

Beilage zur Berliner Wetterkarte

Herausgegeben vom Verein BERLINER WETTERKARTE e.V.

zur Förderung der meteorologischen Wissenschaft

c/o Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin C.-H.-Becker-Weg 6 – 10, 10165 Berlin

60/12

<http://www.Berliner-Wetterkarte.de>

ISSN 0177-3984

SO 28/12

11.10.2012

Last Exit to Supercell - Stormchasen im Mittleren Westen der USA

Michael Sachweh, München



28.4.2009: 35 Meilen südl. Las Vegas / NM. © J. Eichhorn

Unsere Ungeduld steigert die Spannung bis ins Unerträgliche. Die grandiose Wallcloud, d.h. der Teil der Gewitterwolke, bei der die feuchte Gewitterluft fast bis auf den Boden herab kondensiert, schält sich auf der rechten Seite des Highways immer deutlicher aus der blau-schwarzen Wolkenwand heraus. Wir müssen unbedingt die Richtung korrigieren, um noch rechtzeitig in der Target Area (im Chaserjargon: im Zielgebiet) zu sein. Doch wann kommt endlich die Ausfahrt Nr. 240, die uns in Zielrichtung bringen würde? Ausgerechnet jetzt ein langer Truck, der uns die Sicht nimmt und zu einem endlosen scheinenden Überholmanöver zwingt. Der Fahrer muss auch Stormchaser sein - meint man zumindest als Newcomer in den USA. Doch der Eindruck täuscht. In diesem Land ist es normal, von einem dieser riesigen Sattelschlepper immer wieder überholt zu werden. Es ist das Ergebnis eines rigorosen Tempolimits, das zu einem gleichmäßigen Verkehrsstrom im Limitbereich führt - und der liegt je nach Straße zwischen 90 und 130 km/h.

Endlich, wir erkennen das Hinweisschild auf Exit 240. Nichts wie runter vom Highway. Nun erreichen wir eine Straße, die uns direkt zum Unwetter führt. Highways sind Segen und Fluch zugleich. Mit ihnen können wir in kurzer Zeit Strecke gut machen und rasch dem Unwetter näher kommen. Doch manchmal gibt es keine Ausfahrten wo wir sie bräuchten, und manchmal nehmen wir eine zu früh.

Stormchasen ist überhaupt eine logistisch anspruchsvolle Aufgabe: man verfolgt bewegliche Ziele, die auf ihrem Weg beschleunigen und abbremsen, Größe und Intensität ändern, und zuweilen Haken schlagen wie ein Hase auf der Flucht. Der angelsächsische Begriff für dieses Unternehmen ist zum weltweiten Fachbegriff geworden: storm chasing. Ein storm chaser (eingedeutscht: Stormchaser) ist im Wortsinn einer, der Gewitter (engl.: thunderstorm) verfolgt - in deutschen Medien fälschlicherweise auch Sturmjäger genannt.

Im Durchschnitt gibt in unserem Team jeder alljährlich mehr als 2000 Euro aus, um im Mittleren Westen der USA in 16-18 Tagen eine Strecke von der Distanz München-Tokio zu fahren in der Hoffnung, in dieser Zeit an wenigstens 5 bis 7 Tagen Unwetter aus der Nähe erleben zu können. Das klingt verrückt. Warum tun wir das?

Die Motivation - eine Typenkunde des Chasers

Wenn man Gewitterjäger in den USA nach der Motivation fragt, merkt man nach einiger Zeit, dass es dafür eine ganze Palette unterschiedlicher Beweggründe gibt. Stormchaser haben zwar alle das gleiche Ziel, sind aber sonst sehr verschieden. Da gibt es das einheimische Forscherteam, das mit viel Hightech wie mobilen Messmasten, Windprofilern und DOW-Fahrzeugen (Doppler on wheels, mobiles Doppler-Radar) Feldmessungen durchführt und Supercellen- und Tornadoregionen mit temporären Messnetzen überzieht.



Wissenschaftler der VORTEX2-Messkampagne neben einem DOW (10.5.2010; Perry/OK. Foto: M. Sachweh).



Wagen eines amerikanischen Chasers mit selbstgebaute Hagelschutzgitter (10.5.2010; Perry/OK. Foto: M. Sachweh).

Die Daten sollen helfen, Prognosemodell und Unwetterwarndienst zu verbessern. Bekanntes Beispiel sind die VORTEX-Messkampagnen des US-Wetterdienstes und assoziierter Universitäten. Die Wissenschaftler begegnen in der Unwetterregion den Übertragungswagen amerikanischer TV-Sender, wie zum Beispiel dem Weather Channel, die ihre Kameralente und Hausmeteorologen zum Unwetter schicken, um dramatische Filmsequenzen zu drehen - nicht selten folgen sie den Wissenschaftler-Teams wie die Lemminge. Dort sehen wir auch die Kleinbusse der organisierten Stormchaser-Unternehmen, die gerade in den USA einen Grad der Professionalität erreicht haben, die der Logistik eines Reiseunternehmens in nichts nachsteht. Und schließlich, last but not least, bevölkern kleine Teams von Wetterbegeisterten aus aller Herren Länder mit ihren Geländewagen

die Highways und Roads in der vom nationalen Wetterdienst unwettergewarnten Region (warning area). Mitunter verursacht die Gesamtheit der Stormchaser, vor allem wenn es weit und breit nur eine einzige starke Unwetterzelle gibt, wahre Verkehrstaus - und das oft in Gegenden, wo sich sonst Fuchs und Hase Gute Nacht sagen.

Zur letzten Kategorie der "Gast"-Chaser gehört auch meine Gruppe. Wir sind alle Meteorologen, Deutscher Wetterdienst und private Wetterdienste. Was uns eint - und das trotz großer Unterschiede im Wesen und im Alter - ist der Drang, das Phänomen des konvektiven Unwetters, das wir aus Theorie und Prognosepraxis zur Genüge kennen, in natura zu erleben. Dieses Naturschauspiel aus der ersten Reihe zu verfolgen, ist für uns purer Genuss. Nach einiger Zeit gemeinsamen Chasens merkt man, dass es da durchaus verschiedene Antriebsquellen gibt. Jeder reitet sein eigenes Steckenpferd. Der eine studiert schon seit dem morgendlichen Briefing im Motel unentwegt die teils stündlich aktualisierten Ergebnisse der Prognosemodelle, mit dem Ehrgeiz, so das Tagesziel möglichst korrekt festzulegen und die Fahrtroute optimal zu gestalten. Der andere ist ein versierter Kenner der Regenradar- und Satellitenbildinformation und trägt wesentlich zu einem gelungenen Nowcasting bei. In der Brust des Dritten schlägt vor allem das Fotografen- und Filmherz. Ihm steht der Sinn weniger danach, Wolkenbruch und wall cloud (eingedeutscht: Wallcloud) möglichst nahe zu sein. Er möchte vor allem Standorte



Marco Manitta und Ingo Bertram genießen den perfekten Ausblick auf eine Supercelle (13.5.2012; 50 Meilen nördl. Alamogordo/NM.;Foto: M. Sachweh).



