

- BORS DORF, A.: Städtische Strukturen und Entwicklungsprozesse. In: Geograph. Rundschau 30, 1978, S. 309–312.
- : Die lateinamerikanische Großstadt. In: Geograph. Rundschau 34, 1982, S. 498–501.
- BUCHHOFER, E.: Stadtplanung am Rande der Agglomeration von Mexico-Stadt: Der Fall Nezahualcoyotl. In: Geograph. Zeitschrift 70, 1982, S. 1–34.
- BRÜCHER, W., MERTINS, G.: Intraurbane Mobilität unterer sozialer Schichten, randstädtische Elendsviertel und sozialer Wohnungsbau in Bogotá/Kolumbien. In: MERTINS, G. (Hrsg.): Zum Verstärkerungsprozess im nördlichen Südamerika. Marburger Geograph. Schriften, H. 77, 1978, S. 1–130.
- Director de Desarrollo Metropolitano (Ed.): Plano „Mazatlan“. México D.F. 1975.
- EYRE, A.: The shantytowns of Montego Bay, Jamaica. In: Geograph. Review 62, 1972, S. 394–413.
- GLOBAL 2000: Der Bericht an den Präsidenten. 20. Aufl., Frankfurt a. M. 1981.
- GORMSEN, E.: La zonificación socio-económico de la ciudad de Puebla. Cambios por efecto de la metropolización. In: Comunicaciones 15, Puebla 1978, S. 7–20.
- : Die Städte im spanischen Amerika. In: Erdkunde 35, 1981, S. 290–303.
- GRIFFIN, E., FORD, L.: Cities of Latin America. In: BRUNN, WILLIAMS (Eds.): Cities of the world. World regional urban development. New York 1983, S. 199–242.
- LITTLE, A. D.: Mercado potencial en la ciudad de Puebla para viviendas de interés social. México D.F. 1970.
- LLOYD, P.: Slums of Hope? Shanty towns of the third world. New York 1979.
- MÜLLER, B.: Fremdenverkehr und Entwicklungspolitik zwischen Wachstum und Ausgleich: Folgen für die Stadt- und Regionalentwicklung in peripheren Räumen. Beispiele von der mexikanischen Pazifikküste. Mainzer Geograph. Studien, H. 25, 1983.
- : Fremdenverkehr, Dezentralisation und regionale Partizipation in Mexiko. In: Geograph. Rundschau 36, 1984, S. 20–24.
- NICKEL, H.: „Marginalität“. Zur Problematik lateinamerikanischer Randsiedlungen und Randgesellschaften – eine Übersicht. Materialien zur Entwicklung und Politik, Arnold-Bergstrasser-Institut. Freiburg 1973.
- NOLASCO, A.: Cuatro ciudades, el proceso de urbanización dependiente: Puebla, Oaxaca, Coatzacoalcos et Ixtapalapa. México D.F. 1976.
- SCHNEIDER, H.: Landflucht und Städtewachstum am Beispiel des mexikanischen Hochlandes. In: MEYER, G. (Hrsg.): Geographische Aspekte der Entwicklungsländerproblematik. Beiträge zur Unterrichtsarbeit im Fach Erdkunde. Rheinfelden 1981, S. 84–89.
- SOARES PINTO, A. C.: Die Möglichkeit eines alternativen Entwicklungsweges für die Agglomeration São Paulo. Diss. München 1983.
- UNIKEL, L.: Urbanization in Mexico: Process, implications, policies and prospects. In: GOLDSTEIN, SLY (Eds.): Patterns of urbanization: Comparative country studies. Dolhain (Belgium) 1977, S. 465–568.
- VILLAVICENCIO-ROJAS, J.: Notas sobre algunos problemas urbanos de Puebla. In: Crítica revista de la UAP, anno III, No. 8–9. Puebla 1981, S. 57–64.
- WARD, P. M.: The Squatter Settlement as Slum or Housing Solution. Evidence from Mexico-City. In: Land Economics 1976, S. 330–344.

BERICHTE

DAS UNWETTER VOM AUGUST 1983 IM KANTABRISCHEN SPANIEN (BASKENLAND, KANTABRIEN UND ATLANTISCHES NAVARRA)

Mit 3 Abbildungen

JOSÉ JAIME CAPEL MOLINA

Summary: The storms of August, 1983 in Cantabrian Spain (Basque Country, Cantabria and Atlantic Navarra)

This paper presents a synoptic presentation of the meteorological conditions which caused torrential rains with catastrophic consequences to fall in Spain between August 25th–27th, 1983. They affected the Basque country, the Cantabrian zone and the Atlantic section of Navarra.

