort ist eine Kombination aus Nebel oder Dunst und direktem Sonnenlicht einfacher zu finden. Es gibt nur wenige Fotos, die ich mehr liebe als die von Tannen, deren scharfe Wipfel in goldenem Sonnenlicht harte, nahezu identische Schatten werfen. In bergigen Regionen kann man dazu einen hohen Aussichtspunkt nutzen, doch in den flachen Niederlanden bin ich dafür immer auf meine Drohne angewiesen.

Sonnenharfen, die zusammen einen Stern bilden – für diesen Effekt wird ein Baum gebraucht.

*Über den Mooren
des Hohen
Venn liegt eine
50 bis teilweise
80 Zentimeter
dicke Schnee-
decke, die
den darunter
verborgenen
Grasbüscheln
ein bizarres
Aussehen
verleiht.*



Der blaue Erdschatten und, violett bis rosa, der »Venusgürtel« hinter einer in Reif und Schnee gehüllten Tanne kurz vor Sonnenaufgang an einem eiskalten Januarmorgen 2019. Der Brockengipfel in Deutschland wird im Winter regelmäßig zur idealen Umgebung für solche Aufnahmen.



5.7 Winterwetter

Es kommt bei den wenigsten der anderen Wetterfans gut an, wenn ich bekenne, dass mich die meisten winterlichen Wetterverhältnisse kalt lassen. Schauen Sie sich niederländischsprachige Wetterforen, ja sogar Wetterdienste an, und Sie finden dort ohne Ende Fans von Frost und Schnee. Gewitterfans? Davon gibt es deutlich weniger. Angesichts der stets wärmer werdenden Winter haben es die Winter-Fans schwer. Mich freut vor allem, dass so immer seltener Eis- und Schneeglätte auf den Straßen herrschen, wobei ich mir durchaus der gefährlichen Entwicklungen bewusst bin, die mit dieser Erwärmung einhergehen. Ich bin mit Schnee und Eis an Plätzen zufrieden, die ich ohne Auto oder Fahrrad erreichen kann. Hoch hinauf auf die Gipfel eines deutschen, belgischen oder französischen Mittelgebirges zieht es mich selten. Damit will ich nicht sagen, dass ich winterliche Bedingungen nicht mag oder ich sie links liegen lassen würde. Sobald sich eine herrlich weiße Decke über einen prächtigen Wald legt oder das Markermeer mal wieder zufriert, halte ich gespannt Ausschau nach dem gewissen Etwas, das alles noch etwas schöner macht. Drei kurze Geschichten sollen verdeutlichen, wonach ich für meine Fotos in einer Winterlandschaft suche.

Anfang Januar 2021 ist es ein paar Tage lang kalt und in weiten Teilen der Niederlande fällt mäßig Regen. Unsere höchsten Hügelkuppen liegen im äußersten Südosten der Provinz Limburg. Durchaus nicht überraschend, dass dort leichter Frost herrschen kann, während die Temperaturen in den umliegenden Tälern und im Rest des Landes über null liegen. Der Niederschlag, der anderswo als Regen nieder geht, fällt im und um den Vijlenerbos und auf dem Vaalserberg als Pappschnee. Die Luftfeuchtigkeit beträgt volle hundert Prozent, was mich veranlasst, die Fotoausrüstung ins Auto zu packen und in aller Frühe Richtung Süd-Limburger Heuvelland zu fahren. Ehe ich in den Wald gehe, fahre ich noch zu einer Stelle nahe Epen, wo mein Handy ganz sicher guten Internetempfang hat. Dort starte ich mein Notebook, stelle eine WiFi-Verbindung zu meinem Handy her, öffne etliche Browsertabs und trinke noch einen Schluck Kaffee aus der Thermoskanne. Es ist halb neun an einem Freitagmorgen. Zeit zu unterrichten. Präsenzunterricht ist wegen einer gewissen Pandemie nicht drin, und so sitzen meine Schüler zu Hause. Das gibt mir die einmalige Chance, sowohl meiner Arbeit als Geografielehrer nachzugehen, als auch ein paar Fotos zu schießen, die ich gern meiner