Keine schlechte Blitz-Ausbeute für 13 Sek. Belichtungszeit (13.5.2012; Alamogordo/NM; Foto: J. Winninghoff).

finden, wo sich die ganze Wetterpracht aus der Distanz im Überblick und möglichst fotogen festhalten lässt - ihm verdanken wir atemberaubende Fotos und Wolkenzeitrafferfilme. Bereichert wird dieses Chaserportfolio durch einen professionellen Blitzfotografen, der nicht nur großartige Fotos schießt sondern auch das grandiose Krachen und Rollen eines Donners mit externem Mikro und Aufnahmegerät perfekt einzufangen weiß.

Und schließlich darf nicht der erfahrene Wolkengucker fehlen, der das richtige Gespür für die Wolkenentwicklung besitzt und bereits aus einer Entfernung von 70 km am Horizont den Cu con zu entdecken vermag, der zuerst zu vereisen beginnt. In uns allen steckt jeder dieser Chasertypen, doch mit unterschiedlichem Gewicht. Für ein gelungenes Chasen brauchen wir alle Kompetenzen.

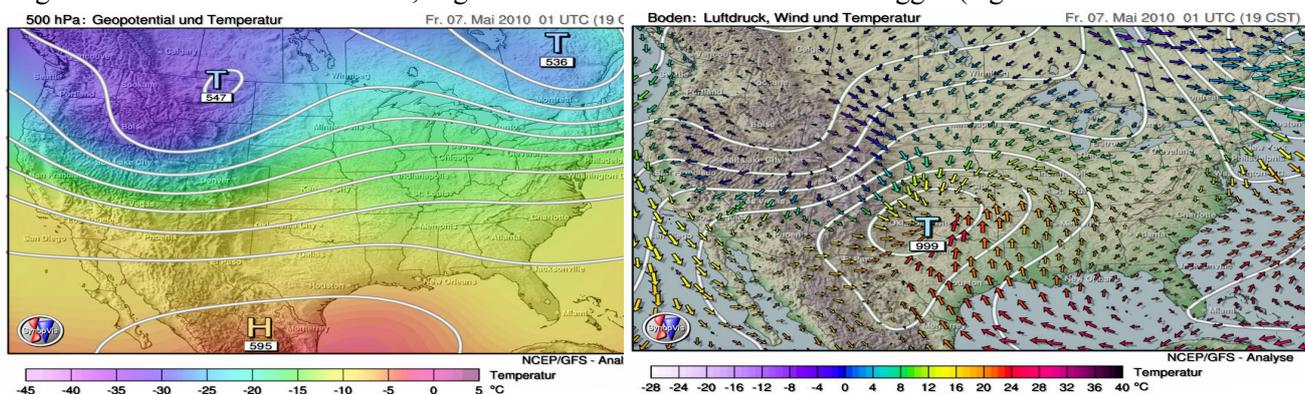
Warum USA?

Mit dem oberbayerischen Alpenrand haben wir eine gewitterreiche Gegend quasi vor der Haustüre. Warum dann das kostspielige USA-Abenteuer? Weil eine ganze Reihe optimaler Faktoren im Mittleren Westen der USA zusammentreffen, wie wir sie aus Europa nicht kennen. Hier liegt das El Dorado aller Stormchaser, die Great

Plains. Diese Region besteht im Wesentlichen aus Ebenen und topografisch nur wenig gegliederten Hochflächen. Sie umfasst die Bundesstaaten Nord- und Süddakota, Nebraska und Kansas sowie weite Teile von Oklahoma, Texas und Montana, und zu ihr zählen auch der äußerste Osten von New Mexiko, Colorado und Wyoming.

Da wäre erstens das synoptische Setup. In kaum einem anderen Gebiet der Erde gibt es so viele Faktoren, die die Entstehung von Superzellen im Frühjahr und Frühsommer begünstigen. Im Süden der Plains liegt der Golf von Mexiko, als tropisches Meer ein Produzent sehr warmer und wasserdampfhaltiger Luftmassen. Im Norden der Plains die Weiten der kanadischen Tundra, im Frühjahr von Schnee und Schmelzwasser bedeckt und damit eine permanente Kaltluftquelle. Die Nachbarschaft extremer Luftmassen, wie wir wissen, begünstigt die Bildung von Superzellen. Doch wie kommen diese mehr als 2000 km auseinander liegenden Luftmassen zusammen?

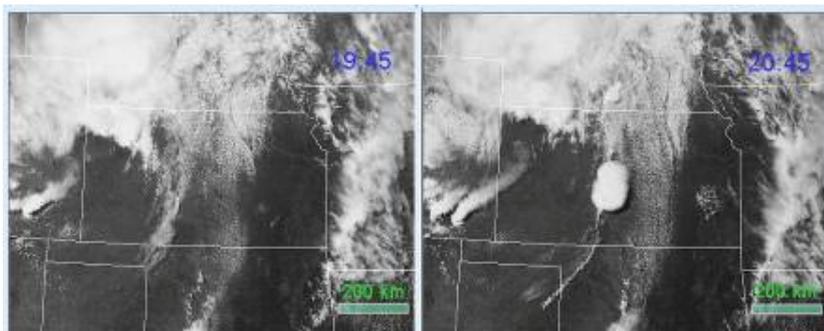
Einen wesentlichen Einfluss darauf hat der meridional orientierte, vom Westen Kanadas bis nach New Mexiko reichende Hochgebirgsstrang der Rocky Mountains. Er wirkt im Strömungsfeld der unteren Troposphäre wie eine Leitplanke, an der Ausbrüche kanadischer Kaltluft beschleunigt nach Süden geleitet werden, ebenso wie bei Südwestlagen feucht-tropische Golf Luft rasch nach Norden flutet. Dabei begünstigt das flache Terrain der Great Plains die meridionalen Luftmassentransporte. "Das einzige Hindernis für die arktische Kaltluft auf dem Weg zum Golf ist ein Weidezaun", sagt man im Mittleren Westen. Als Trigger (eigentlicher Gewitterauslöser)



Eine typische Wetterlage für die Entwicklung von Superzellen: ein nur schwach ausgeprägter Höhentrog im Westen in Verbindung mit einer starken Strömung genügt, um in der unteren Troposphäre über den Great Plains Tiefdruckgenese und eine Konvergenz sehr unterschiedlicher Luftmassen auszulösen (Bildquelle: P. James).

wirkt als dritter Faktor die Großwetterlage: der Ostrand der Rocky Mountains ist aus strömungsdynamischen Gründen eine bevorzugte Region für Tiefdruckneubildungen. Tiefs saugen Luft an und konzentrieren dadurch unterschiedliche Luftmassen auf kleinem Raum. Dieser zunehmende Luftmassenkontrast im Tiefdruckbereich verstärkt wiederum das Tief, als Ergebnis intensiviert sich der Sogeffekt des Wirbels - eine positive Rückkopplung also. So dauert es kaum mehr als ein bis zwei, maximal drei Tage, bis eine brisante Luftmassenmischung im Bereich der Great Plains entsteht. Große Superzellen bilden sich vor allem im Warmsektor - in der Nähe des Tiefdruckkerns und nahe der Kaltfront zu Linien organisiert, sonst als isolierte Unwetter.