Im August 1983 traten sowohl im spanischen Mittelmeer-raum als auch in Nordspanien (Baskenland, Kantabrien und atlantischer Abschnitt von Navarra) besonders folgenreiche, regelwidrige Abweichungen vom normalen Witterungsgeschehen auf. Es handelte sich in erster Linie um außerordentlich hohe Niederschläge, die am 25., 26. und 27. August verheerende Hochwässer zur Folge hatten. Die

Niederschläge überschritten dabei mancherorts die Grenzen von 200 mm innerhalb von 24 Stunden und erreichten stellenweise mehr als 500 mm an einem Tag, wie die nachfolgend aufgeführte Auswahl von Stationen belegen mag: Larraskitu (Bilbao) mit 535 mm, Flughafen Sondica (Bilbao) mit 360 mm, Amurrio (Alava) mit 214 mm und Heras (Santander) mit 224 mm.

Starkniederschläge, die in kürzester Zeit die Flüsse über ihre Ufer treten lassen, sind in diesem Teil von Nordspanien auch schon bei anderen Gelegenheiten gemessen worden. Aber keine der bisherigen Überschwemmungen hat in diesem Jahrhundert solch katastrophale Folgen gehabt wie die Vorgänge vom August 1983. Diese katastrophalen Ereignisse waren hauptsächlich Ergebnis zweier Faktoren:

1. die simultane Entwicklung der Starkregen innerhalb weniger Stunden,
2. die große Landfläche, die von diesen Niederschlägen betroffen wurde.

Zusätzlich verschärfend wirkten sich folgende Faktoren aus: Der Gezeitenhochstand (Flut) in der Bucht von Biscaya, die Feuchtigkeitssättigung des Bodens infolge übermäßiger Niederschläge während der ersten drei Wochen des Monats August und schließlich die künstliche Verengung der Flußbetten durch industrielle und städtische Bebauung, die in letzter Konsequenz die katastrophalen Folgen dieser Überschwemmungen noch verstärkt haben.

Witterungsmerkmale des Sommers in Spanien

Während der Sommer-Sonnenwende ist die atmosphärische Luftzirkulation in Spanien normalerweise schwach. In den höheren Luftschichten der Atmosphäre überwiegen niedrige Druckgradienten, die Isobaren weisen die typische antizyklonale Krümmung auf. Wenn sich die Krümmung der Isobaren in den hohen Schichten zum Zyklonalen hin verändert, so sind Stürme und reiche Niederschläge die Folge. Am Erdboden ist der Druckgradient normalerweise sehr schwach. Der Motor des sommerlichen Klimas in Spanien muß deshalb in den hohen Luftschichten gesucht werden, deren Mechanismen das Bodenwetter steuern. Turbulenzen am Boden mit sommerlichen Niederschlägen, die sich in allen Gebieten der spanischen Halbinsel entwickeln können, sind ausschließlich abhängig von dynamischen Prozessen, die in der Höhe stattfinden. Die auf diese Weise ausgelösten Niederschläge sind aber normalerweise sehr gering und treten nicht in allen Sommern auf, weil der warme Höhenrücken die bodennahe, thermische Konvektion bremsen. Er ist gleichzeitig der Hauptgrund für die sommerliche Trockenheit und das gute Wetter.

Trotzdem kommt es vereinzelt vor, daß die warme subtropische Luft vorübergehend durch Kaltluft-Einbrüche in der Höhe ersetzt wird, sei es nun in Form von Kaltluft-Tropfen oder Tiefdruckrinnen. Wenn die Kaltluft im Niveau von 500 mb bis in subtropische Breiten vorstößt, und zwar in der heißen Jahreszeit, bei zyklonaler Krümmung der Isohypsen, dann hat das eine starke vertikale Instabilität der Atmosphäre zur Folge. Das äußert sich in starker Cumulus-Bewölkung, verbunden mit Regenschauern und Stürmen, die besonders in Nordspanien auftreten. Die Stürme sind das Ergebnis starker thermischer Gradienten in der Atmosphäre, verursacht durch die Überhitzung des Wassers im Golf von Biscaya und der Oberfläche der Halbinsel. So war die Situation auch im August 1983 in Kantabrien.