Niederländische Winterlandschaft



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Einleitung | 1 |
| 1 Vision | 7 |
| 1.1 Inspiration aus der Natur | 8 |
| 1.2 Wissen ist der Schlüssel | 8 |
| 1.3 Der begeisterte Spinner | 8 |
| 1.4 Unterfüttert durch Wissen | 8 |
| 1.5 Praxisbeispiele sind anregend | 10 |
| 1.6 Ich nehme Sie mit in meine Geschichten | 11 |
| 1.7 Auf zum Waldnebel | 11 |
| 2 Gewitter – Theorie | 17 |
| 2.1 Mit Gewittern arbeiten | 19 |
| 2.2 Aufsteigende Luft – Konvektion | 19 |
| 2.3 Ladungsverteilung und Blitze | 19 |
| 2.4 Blitzarten | 21 |
| 2.5 Gewitterarten | 25 |
| 2.5.1 Windscherung | 26 |
| 2.5.2 Wolkenstrukturen | 27 |
| 2.5.3 Einzelzellen (Single Cells) | 28 |
| 2.5.4 Impulsgewitter | 29 |
| 2.5.5 Multizellen (Multicells) | 30 |
| 2.5.6 Superzellen | 32 |
| 2.5.7 Bogenechos (Bow Echoes) | 36 |
| 2.6 Wolkenstrukturen | 37 |
| 2.6.1 Wallclouds | 39 |
| 2.6.2 Arcus-Wolken | 40 |
| 2.6.3 Mammatuswolken | 43 |
| 2.7 Eine Wettervorhersage erstellen | 43 |
| 2.7.1 Wettermodelle | 44 |
| 2.7.2 Aktuelle Wetterdaten | 49 |
| 2.8 Die Landschaft einbeziehen | 50 |
| 2.9 Sicherheit | 52 |





| | | |
|----------|--|-----|
| 3 | Gewitter – Praxis | 55 |
| 3.1 | Modelldaten und die Realität | 56 |
| 3.2 | Target Commitment | 62 |
| 3.3 | Pech und Dusel: Aufgeben oder dranbleiben | 73 |
| 3.4 | Spiel mit dem Feuer | 94 |
| 4 | Nebel – Theorie | 103 |
| 4.1 | Nebel schafft Stimmung | 104 |
| 4.2 | Nebelentstehung – etwas Theorie | 106 |
| 4.3 | Feuchtigkeit – Wasserdampf und Kondenswasser | 106 |
| 4.4 | Die Temperaturverteilung in der Atmosphäre | 107 |
| 4.5 | Luftfeuchtigkeit | 110 |
| 4.6 | Wind | 111 |
| 4.7 | Das Gelände | 112 |
| 4.8 | Niederschlag | 112 |
| 4.9 | Zusammenfassung ... und dann an die Arbeit | 113 |
| 4.10 | Die aktuelle Situation | 115 |
| 5 | Nebel und Winterwetter – Praxis | 119 |
| 5.1 | Nebel – Von der Vorhersage zur Realität | 120 |
| 5.2 | Holländische Morgenstunden – Bodennebel | 120 |
| 5.3 | Dampfendes Wasser | 123 |
| 5.4 | Waschküchenwetter – ab in den Wald | 126 |
| 5.5 | Berge und Täler | 132 |
| 5.6 | Sonnenharfen | 139 |
| 5.7 | Winterwetter | 145 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 6 | Wetterfotografie | 157 |
| 6.1 | Lernen durch Praxis..... | 158 |
| 6.2 | Die Wahl des Equipments..... | 158 |
| 6.3 | Die Kameras..... | 158 |
| 6.4 | Die Objektive..... | 161 |
| 6.5 | Die Stative..... | 162 |
| 6.6 | Das Zubehör..... | 162 |
| 6.7 | Eine Drohne..... | 164 |
| 6.8 | Foto-Praxis: Fotografieren mit Blick auf die Bildbearbeitung..... | 165 |
| 6.8.1 | Die Wahl der Komposition..... | 165 |
| 6.8.2 | Die Belichtung..... | 170 |
| 6.8.3 | Mehrere Fotos für ein Bild aufnehmen..... | 175 |
| 7 | Bildbearbeitung | 177 |
| 7.1 | Bildbearbeitung schafft einen eigenen Stil..... | 178 |
| 7.2 | Erste Bearbeitung der Raw-Daten – ein Blitzfoto..... | 179 |
| 7.3 | Fotos zusammenfügen..... | 182 |
| 7.4 | Bilder aufräumen..... | 189 |
| 7.5 | Ein fertiges Bild..... | 191 |
| 7.6 | Erste Bearbeitung der Raw-Daten – Nebelfotos..... | 192 |
| | Index | 198 |
| | Danksagung | 200 |