Zudem werden in den südlichen und mittleren Plains bei dieser Großwetterlage durch eine spezielle Luftmassenschichtung extreme Unwetter begünstigt: in der unteren Troposphäre strömt aus Süden die feucht-warme Tropikluft ein, überlagert in der mittleren Troposphäre durch eine trocken-warme Südwestströmung (Luft aus den Halbwüsten New Mexikos und Arizonas), und darüber in der höheren Troposphäre beginnende Kaltluftadvektion aus West bis Nord-west.



Am 19.5.2012 explodiert der Teil einer Cumulus-Linie über Kansas in nur einer Stunde zu einer riesigen Superzelle, wie die GOES-Satellitensequenz eindrucksvoll zeigt (Zeit in UTC; Bildquelle: NOAA).

Die feucht-labile Golf Luft wird erst durch eine schwache Inversion im Zaum gehalten, zunehmende nachmittägliche Grundsicht-Erwärmung und Labilisierung in der höheren Atmosphäre lösen dann früher oder später den "Pfropfen" und die gesamte wasserdampfreiche Luftmasse wird plötzlich labil. In weniger als einer Stunde können sich aus einzelnen Congesti gewaltige Superzellen bis zur Größe Süddeutschlands bilden.

Wolkenbrüche, Sturm- und Orkanböen, sowie Großhagel von typischerweise vier bis acht cm Größe sind die Folgen. Eine starke horizontale und vertikale Windscherung begünstigt zudem die Bildung von Tornados.



Am 2.5.2008 verwüstete in weniger als zwei Minuten ein F3-Tornado den Ort Earle / AR (Foto: M. Sachweh).

Solche Wetterlagen sind von Ende März bis Anfang Juni besonders unwetterträchtig, da dann der Temperaturunterschied zwischen den Luftmassen außerordentlich groß ist: 25-35 Grad im Warmsektor und postfrontale 10-18 Grad gelten als normal. Auch die Tornados haben dann Hochsaison. Und so verwundert es wenig, dass sich das Stormchasing in dieser Jahreszeit besonderer Beliebtheit erfreut.

Die Synoptik ist aber nicht der einzige Pluspunkt, der für das Chasing in den USA spricht. Wohl kaum ein anderer nationaler Wetterdienst ist so freigiebig, was die Publikation aktueller synoptischer Daten im Internet betrifft, wie die für Atmosphäre und Ozean zuständige NOAA mit ihrem National Weather Service. Über das Netz verbreitet die Behörde gebührenfrei sämtliche Produkte numerischer Vorhersagemodelle, für den Kurzfristbereich sogar die stündlich Neuberechneten

Prognosekarten des RAP (rapid refresh) - Modells. Sie publiziert auf gleichem Wege die aktuellen Daten ihrer Wetterstationen (Stundentakt), aufbereitet als instruktive Wetterkarten mit der Überlagerungsmöglichkeit zahlreicher Parameter und der Option zur Animation. Die real-time -Wetterinfo wird ergänzt durch animierte Satelliten- (15-30 min - Takt) und Regenradarbilder (5 min - Takt). In letztere lassen sich die aktuellen unwetterbewarnten Regionen (warning areas) einblenden. Das Storm Prediction Center (SPC) mit Sitz in Norman/Oklahoma hat sich auf die Prognosen von Unwetter (severe weather) spezialisiert. Es gibt mehrmals täglich Vorhersagen unwetterträchtiger konvektiver Ereignisse (Sturm, Hagel, Tornados) heraus (convective outlooks). Verdichten sich die Anzeichen für unmittelbar bevorstehende konvektive Unwetter in einer konkreten Region, wird darauf speziell in Text und Grafik hingewiesen (convective watches) und später eingehend diskutiert (mesoscale discussions).

Bereits die amtlichen Informationen bieten eine mehr als ausreichende Datengrundlage. Hinzu kommen die Webseiten von Universitäten, meteorologischen Privatunternehmen und teils professionell aufbereiteten Sites von Medienanstalten. Ein Schmankerl sind Webseiten, auf denen man dem Chaser bei seiner Gewittertour live quasi über die Schulter schauen kann, dank Webcam und UMTS-Verbindung (<http://www.severestudios.com/livechase>). Dieses üppige meteorologische Informationsmaterial ermöglicht dem Profi ein sehr effektives Chasing. Aber auch Amateure erhalten genug Information.

Entscheidend für die optimale Verwertung der Informationen ist die Zugänglichkeit des Internets. Und da sind die USA ebenfalls führend. Via kostenfreies WLAN erhält jeder Moteltagst diesen Zugang - er wird vor allem fürs morgendliche Wetterbriefing nach dem Frühstück genutzt. Unterwegs reicht es für die Versorgung mit aktuellen Wetterdaten meist, auf den Parkplatz irgendeines Motels zu fahren, um sich dort ins Netz einzuklinken. Passwörter fürs Internet sind in den USA eher die Ausnahme als die Regel. Wer professioneller unterwegs ist, holt sich das Internet via UMTS (air card) permanent ins Auto.

Ein weiterer Vorzug, mit dem die Great Plains der USA aufwarten können, sind gute Sichtbedingungen. Das liegt zum Einen an der geringen Siedlungsdichte, und an der Vegetations- und Reliefarmut. Es gibt nur wenige große Agglomerationen wie Dallas oder Denver, und sogar dort ist der durch hoch aufragende Häuser geprägte Downtown-Bereich bemerkenswert klein. Leicht gewellte Ebenen, offenes Grasland, mit Sträuchern und Büschen bestandene Weiden oder große Ackerflächen dominieren das Landschaftsbild. Berge und tief



Mesoscale Discussion 511
NWS Storm Prediction Center Norman OK
0345 PM CDT MON MAY 12 2010

AREAS AFFECTED...PARTS OF MN/CHIL OK
CONCERNING...TORNADO WATCH 147...