Der herrschende Wassertyp im Sommer ist antizyklonal und verbunden mit einem thermischen Tief, das sich im Innern der Iberischen Halbinsel oder im nördlichen Afrika als Folge der hohen sommerlichen Einstrahlung bildet. Im ersten Fall, d. h. bei einem thermischen Tief über Zentralspanien, ist das Wettergeschehen gekennzeichnet durch einen wolkenlosen Himmel und hohe Temperaturen, die zum Innern des Festlands hin zunehmen. Normalerweise hat dieser Zustand keinen Regen zur Folge, weil ab 2000 bis 2500 m Höhe der subtropische Hochdruckgürtel die Konvektion zum Erliegen bringt. Im zweiten Fall, d. h. bei einem thermischen Tief über der Sahara, bleibt die Iberische Halbinsel mit Ausnahme ihres nördlichen Drittels unter dem Einfluß der afrikanischen tropischen Kontinentalluft, die Staubpartikel mit sich führt. Diese Staubpartikel vermindern die Fernsicht erheblich, nehmen den Farben ihren Glanz und geben der Atmosphäre ein trübes Aussehen (die sog. „calina“). Gerade ungetrübte Lichtverhältnisse sind aber üblicherweise bezeichnend für den spanischen Sommer. Auch im Fall des saharischen Hitzetiefs bleibt der Himmel wolkenlos. Es bilden sich höchstens tiefe Schichtwolken. Sie sind sehr bezeichnend während der Sommermonate im Nildelta, aber auch im Kanal von Alborán und schließlich auch auf Gibraltar (*Meteorological Office* 1962, S. 22). Manche dieser Stratuswolken können sich zu vereinzelt Cumuli entwickeln, vorwiegend während der Hauptstunden des Tages und in den ersten Stunden des Nachmittags. Vereinzelt nimmt eine dieser Wolken ein besonders großes vertikales Ausmaß an und wird zum Cumulonimbus, aus dem die typischen Sommerregen fallen. Meist bleiben die Niederschläge aber gering, weil der saharische Luftkörper nur eine geringe relative Feuchtigkeit besitzt. Manchmal verdunstet der schwache Niederschlag, bevor er den Boden erreicht.

Überdurchschnittlich warme Sommer der letzten 100 Jahre waren: die Sommer 1873, 1876, 1881, 1906, 1911, 1926, 1947, 1950, 1958, 1967, 1975, 1978 und 1980. Die letzte große Hitzewelle suchte die Iberische Halbinsel im Juli 1978 heim. Damals überstieg das Thermometer an vielen Orten Südspaniens 47°C, so z. B. in Berja (Almería) mit 50°C, in Yeste (Albacete) mit 50°C, in Da Inés (Murcia) mit 48°C, in Rioja (Almería) mit 47°C sowie in Los Gallardos (Almería) und auch in Cieza (Murcia) mit 47°C (RIVERA PEREZ 1978, S. 117-143). Im allgemeinen kann man sagen, daß die Hitzewellen mit dem Eindringen von feuchten Kaltluftmassen in der Höhe enden. Diese Kaltluftmassen lösen dann einen Zustand von starker atmosphärischer Instabilität aus. Im allgemeinen ist der Sommer auf der ganzen Halbinsel eine Trockenzeit, und selbst am maritimen atlantischen Saum dauert die Regenzeit nur von September bis Mai (DANTIN CERECEDA 1912). Lediglich in einzelnen Landstrichen der östlichen Pyrenäen und am oberen Ebro ist der Sommer die regenreichere Jahreszeit.

Die atmosphärische Situation am 25., 26. und 27. August 1983

Die atmosphärischen Strömungsverhältnisse an den o. g. Tagen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (vgl. CAPEL MOLINA 1983): Die am 25., 26. und 27. August 1983 in Nordspanien gefallenen Niederschläge haben ihren Ursprung in der Zirkulations-Konstellation vom 16. und 17. August. An diesen Tagen verstärkte sich der Ast des Strahlstroms im östlichen Abschnitt des Nordatlantiks, der die subtropische Hochdruckzelle von dem Tief im Nord-