VALID 102040Z - 102245Z

THE SEVERE WEATHER THREAT FOR TORNADO WATCH 147 CONTINUES.

A CAPPING ELEVATED MIXED LAYER AND MID/UPPER-LEVEL SUBSIDENCE APPEAR
LIKELY TO CONTINUE AT LEAST IMBITTING CONVECTIVE DEVELOPMENT TO THE
SOUTH OF THE 90 KT DRYLINE...WESTERLY 800 MB JET STREAM POSING EAST
OF THE TEXAS PANHANDLE REGION LATE THIS AFTERNOON.
HOWEVER...LOCALLY ENHANCED SURFACE HEATING/LOW-LEVEL CONVERGENCE
COULD BECOME SUFFICIENT FOR SUSTAINED DISCRETE STORM DEVELOPMENT
ALONG THE DRY LINE AS IT ADVANCES TOWARD THE I-35 CORRIDOR OF
CENTRAL/SOUTHERN OKLAHOMA BETWEEN 90E AND 90E. THE BOUNDARY LAYER
ALONG AND EAST OF THE DRY LINE HAS BECOME VERY UNSTABLE WITH STEEP

Auf eine unmittelbar bevorstehende Unwettergefahr weist der amerikanische Wetterdienst im Internet in seinen Mesoscale Discussions hin.

eingeschnittene Täler und Senken fehlen fast völlig. Wir fahren durch offene Landschaften und ein weiter Himmel begleitet uns - schönere Bedingungen zum Betrachten der Wolkenentwicklung und fürs Fotografieren kann man sich kaum vorstellen.

Ein weiterer Grund für die guten Sichtbedingungen ist die relativ große Transparenz der Atmosphäre. Wir in Mitteleuropa, besonders im Westen und Norden Deutschlands, kennen den typischen Dunst, der einer sich entwickelnden Unwetterlage vorausgeht, und der die Wolkenbeobachtung erschwert. In den Great Plains jedoch ist die Sichtweite, auch bei Beteiligung feuchter Golf Luft, oft besser - besonders in den höheren gelegenen Plains in der Nähe der Rockies (High Plains). Das erleichtert das Chasen anhand des Himmelsbildes und beschert Fotografen und Filmer eindrucksvolle Aufnahmen.



Bei der Aufzählung der Vorzüge darf das Straßennetz nicht unerwähnt bleiben. Trotz der geringen Bevölkerungsdichte überzieht ein relativ dichtes Straßennetz (roads, streets) den Mittleren Westen. Sie verbinden nicht nur Städte und Dörfer sondern unterteilen auch die ausgedehnten Weide- und Ackerflächen und ermöglichen den Farmern den Zugang zu ihnen. Die Straßen sind in gutem Zustand und geradliniger als wir es aus Europa gewohnt sind, die kleineren von ihnen oft im Schachbrettmuster angelegt. Dank dieses Straßennetzes ist eine rasche Annäherung an die Gewitterzelle möglich. Und das ist oft entscheidend. 50% eines erfolgreichen Chasens beruhen auf guter Navigation und der Option auf eine rasche Annäherung an die Zelle.

Eine geringe Verkehrsdichte und ein engmaschiges, oft rechtwinklig angelegtes Netz von Straßen in gutem Zustand begünstigen ein effektives Chasen. (Bild: DeLORME Atlas & Gazetteer - Oklahoma).



Die Weite der Landschaft und die Pracht konvektiver Bewölkung in den Great Plains inspiriert auch Künstler. Hier ein opulenter Cumulonimbus calvus auf einer Parkplatz-Mauer in Emporia/KS (Foto: M. Sachweh).

On the road again - der Alltag des Chasens

Nach 14-16 Stunden Flugstress in engen Sitzen, zahlreichen Kontrollen und der obligatorischen Befragung am Zielflughafen, wo man dem Einwanderungsbeamten die Verdacht erregende Mitteilung macht, man würde im Mittleren Westen - nicht gerade die klassische Destination eines Touristen - Urlaub machen wollen, endlich die Autovermietung. Die Großzügigkeit der Landschaft spiegelt sich im Wesen des Amerikaners. Der Angestellte der Mietwagenfirma schlägt vor, wir mögen uns erst einmal in ihrem Wagenpark umsehen, die verschiedenen Geländewagen genauer anschauen, Probe sitzen etc. und uns dann in Ruhe für einen entscheiden. Seitdem unser Team mehr als 3 Mitglieder umfasst, gönnen wir uns meist zwei Wagen. Geländegängig und komfortabel müssen sie sein. Stormchasen hat etwas von einem Roadmovie, wir verbringen die meiste Zeit im Wagen und legen große Strecken zurück, deren Verlauf sich erst während der Reise ergibt.

Dann geht es zum Flughafen-Hotel. Es ist das einzige vorbestellte auf dieser Reise, bei der nicht wir sondern die Großwetterlage über Weg und Übernachtungsort entscheidet. Die ersten 24 Stunden sind Stress. Zunächst gilt es rasch aber sorgfältig die Großwetterlage zu checken, um entscheiden zu können, wie früh wir am nächsten Tag

aufbrechen müssen. In diesem Jahr erwartete uns gleich am nächsten Tag eine 800 km entfernte target area. Natürlich wartet sie nicht auf uns. Also diesmal kein traditionelles Einstandsessen im Steakhouse, stattdessen Fastfood im Lokal nebenan. Spätestens am nächsten Morgen muss die ganze Technik stehen, um im Morgengrauen starten zu können (der Verzicht aufs Hotelfrühstück fällt leicht in den USA).

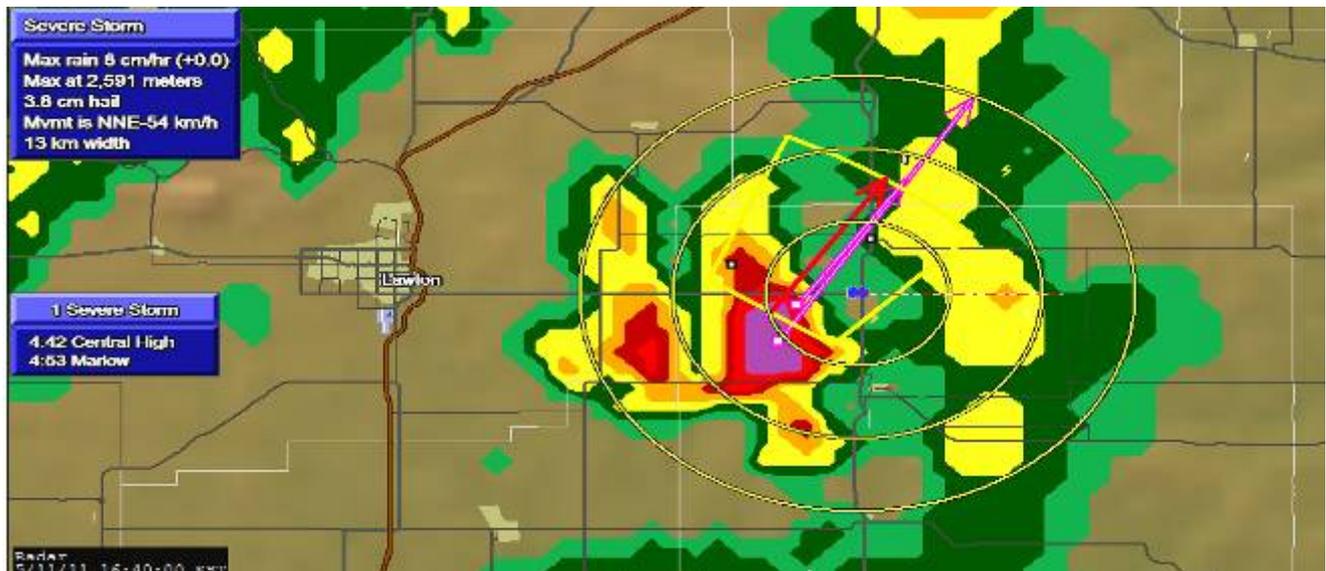


Navi und Kamera-Stativ (links), UMTS-Empfänger und Notebook mit meteorologischer Software (Mitte), sowie Satelliten-Receiver (rechts) sind elementare Hilfsmittel professionellen Chasens

Technik, das bedeutet die Bestückung des Wagens mit diversen Geräten und ihre Funktionskontrolle. Zum Navi gesellt sich der GPS-Logger, der unseren Weg von nun an alle 3 Sekunden protokolliert. Hinzu kommt die Befestigung von Fotoapparaten und Camcordern, eine stoßfeste und wasserdichte action cam wird außen befestigt.

Die air card, kleiner als eine Zigarettenschachtel, ist ein UMTS-Router. Sie wird unter der Frontscheibe angebracht, von wo sie unsere Note- und Netbooks mit dem Internet versorgt. Schließlich muss noch ein Satellitenempfänger vorne Platz finden, der real-time-Daten, insbesondere Regenradarinformationen herunter lädt, und mit ihm eine separate

GPS-Maus. Diese Konfiguration liefert uns in Verbindung mit dem Notebook und einer meteorologischen Software hoch aufgelöste, animierte Radarbilder im 5-min-Takt, in die dank des GPS auch die exakte Position unseres Wagens eingeblendet ist.



Dank unseres Satellitenempfängers, der die real-time-Regenradarinformation samt amtlicher Unwetterwarnung in einer Karte darstellt, sowie einer GPS-Maus können wir die momentane Position unseres Wagens (blaue Figur in der Mitte der konzentrischen Kreise) in das aktuelle Radarbild einblenden. Hier liegen wir mit einem schweren Hagelunwetter (violette Farbe) auf Kollisionskurs. (Foto: J. Winninghoff).

Das satellitengestützte System ist zugleich eine gute Ausfallsicherung im Falle schlechter Internetversorgung. Schließlich wird das NOAA-Weather Radio mit Batterien versorgt. Mit diesem handlichen Radio im Walkie-Talkie-Format lassen sich sämtliche Unwetterwarnungen für die Region abhören, ein durchdringender Pfeifton signalisiert jeweils die neueste severe weather-Warnung. Die Kommunikation zwischen den Autos erfolgt mit gemieteten US-Handys - sie funktioniert aber auch gut via Skype, solange Internet verfügbar ist.

Das Fahren in den USA ist angenehm entspannend. Dafür sorgen die Automatikschaltung, der gleichmäßige Verkehrsstrom wie auch die geduldige Fahrweise der Amerikaner, und natürlich die relativ geringe Verkehrsdichte. Umso angespannter sind wir, wenn es um das navigatorische Tuning geht: bestätigen die neuen Modellrechnungen die Lage unserer target area? Passen das aktuelle Wind-, Temperatur- und Taupunktfeld und der Satellitenloop zur erwarteten Wetterentwicklung? Oder müssen wir korrigieren? Diese Phase einer optimierten Routenwahl ist sehr wichtig, denn es geht nicht selten um Tagesstrecken der Distanz Hamburg-Nürnberg. Die laienhafte Ansicht, der Himmel über den Plains hänge voller Superzellen, entspricht leider nicht der Wirklichkeit. Daher ist eine sorgfältige und wiederholt aktualisierte Wahl der Zielregion sehr wichtig.

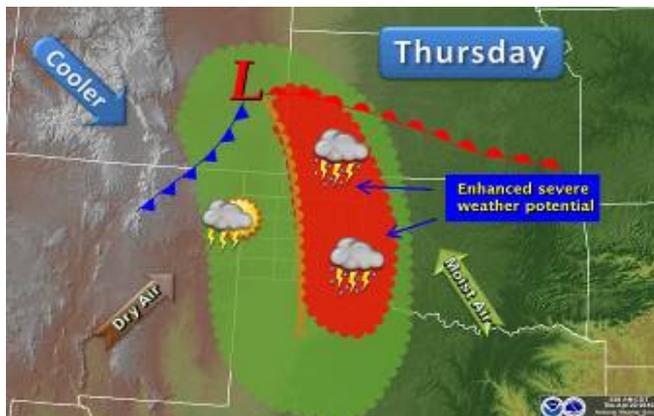
Unsere Anspannung erwächst auch aus der leidvollen Erfahrung, dass missglückte Chasings in den meisten

Fällen darauf beruhen, dass man zu spät kommt. Die Idealvorstellung, sich rechtzeitig vor Eintreffen bzw. der Entstehung des Unwetters mit dem gesamten fotografischen Equipment auf einem freien Feld in Ruhe einrichten zu können, ist eher die Ausnahme und nicht die Regel - mögen manche Chasingtourenveranstalter das ihren zahlenden Kunden auch anders erzählen.

Dann gibt es auch Tage, da treffen wir nach langer Fahrt rechtzeitig im Zielgebiet ein - und warten und warten in drückender Schwüle, fixieren die Cumuli mediocri oder congesti am Himmel bis uns die Augen tränen. Aber sie wollen einfach nicht zünden. Und das obwohl alle Parameter zu passen scheinen. Und es ist auch kein wirklicher Trost, wenn wir dort auf die einheimischen Profis treffen - unübersehbar mit ihrer Hightech-Ausrüstung, ihren teils panzerartig geschützten Geländewagen und den Stormchaser-Aufklebern - die offensichtlich auch kein besseres Ziel kannten und die wie wir ein langes Gesicht ziehen.