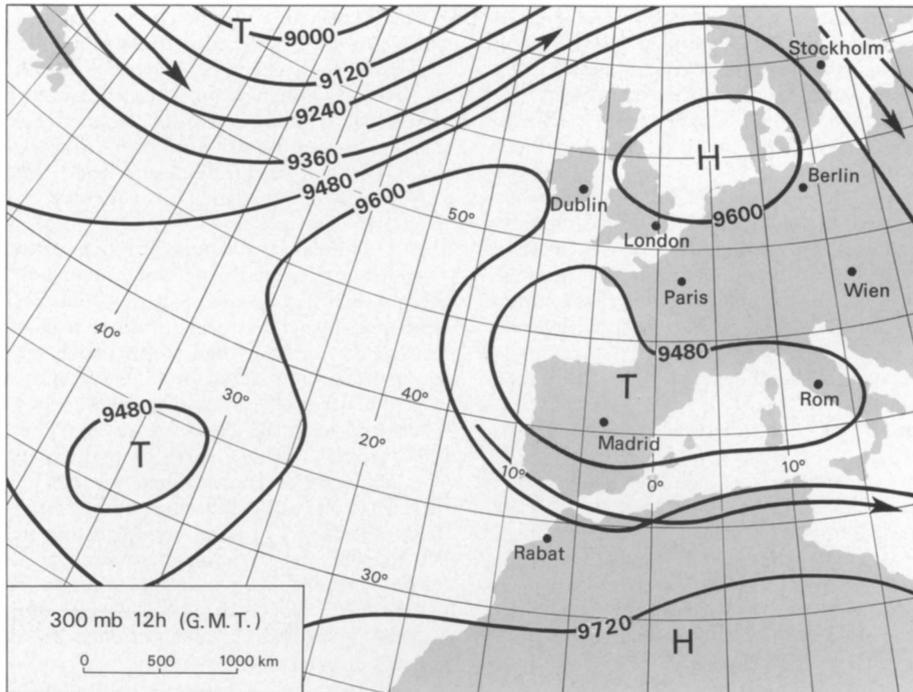


Abb. 1: Topographie der 300 mb-Fläche vom 26. August 1983, 12.00 Uhr G.M.T.
Topography of the 300 mb level on August 26th, 1983 at 12.00 hours G.M.T.

westen Islands trennte. Eine starke Polarströmung aus dem vierten Quadranten, gesteuert durch das Subtropenhoch über dem Nordatlantik, schloß am 17. August kalte Luft ein und erzeugte eine Tiefdruckrinne vor der galicischen Küste. Diese Tiefdruckrinne bildete zwei hufeisenförmige Bögen von geringer Amplitude. Sie verlagerte sich unter Abschwächung bis zum 21. August vor die Britischen Inseln. In dieser Zeit brachte die Tiefdruckrinne der nordspanischen Küste Niederschläge mit mittelschweren Stürmen. Nordspanien blieb dabei im Bereich des aufsteigenden Astes der Tiefdruckrinne mit tropischen südöstlichen Winden, die sich beim Überschreiten der Kantabrischen Gebirgskette und dem späteren Abstieg zur Küste erneut erwärmten. Das äußerte sich in einem spürbaren Temperaturanstieg. Ab 21. August nahm das atlantische subtropische Hoch eine ovale Form an, wobei sich seine Hauptachse in SW-NE-Richtung ausrichtete, so daß das Hoch eine recht große Ausdehnung erfuhr. Dann zog es zu den Britischen Inseln und zur östlichen Seite des Kantabrischen Meeres weiter. Auf diese Weise entstand an seiner Ostflanke eine polare Strömung, die unter Einschluß neuer Kaltluft die zyklonale Zirkulation über der spanischen Meseta reaktivierte.

Obwohl sich während des 25. August keine neuen Kaltlufttropfen bildeten, beobachtete man zwischen dem Golf von Lyon und Südfrankreich eine weitere Kaltluftzufuhr. Zu den Mechanismen thermodynamischer Instabilität gesellt sich üblicherweise ein Prozeß lokaler Frontogenese, d. h. die Ausbildung einer Konvergenzlinie in den oberen Luftschichten mit positiver Vorticity. Am 26. und 27. August verschärfte sich die instabile Lage, weil ein sekundärer Strahlstrom weitere Kaltluft einschloß, diesmal in

Form eines Kaltlufttropfens. Das Zirkulationsgeschehen entsprach damit der klassischen synoptischen Situation einer rhombenförmigen Blockade: Der Strahlstrom spaltete sich in zwei Äste auf: einer von ihnen umfloß im Norden das warme, blockierende Hoch über Großbritannien, der andere umlief das Tief über der Iberischen Halbinsel südlich (Abb. 1). Beide Äste vereinigten sich dann wieder im danubischen Bereich. Die Zirkulation bot somit optimale Voraussetzungen für eine instabile Schichtung der Atmosphäre, die noch durch bodennahe Winde aus dem 4. Quadranten verstärkt wurde. Diese Winde strömten in rechtem Winkel gegen die Küste, d. h. sie trieben die mit Wasserdampf beladene Luft gegen die Baskischen Berge und die Kantabrische Gebirgskette, wo diese zum Aufsteigen gezwungen wurde. Dabei bildete sich Cumulonimben von großer vertikaler Ausdehnung.

Das gleichzeitige Auftreten von kalter Luft in der Höhe (500 mb) und ein Temperaturabfall im Südwesten der Halbinsel hatte eine besonders starke Instabilität zur Folge. Weil auch in den mittleren und tiefer liegenden Schichten der Atmosphäre im 500 und 850 mb-Niveau über dem östlichen Kantabrischen Meer eine zyklonale Strömung mit stark positiver Vorticity gegeben war, bestanden besonders günstige Voraussetzungen für die Entwicklung von Cumulonimben und entsprechend starken Niederschlägen. In der Aufnahme des Wettersatelliten NOAA-7 vom 26. August (14.30 Uhr G.M.T., sichtbarer Bereich) erscheint die Hälfte der nördlichen Iberischen Halbinsel mit konvektiver Bewölkung bedeckt. Daneben kann man auch eine starke vertikale Wolkenbildung über der Betschen Gebirgskette und dem südöstlichen Spanien beobachten (Abb. 2).