Der zum Messfahrzeug und tornadosicheren Panzer (tornado intercept vehicle; TIV) umgebaute Wagen des prominenten Chasers Sean Casey (Foto: M. Sachweh).



Klassische Great Plains - Unwetterlage: die meisten Superzellen entstehen im feuchten Warmsektor östlich der Dryline (Bild: NWS, Amarillo).

Manchmal reichen ein Defizit von wenigen Feuchteprozent oder 1-2 Grad Temperatur aus, um die Entstehung einer Superzelle zu verhindern. So gut sind die numerischen Modelle auch heutzutage noch nicht.

Die Superzellenbildung ist ein dynamischer, hochgradig nichtlinearer Prozess. Rückkopplungsprozesse und die durch Kondensation rasch aufstrudelnder, sehr wasserdampfhaltiger Luftmassen zusätzlich gewonnene Auftriebsenergie lassen die Plains-Unwetter in einem Maße beschleunigt wachsen, wie wir es aus Mitteleuropa nicht kennen. Aus diesem Grund reicht es nicht, wenn sich die Wahl der Zielregion als richtig erweist - wir müssen rasch die frischen Zellen erreichen. Sobald die ersten Cumuli congesti in erreichbarer Nähe vereisen, beginnt die Feintuning-Phase. Die aktuellen Loops der Wettersatelliten und der Radarbilder sind nun gefragt: welches Gewitter macht das Rennen? Die ersten kleinen Gewitterzellen gehören meist zum Typ der "Popcorn-Zellen": sie vergehen so schnell, wie sie entstanden sind. Erst ab einer bestimmten Größe der Zelle wird ein Feedback-Effekt wirksam, der sie zur Superzelle werden lässt. Zellen in der Nachbarschaft, die anfangs vielversprechend aussahen, sterben nun rasch ab. Die Kunst des Chasens besteht darin, das richtige Gespür dafür zu haben, welche der jungfräulichen Zellen das Zeug zur Superzelle hat. Dabei spielen auch Erfahrungen eine wichtige Rolle. In der unmittelbaren Nähe der Dryline - wo die



Ein typisches "Popcorn"-Gewitter an der Dryline, das nur kurzzeitig gelebt hat und sich nun durch den Einstrom trockener Luftmassen von unten her auflöst. (11.5.2010, 15 Meilen südl. Weatherford/OK; Foto: M. Sachweh).

feucht-warme Golf Luft an ihrer Westflanke an sehr trockene Warmluft grenzt - entstehen oft die ersten und optisch imposantesten Cumuli congesti und Cumulonimben. Chaser-Greenhorns rasen dann darauf zu, in der

Erwartung bei der Superzellengenese den Platz in der ersten Reihe zu haben. Doch Drylines pflegen in der zweiten Tageshälfte oft ostwärts zu wandern und so lösen sich diese Gewitter rasch wieder auf oder kämpfen mit der trockenen Umgebungsluft ums Überleben. Wenig später explodieren dann die ersten Superzellen 100 oder 200 km weiter östlich, und der unerfahrene Chaser hat im wahrsten Sinne des Wortes das Nachsehen. Nach einigem Lehrgeld lässt man sich dann nicht mehr so leicht von den ersten Zellen im Westen verführen und hält

zur trockenen Westgrenze der Golf Luft einen gewissen Abstand.

Es gibt eine Ausnahme, wo die Nähe der Dryline doch Erfolg versprechen kann. An ihrem Nordrand grenzen nicht zwei sondern drei Luftmassen aneinander: die feuchte Golf Luft (potentiell labil aber anfangs noch durch wärmere Höhenluft gedeckelt), die trockenlabil geschichtete Warmluft im Westen (durch Einstrahlung erwärmte Halbwüstenluft oder föhnige Luft am Osthang der Rockies), und drittens nach Norden zu eine deutlich kältere Luftmasse. An diesem triple point, der oft von einem ausgeprägten Jetstream in der mittleren und höheren Troposphäre überlagert wird, haben Gewitter bessere Überlebenschancen. Feuchtekonvergenz, thermische



Links: Seitenansicht eines lehrbuchartigen Gewitter-Aufwindturms (Wallcloud).

Rechts: Die Böenfront (shelf cloud) eines Gewitters nähert sich (4.5.2012, 20 Meilen nördl. Henrietta/TX (links), bzw. 14.5.2010, 25 Meilen östl. Fredericksburg/TX (rechts); Fotos: M. Sachweh).

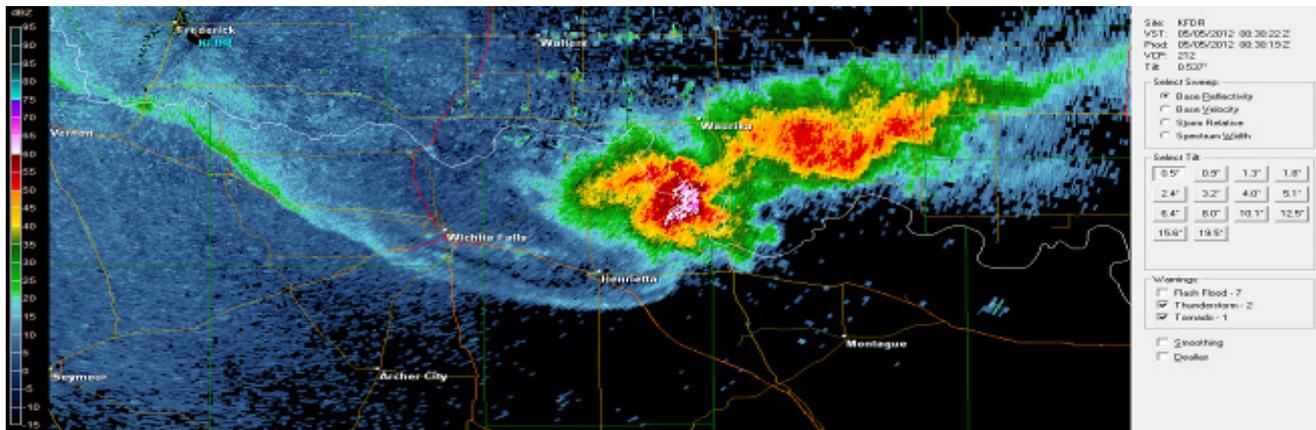
Schichtung und das vertikale Windprofil begünstigen hier die Bildung von Schwergewittern mit Großhagel, und von Tornados. Erfahrene Chaser suchen die Nähe dieser Region. So einfach ist es aber auch nicht, denn dieser "Punkt" hat manchmal die Größe Bayerns und ist auch selten stationär, sondern er wandert und das zum Teil sprunghaft.



Oben: Nach einem Hagelunwetter (28.4.2009; 25 Meilen südl. Las Vegas / NM. Foto: J. Eichhorn)

Unten: Ein Hagelstein wird vermessen (links). Der aufgesammelte Hagel kühlt das Bier ("nachhaltiges" Hagelchasen) (Fotos: M. Sachweh).

Besonders schwierig sind Wetterlagen mit nur geringer Dynamik in der Höhenströmung. Dryline und Triple point sind dann in ihrer Lage weniger klar auszumachen und Superzellen bilden sich nur ganz vereinzelt, und dann meist an Stellen, die vom Modell nicht vorhergesagt wurden. Da ist man als Chaser manchmal erfolgreicher, wenn man Temperaturfeld und Radarbild hinsichtlich sogenannter outflow boundaries prüft. Das sind Mini-Kaltfronten in der Nähe vorbeiziehender, teils auch ehemaliger nächtlicher Gewitterzellen, die ihr Eigenleben führen und dazu neigen, sich in Richtung besonders warmer Regionen zu bewegen.



In diesem hoch aufgelösten Radarbild (Radar Frederick/OK, GRLevel2-Software) ist nicht nur das Regengebiet (grün bis rosa) des Unwetters zu erkennen, sondern auch die Vorderseite einer bodennah expandierenden Gewitter-Kaltluftmasse im regenfreien Gebiet (hellblaue Linie im Westen). An dieser "outflow boundary" können sich später neue Gewitterzellen bilden. (Foto: J. Winninghoff).

In hochauflösenden Radarbildern sind sie - obwohl nur aus Cu oder Sc bestehend - als schmale, leicht nach außen gebogene Linien auszumachen. Die kühle bodennahe Luftmasse stabilisiert die Schichtung. Wo die Linie durchgezogen ist, geht deshalb die Gewitterneigung zurück. Doch irgendwann verliert die Linie ihren Schwung und verlangsamt ihr Tempo. Trifft sie dabei auf eine stark erwärmte, bedingt labile Luft in einer Zone mit Feuchtekonvergenz (im Satellitenbild Häufungsstellen von Cumuli), dann reicht die kleine Hebung oft aus und es zündet: Cumulonimben entstehen, die sich zu Superzellen weiterentwickeln können.

Bei stärkerer Dynamik der Höhenströmung bleibt es nicht bei einer einzigen Superzelle, es bilden sich im Laufe des Nachmittags etliche. Dennoch haben wir Chaser den Ehrgeiz, möglichst schon die erste Superzelle rechtzeitig zu erreichen. Das hat mehrere Gründe. In den Plains verbleiben in der Regel ab dem Zünden der ersten Zelle kaum mehr als vier bis fünf Stunden Tageslichtzeit. Chasen in der Dunkelheit aber bereitet nicht wirklich Freude - es sei denn wir können schöne Linienblitze fotografieren -, denn man kommt langsamer voran, und es ist auch gefährlicher. Mit einer frühzeitigen Punktlandung unter der ersten Zelle wächst die Chance, bis zur Dämmerung noch weitere zu erwischen.



Mehr als 60 Liter/m² in wenigen Stunden setzte am 14.5.2010 diese Kreuzung in Midland/TX unter Wasser. (Foto: M. Sachweh).

Zweitens - das zeigt die Erfahrung - sind die ersten Zellen, die meist mit der wärmsten Zeit des Tages zusammenfallen, oft auch die heftigsten mit der besten "Trefferquote", was Großhagel und Tornados betrifft. Und schließlich neigen Superzellen im fortgeschrittenen Stadium ihrer Entwicklung dazu, sich zu organisieren. Entweder sie bilden Linien, die dann beschleunigt weiterziehen. Oder sie verclustern zu riesigen mesoscale convective systems (MCS) oder mesoscale convective complexes (MCC). Solche Gebilde sind aber für Chaser unattraktiv. Dort fährt man durch ausgedehnte Starkregenzone, stroboskopartig illuminiert durch (wenig fotogene) Flächenblitze. Oft ist es nur ein einziges Herumirren zwischen unpassierbaren Überschwemmungs- (flash flood) - Regionen.

Im Idealfall sind wir dann zur richtigen Zeit am richtigen Ort. Das heißt wir finden früh genug ein freies Feld, können ohne Zeitdruck Stative und Kameras aufbauen, und genießen die Aussicht auf eine junge, sich stark entwickelnde und noch nicht schnell weiterziehende Zelle. Wenn dann noch Landschaft und Wolken im richtigen Licht leuchten und vor unseren Augen ein imposanter Aufwindturm zu rotieren beginnt, dann ist das einer jener unvergesslichen Momente, für den sich das Analysieren, die Anspannung und der navigatorische Stress lohnen.



Das grandiose Wolkengebirge einer Superzelle (29.4.2009, 60 Meilen östl. Lubbock/TX; (Foto: J. Winninghoff).



Jens Winninghoff bei Aufnahmen zur Dynamik einer klassischen Superzelle. Am Horizont ist ein Band sehr niedriger Wolken zu erkennen: es ist die mit hoher Geschwindigkeit auf die Wallcloud zudriftende "Versorgungslinie" (inflow tail) (28.4.2009; 30 Meilen südl. Las Vegas / NM., Foto: J. Eichhorn).



Kein Blitz gleicht dem anderen. Blitze bieten eine unendliche Formenvielfalt und sind deshalb ein faszinierendes Motiv beim Stormchasing (Fotos: M. Sachweh (links oben, rechts unten), S. Rubach (rechts oben), I. Bertram (links unten)).

Spätestens nach Einbruch der Dunkelheit geht's auf Motelsuche. Im Zeitalter der Internetbuchung kein Problem. Man erwartet uns schon, wenn wir eintreffen. Einchecken, eventuell noch ein kurzer Smalltalk an der Rezeption. In Gegenden, die abseits der üblichen Touristenpfade liegen, kommt man leicht ins Gespräch.

Der Amerikaner ist neugierig, was uns hierhin verschlagen hat. "storm chaser? - really?! - GREAT!!" Anders als in Europa, wo wir als exotische Meteorologenspezies gelten, weiß in den USA jedes Kind, was Stormchaser sind. Das liegt zum Einen an dem Medienhype, der um die Stormchaser, insbesondere die Tornadochaser betrieben wird. Sean Casey mit seinem TIV (tornado intercept vehicle) oder die Tornadochaser Dr. Reed Timmer und Tim Samaras sind inzwischen Serienstars. Stormchaser haben in den USA generell einen guten Ruf. Das liegt vor allem daran, dass dort ein organisiertes und vom amerikanischen Wetterdienst gefördertes Netz von stationären oder chasenden Wetterbeobachtern existiert, die ihre Unwetterbeobachtungen an Wetterdienst und Medien in real-time weitergeben (stormspotter). So helfen sie, dass amtliche Unwetter-, insbesondere Tornadowarnungen rechtzeitig ausgegeben werden, und sie unterstützen damit auch die Prognose-Verifikation und die nachträgliche Untersuchung von Extremereignissen. Oft werden Chaser über Radio aufgerufen, ihre Beobachtungen zu melden. Der gute Ruf hat allerdings in letzter Zeit etwas gelitten: immer öfter verstopfen wahre Chaserkolonnen die Straßen und behindern Krankenwagen, Feuerwehr und Polizei, und auch die Messwagen der Forschungskampagnen. Das hat in jüngster Zeit eine öffentliche Diskussion in den USA darüber ausgelöst, wie sich der reine Unwettertourismus eindämmen ließe - in einem freien Land sicher ein schwieriges Unterfangen.