Abb. 2: Aufnahme des Wettersatelliten NOAA-7 vom 26. August 1983, 14.30 Uhr G.M.T. (Bereich des sichtbaren Lichts)
Aerial view of the weather satellite NOAA-7, taken on August 26th, 1983 at 14.30 hours G.M.T. (visible light realm)

Am Boden herrschte ein relatives Hochdruckgebiet über Nordspanien, bedingt durch den östlichen Rand der subtropischen Hochdruckzelle über dem Nordatlantik. Dieser Rand schwankte zwischen Frankreich und dem westlichen Kantabrien und steuerte dabei feucht-kalte polare Meeresluft aus NW, NNW und WNW nach Süden, die am Boden erwärmt worden war. Auf diese Weise trieb die bodennahe Strömung von NW her die hohe Luftfeuchtigkeit aus dem Golf von Biscaya in das Innere von Guipuzcoa, Biscaya und Kantabrien.

Die Bedeutung des Reliefs für die lokale Ausbildung der Starkniederschläge

Die Existenz in der Höhe eingeschlossener Kaltluft über Nordspanien löste ein vertikales Aufsteigen kantabrischer Luftmassen aus, die sich durch hohe Feuchtigkeit und hohe Temperaturen auszeichneten. Das Ergebnis war die Kondensation großer Mengen von Wasserdampf, die in Form heftiger Regenschauer aus den Cumulonimben ausgefällt wurden. Die höchsten Niederschläge, die während des 25., 26. und 27. August gemessen wurden, fielen an Bergflanken, die nach Nordwesten exponiert sind. Das ist leicht verständlich, weil die ozeanischen Luftmassen bei ihrem Vorrücken ins Innere der Iberischen Halbinsel durch die Ost-West-Erstreckung der Kantabrischen Gebirgskette bzw. des Baskischen Gebirges gebremst wurden. Beim Überwinden dieser Küstengebirge genügte der feuchtigkeitsgesättigten Luft aus NW schon ein schwaches Hindernis, um zu kondensieren. Auf diese Weise wirkte das Relief wie ein großes Sprungbrett und beschleunigte den Aufstieg feuchter Luft aus nördlichen Richtungen, die mit großer Schnelligkeit hohe atmosphärische Schichten erreichte.

Die besondere Anordnung des Baskischen bzw. Kantabrischen Gebirges spielte also eine entscheidende Rolle für die Verteilung und Anordnung der Niederschläge am Boden. Je nach Orientierung der Gebirgsketten zur vorherrschenden Windrichtung traten sie als Verstärkungsfaktor auf oder verminderten die Niederschläge (Leeseiten-Effekt).

Ein außerordentliches Ereignis war der Wolkenbruch von Bilbao am unteren Nervión. Zwischen 16.00 Uhr am 26. und 8.00 Uhr am 27. August fielen über dem Flughafen von Sondica (Bilbao) 360 mm Niederschlag. An der westlichen Peripherie der städtischen Agglomeration von „Gran Bilbao“ summierte sich der Niederschlag für dieselbe Zeit auf 480 mm. In Larraskitu (gemessen in der Wetterstation von Iberduero in nur 140 m Meereshöhe) wurden in 24 Stunden 535 mm gemessen. Die Niederschlagsmenge von mehr als einem halben Meter Wasser innerhalb von 24 Stunden liegt höher als der Jahresniederschlag, der am Flughafen von Málaga gemessen wird. Er entspricht gleichzeitig der Größenordnung des pluviometrischen Jahresdurchschnitts der Wetterstationen von Paris oder Warschau. Diese außerordentliche Niederschlagsmenge erklärt sich durch das Zusammentreffen verschiedener Faktoren: Einerseits bewirkten die Turbulenzen der bodennahen NW- und WNW-Winde im Verein mit der vertikalen thermodynamischen Instabilität die Ausbildung von Cumulonimben auf hoher See im Golf von Biscaya. Dies ist auf den infraroten Wetter-satelliten-Bildern jener Tage gut zu sehen. Andererseits war es die topographische Lage der Wetterstation am luvseitigen Fuß des „Monte Pagasar“ und des „Monte de Ganegorta“, die mit mehr als 1000 m Höhe über NN den Aufstieg der ozeanischen, feuchten nordwestlichen Luftströmung in große atmosphärische Höhen erzwingen. Schließlich spielte die nordwestlich-südöstliche Orientierung des Nervión-Tales eine wichtige Rolle. In diesem trichterförmigen Tal

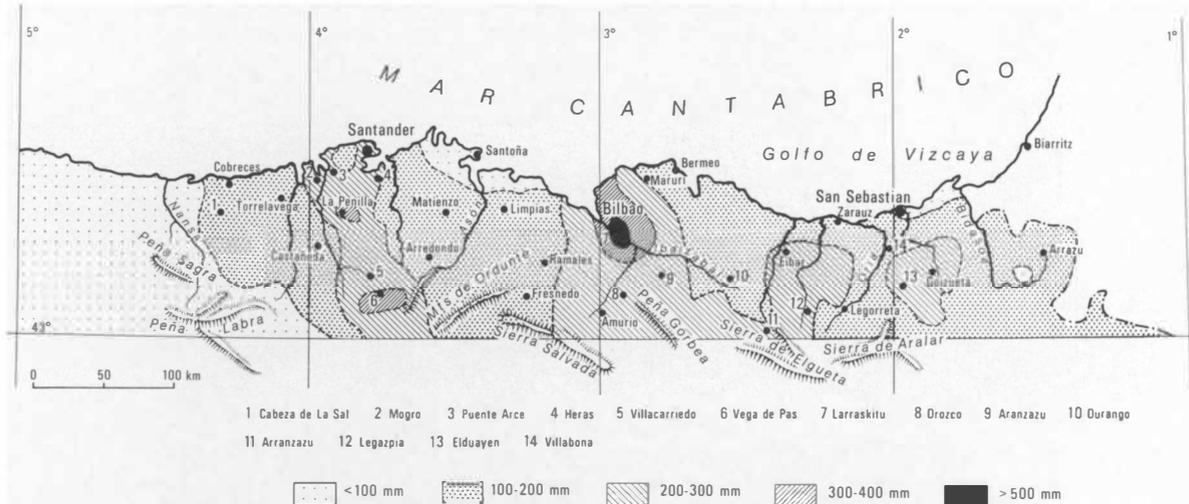


Abb. 3: Niederschlagskarte der Starkregen vom 25. bis 27. August 1983 in Kantabrien

Precipitation map of the heavy rains in Cantabria over the period from August 25th to 27th, 1983

wurde die nordwestliche Luftströmung kanalisiert und durch die Berghänge des Ganegorta bzw. der baskischen Vorberge komprimiert und zum Aufsteigen gezwungen. Auf diese Weise bildeten sich gerade hier Cumulonimben von großer vertikaler Dimension, die dann am Nachmittag des 26. und am Morgen des 27. August über Bilbao die wolkenbruchartigen Niederschläge verursachten.

Die besondere Exposition der Baskischen Berge und der Kantabrischen Gebirgskette waren entscheidend für die Bildung konvektiver Zellen im Bereich der Küste. Die weiter landeinwärts gelegenen Gebirgsketten von größerer absoluter Höhe wirkten erst als zweit- oder dritrangige Barriere gegen die feuchte ozeanische Strömung. Das ergibt sich aus dem Vergleich der topographischen und pluviometrischen Profile für die Linien Larraskitu–Orozco–Vitoria und Santander („Faro Magdalena“)–Heras–Mirones–Fresnedo.

Die Niederschläge und Gewitterstürme: Verteilung und Bedeutung

Der größte Teil der Niederschläge, die am 25., 26. und 27. August gemessen wurden, stammte aus Gewittern, wie die Wettersatelliten-Bilder aus den verschiedenen Spektralbereichen (sichtbares Licht, Infrarot und Wasserdampf-absorbierende Bande) belegen. Es handelt sich eindeutig um konvektive Bewölkung vom Typ Cumulonimbus, und zwar von extremen vertikalen Ausmaßen. Diese Cumulonimben waren auch verantwortlich für die Stürme. Die Stürme wiederum wurden begleitet von Gewitterstörungen, Niederschlägen höchster Intensität und gelegentlichen Hagelschauern. Die Gewittertätigkeit begann am 25. August in der Provinz Guipúzcoa und rückte sukzessive nach Biscaya, Kantabrien und in das Innere des atlantischen Navarra vor. Die Gewitterregen, die am 25. August fielen, erreichten in Legazpia Barrendiola (Guipúzcoa) 162 mm, in Goizuta (Navarra) 170 mm und in Presa de Añarbe (Guipúzcoa) 147 mm. Bei ihrem weiteren Vorrücken nach Süden brachten die Gewitter am 26. August 214 mm Niederschlag

in Almurrio (Alava), 208 mm in Orozco (Vizcaya), 180 mm in Vega de Pas (Santander), 174 mm in Carranza C. G. (Santander) und 152 mm in Gordejuela (Vizcaya). Die dritte Gewitterwelle tobte zwischen dem Morgen und Mittag des 27. August. Dabei fielen nochmals in Heras (Santander) 224 mm Niederschlag, in Bilbao (Sondica) 222 mm, in Vioño (Santander) 167 mm und in Santander am „Faro Magdalena“ 166 mm.