Bei der Wahl des Übernachtungsortes spielt die Nähe bestimmter Restaurants eine wichtige Rolle. Größere Orte bieten ein "Outback Steakhouse" oder "Applebee's". Dort haben wir zu vorgerückter Stunde schon oft unvergessliche Abende erlebt - nicht nur in kulinarischer Hinsicht.



Der perfekte Chasing-Tag besteht aus fotogenen Superzellen und einem guten Steak am Abend (Foto: M. Sachweh).

Plains-Profis schreiben seit mehr als 10 Jahren über ihre Fahrten, und sie tun das in fachlicher wie auch literarischer Hinsicht ganz hervorragend. Links zu deutschen Chaser-Blogs finden sich vor allem im "Stormchaser Europe" - Forum, in wetteronline.de und natürlich auch im wetterspiegel.de.

Da sich einige europäische Stormchaser während ihrer Reisen austauschen und so manche große Superzelle mehrere Chasergruppen räumlich zusammenführt, ergeben sich auch immer wieder mal Ad-hoc-Treffen zwischen den Gruppen.

Was tun bei einer "deadly ridge" - Lage?

Unwetterträchtige Wetterlagen sind auch in den Great Plains kein alltägliches Phänomen, sondern es gibt Zwischenhoch- (ridge) Phasen. An solchen Ruhetagen ist zum Beispiel Sightseeing angesagt, oder Besuche meteorologischer Institutionen wie zum Beispiel dem Storm Prediction Center in Norman/Oklahoma. Die Zeit wird auch gerne für ausgiebiges Shoppen oder noch ausgiebigere Abendexkursionen in Downtown genutzt. Die Unterbrechungen des Chasens

Vor dem Schlafengehen wird noch einmal die Wetterlage gecheckt. Schließlich sind wir neugierig - wie sich "unsere" Zellen weiterentwickelt haben, und was der neue Modelllauf für morgen erwarten lässt. Spannend ist es auch, in den einschlägigen Foren und Blogs zu lesen, was andere Stormchaser an diesem Tag erlebt haben. Da gibt es zum Beispiel das gut besuchte "Stormtrack"-Forum. Auch deutsche Chasergruppen publizieren Tagebücher ihrer Touren, einige wie zum Beispiel "Southwindstours" in anregendem Schreibstil und mit guter Illustrierung. Ein Klassiker unter den deutschsprachigen Blogs ist der von Markus Pfister und Mark Vornhusen (<http://westwind.ch/usa11/>, z.B. für 2011). Die beiden



Treffen zweier deutscher Chasergruppen in Weatherford/OK am 11.5.2010

(Von links oben nach rechts unten: L.Lowinski, M.Manitta, M.Sachweh, J.Winninghoff, M.Pank, B.Kohl, E.Chibidziura, J.Eichhorn; Foto: J. Eichhorn).

sind nicht unwillkommen, solange sie ein bis zwei Tage einnehmen. Zuweilen entwickelt sich aber östlich der Rockies ein solch stabiler Hochdruckrücken, dass wir mehrere Tage, manchmal bis zu einer Woche keine target area in Aussicht haben - es sei denn wir peilten Mexiko an (gäbe Ärger mit der Mietwagenfirma), Kanada (solch fanatische Chaser sind wir nun wieder auch nicht) oder den Osten der USA (zu viele Wälder).

Was tun bei einer dieser berüchtigten deadly ridge-Großwetterlagen? Wir in unserer Gruppe haben beschlossen, das Beste aus der Tatsache zu machen, dass sich westlich der Great Plains einige der schönsten Naturlandschaften der USA befinden. Arizona, New Mexiko, Utah und Colorado verfügen über zahlreiche Nationalparks. Sie bieten für mehrere Tage ein dem Chasen (fast) ebenbürtiges Alternativprogramm. Anstelle der atemberaubenden Himmelslandschaften der Plains genießen wir die Weite und Einsamkeit von Kakteen (Saguaro)- und Sandwüsten (White Sands, Great Sand Dunes), oder riesige Schluchten und imposante Felsmonumente (Grand Canyon, Monument Valley). Die fotografische Ausbeute kann hier ohne Weiteres mit der des Stormchasens mithalten.

Mit gut Glück wandelt sich diese Sightseeing-Tour sogar in einen Stormchase, wie es uns in diesem Jahr widerfuhr, als sich auf der Westflanke des Plains-Hochdruckrückens eine trogvorderseitige Wetterlage entwickelte. Sie brachte leichte Hebung und Labilisierung, die für prächtige Wärmegewitter über den Rockies ausreichte und uns im Bergland von New Mexiko sogar zwei lehrbuchreife Superzellen schenkte.

Fazit



Fahrtroute 4.-20.5.2012, erstellt aus dem GPS-Log.

Stormchasing ist ein faszinierendes Hobby. Wer Interesse an der Prognose hochdynamischer konvektiver Prozesse hat und Leidenschaft dafür empfinden kann, sie in natura zu erleben, und wer sich an imposanten Himmelslandschaften nicht satt sehen kann - der ist als Stormchaser im Mittleren Westen der USA bestens aufgehoben. Ideal, wenn man sich die Aufgaben in einer Gruppe von zwei bis fünf Meteorologen teilen kann - auch die gemeinsam geteilte Freude am Naturerlebnis spricht für das Chasen im Team.

In diesem Jahr fuhren wir in 17 Tagen 10299 km durch acht Bundesstaaten und erlebten zahlreiche faszinierende Gewitterstimmungen (→ youtube → "Stormchasing USA 2012 A" und "...B")- manchmal auch dort wo wir keine Zelle erwarteten wie zum Beispiel auf einem Pass in den Rockies in 3300 m Höhe.

Jedes Jahr bringt andere Großwetterlagen, andere prognostische Herausforderungen, andere fotogene Stimmungen - es wird also nie langweilig, und deshalb sind wir auch im nächsten Jahr wieder dabei.



Cumulonimbus mammatus (4.5.2012, 20 Meilen westl. Waurika/OK;Foto: M. Sachweh).