Einzugartig sind die 480 mm, die an der Wetterbeobachtungsstation von Larraskitu zwischen 16.00 Uhr des 26. und 8.00 Uhr des 27. August gemessen wurden. Dieser Niederschlag, der im Gefolge einer Gewitterstörung fiel, summierte sich in 24 Stunden auf 535 mm. Das dürfte die höchste Niederschlagsmenge innerhalb von 24 Stunden sein, die jemals gemessen wurde, seit es eine pluviometrische Aufzeichnung im Atlantischen Spanien bzw. in Westeuropa gibt. Die Intensität der Niederschläge an dieser letztgenannten Station mögen zwei weitere Beispiele verdeutlichen: Am 27. August fielen innerhalb von 10 Minuten (von 18.14–18.23 Uhr) 24 mm, innerhalb von 5 Minuten (von 18.14–18.18 Uhr) 13 mm Niederschlag.

Niederschlagskarte des Unwetters vom 25. bis 27. August 1983 in Kantabrien, im Baskenland und im Atlantischen Navarra

Der Niederschlagskarte ist zu entnehmen, daß nur wenige Gebiete unter 100 mm Niederschlag empfangen haben. Dazu zählt der Küstenabschnitt zwischen den Mündungen der Flüsse Bidasoa und Urumea, ferner eine kleine Enklave am Oberlauf des Río Bidasoa und schließlich die Küste zwischen Kap Ajo und Castro Urdiales. Der größte Teil der Karte verzeichnet Niederschläge zwischen 100 und 200 mm. Gebiete mit Niederschlagsmengen zwischen 200 und 300 mm liegen vorzugsweise:

- im oberen Einzugsbereich des Río Urumea (220,8 mm in Goizuta)
- im oberen Einzugsbereich des Río Oría (232 mm in Elduayen)

- im oberen und mittleren Einzugsbereich des Río Deva (260,4 mm in Aranzazu)
- am Oberlauf des Río Nervión (260 mm in Orozco, 242 mm in Amurrio)
- am Mittellauf des Río Pas (249 mm in La Penilla)
- am Unterlauf des Río Miera (284 mm in Heras).

Nur ein relativ kleines Gebiet verzeichnet gemessene Niederschläge zwischen 300 und 400 mm. Es handelt sich dabei um das mittlere und untere Einzugsgebiet des Río Nervión (392 mm in Bilbao und mehr als 500 mm in Larraskitu; vgl. Abb. 3).

Das Hochwasser der Flüsse

In Nordspanien traten als Folge des Unwetters folgende Flüsse über ihre Ufer: Bidasoa, Urumea, Oría, Urola, Deva, Artibay, Butrón, Nervión, Ibaizabal, Asón, Miera, Pas, Cadagua und Nasa. Die großen Überschwemmungen rissen Ackerland, Gebäude und ganze Dörfer mit sich fort und schädigten die ökonomische Infrastruktur des Gebietes nachhaltig. Besonders zerstörerisch wirkte die hohe Intensität des Regens, die in dieser Region alles bisher Dagewesene in den Schatten stellte und bestenfalls mit den Starkregen an der Mittelmeerküste Spaniens verglichen werden kann. Zusätzlich verschärfend wirkte, daß der Boden durch die anhaltenden Regenfälle vor dem 25. August bereits feuchtigkeitsgesättigt war, so daß die Aufnahmefähigkeit des Bodens sehr gering war und infolgedessen das gesamte Niederschlagswasser oberflächlich abfließen mußte. Die Tallängsprofile im Kantabrischen Gebirge sind aber durch ein extremes Gefälle gekennzeichnet, weil die Flüsse auf wenigen Kilometern Länge Höhenunterschiede von 1000 m überwinden müssen. Auch der dichte Pflanzenbewuchs, der das Kantabrische Gebirge bedeckt, konnte die zerstörende Wirkung des abfließenden Wassers nicht verhindern. Die ungeheuren Wassermassen rissen ganze Bergabhänge mit sich fort und zerstörten auch die Pegelmeßstellen der Flüsse, so daß genaue Abflußmessungen nicht existieren. Man schätzt aber, daß der Río Nervión beim Passieren von Bilbao und nach seinem Zusammenfluß mit dem Río Ibaizabal in Urbí eine Wasserführung erreichte, die 2500 m³ pro Sekunde überschritt, und das bei einem Einzugsgebiet von nur 1000 km² Fläche!

Die katastrophalen Folgen dieses Unwetters sowie die unvorstellbaren materiellen Schäden sind durch die Nachrichtenmedien weltweit verbreitet worden. Unersetzbar ist aber der Verlust von 50 Menschenleben, die die Katastrophe im Baskenland, in Kantabrien, in der Provinz Burgos sowie am oberen Ebro gefordert hat.

Literatur

- CAPEL MOLINA, J. J.: Los climas de España-Oikos-tau, Villassar de Mar. Colección Ciencias Geográficas, nº 8, 1981.
- : Los mecanismos de la precipitación en la España Atlántica y el flujo a los 500 mb. Aportación española al XXIV Congreso Internacional de Geografía de Tokio. Madrid 1981, pp. 41-50.

- : El clima de la España Cantábrica. Las inundaciones des Agosto de 1983 en el País Vasco, Cantabria y Navarra Atlántica. La Crónica, Almería 1983.
- COMELLAS, J. L.: Los estados de tiempo en la Cuenca de Pamplona. Rev. Geographica 11, 1963-64, pp. 3-34.
- DANTIN CERECEDA, J.: Resumen Fisiográfico de la Península Ibérica. Instituto Nac. de Cienc. Físico-naturales. Madrid 1912.
- DE TORRES LUNA, MA. P.: (Clima), la Navarra húmeda del noroeste. C.S.I.C., Instituto de Geografía Aplicada del Patronato Alonso de Herrera. Madrid 1971, pp. 14-20.
- DOPORTO MARCHORI, M.: La lluvia en Igueldo durante el año meteorológico 1928. Comparación de los resultados pluviométricos con las leyes del Azar. Trabajos del Observatorio de Igueldo, Publicación 2. San Sebastián 1929.
- : Tipos de distribución isobárica y de tiempo en el golfo de Vizcaya. Trabajos del Observatorio de Igueldo, Publicación 4. San Sebastián 1929.
- : Cincuenta y cinco años de observaciones pluviométricas en San Sebastián (1878-1932). Trabajos del Observatorio de Igueldo, Publicación 6. San Sebastián 1933.
- GAUSSEN, H.: Le climat et le sol du Pays Basque. Bull. Soc. Bot. France 1941.
- LLARENA, J. G., ONDARRA, P. R.: La inundación del 14 de octubre de 1953 en Guipúzcoa. Estudios Geográficos, nº 54. Madrid 1954, pp. 59-89.
- MANTERO, J., ORFILA, B.: Estudio Meteorológico de la zona de Bilbao. Universidad Autónoma de Madrid, Centro de Investigación UAM-IBM PI-05.73. Junio 1973.
- MEDINA, M.: Meteorología del Cantábrico. Rev. Meteorología Marítima 1974, nº 18, pp. 8-15.
- Meteorological Office* (Ed.): Weather in the Mediterranean. Vol. I: General Meteorology. London 1962, 2. Aufl.
- MICHEL, J. Y.: Le climat littoral de la province de Santander: Les precipitations. DES mémoire complémentaire. Rennes 1965.
- MONTSERRAT-RECORDER, P.: El clima Subcantábrico en el Pirineo Occidental Español. Pirineos nº 102, Jaca 1971, pp. 5-19.
- MOUNIER, J.: Les climats océaniques des régions atlantiques de L'Espagne et du Portugal. Universidad III, Tome II. Lille 1979.
- RIVERA PEREZ, A. MA.: La ola de calor del 14 al 19 de julio de 1978, en algunas regiones de la mitad sudoriental de la P. Ibérica. Una aproximación desde la Meteorología Sinóptica, Rev. Paralelo 37º, 2. Colegio Universitario de Almería 1978, pp. 117-143.
- RUIZ URRESTARAZU, E.: Influencia de las montañas en los contrastes pluviométricos: el caso de la transición entre la costa vizcaína y el sector riojano del Ebro. Ponencia y comunicaciones del VII Coloquio de Geografía. Tomo I. Asociación de Geógrafos Españoles, Pamplona 1981, pp. 43-51.
- SANCHO, J.: Frecuencia e intensidad de las precipitaciones en Bilbao, San Sebastián, Vitoria, Pamplona, Logroño y Zaragoza. Cuadernos de Investigación. Geografía e Historia, Tomo III, fascículos 1 y 2. Colegio Universitario de Logroño 1977, pp. 3-13.
- URIARTE, A.: La variabilidad de las precipitaciones en San Sebastián. Munibe, nº 3-4. San Sebastián 1975, pp. 193-206.
- : El régimen pluviométrico en San Sebastián. Munibe, nº 12. San Sebastián 1977, pp. 111-164.
- : El régimen de precipitaciones en la Costa N y NW de la Península Ibérica. Tesis doctoral. Zaragoza 1979.
- : La lluvia en la costa Norte de la Península Ibérica. Lurrualde, nº 3. San Sebastián 1980, pp. 103-107.