

Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

H. v. Ficker

Nr. 329

Abhandlungen Bd. VII. Nr. 8.

**Darstellung der Niederschlagsverteilung
in Deutschland durch Isanomalen**

Von

G. Wussow

—
Mit einer Karte
—



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1925

—
Preis 3.50 R.M.

Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

H. v. Ficker

Nr. 329

Abhandlungen Bd. VII. Nr. 8.

Darstellung der Niederschlagsverteilung in Deutschland durch Isanomalien

Von

G. Wussow

Mit einer Karte

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1925

Preis 3.50 R.M.

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-3-662-30298-9

ISBN 978-3-662-30331-3 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-30331-3

Die Verwendung von Isanomalen ist in der Meteorologie schon alt; bereits Dove¹⁾ bediente sich ihrer bei der Betrachtung der Wärmeverteilung an der Erdoberfläche. Er bildete die Differenzen zwischen den Mitteltemperaturen der einzelnen Orte und jenen der ganzen Parallelkreise, auf denen die betreffenden Orte liegen. Die Verbindungslinien aller Punkte, an denen diese Differenzen gleiche Werte haben, bezeichnete er als Isanomalen. Spitaler, Sella und Köppen haben auf Grund reicheren Beobachtungsmaterials neue Isanomalenkarten entworfen, die ein recht eindrucksvolles Bild der Wärmeverteilung an der Erdoberfläche lieferten. Teisserenc de Bort und Wild erkannten die Beziehung zwischen den Isanomalen der Temperatur und den Isobaren, indem sie zeigten, daß die Isobaren sich mehr an den Verlauf der Isanomalen als an den der Isothermen anschließen, und wiesen damit nach, daß die Isanomalen als wichtiges Darstellungsmittel mit großem Nutzen Anwendung finden können. Bezold verwendete dann später die Isanomalen für die erdmagnetischen Elemente als bequemes Hilfsmittel, um gewisse Unregelmäßigkeiten in deren Verteilung recht deutlich hervortreten zu lassen. In seinem Auftrage habe ich seinerzeit für mehrere Epochen die Isanomalen für das erdmagnetische Potential berechnet, die insofern von Bedeutung sind, als sie die Gleichgewichtslinien eines Systems darstellen, das man sich über ein anderes als normal angesehenes gelagert denken muß, um die tatsächlich beobachtete Verteilung zu erhalten. Mit Vorteil kann man die Isanomalen auch für die Darstellung ungewöhnlicher Niederschlagsperioden verwenden, indem man die Abweichungen einzelner Jahres- oder Monatsmengen von den entsprechenden langjährigen Durchschnittswerten ermittelt und sie am zweckmäßigsten in Prozenten der Mittelwerte der einzelnen Stationen ausdrückt. Dieses Verfahren ist in größerem Umfange meines Wissens zuerst von W. König in der Untersuchung des ungewöhnlich trockenen Sommers 1904 angewendet worden. In den von ihm entworfenen Isanomalenkarten treten die Trockengebiete entschieden deutlicher hervor, als es in einer Isohyetenkarte der Fall wäre.

Seit geraumer Zeit habe ich mich mit der Frage beschäftigt, ob es nicht angebracht wäre, die Isanomalen auch zur Darstellung der Verteilung der mittleren Niederschlagsmengen zu benutzen und für ganz Deutschland Linien zu zeichnen, die die Orte gleicher Abweichung der mittleren Jahressumme des Niederschlags vom berechneten, der Höhenlage entsprechenden Mittelwert mit einander verbinden, um sowohl den Einfluß der Nähe des Meeres als auch die Einwirkung der Luv- und Leeseiten der Gebirge auf die Niederschlagsverteilung recht deutlich zur Anschauung zu bringen. Einen ersten Versuch, Mittelwerte von Niederschlagsmengen durch Isanomalen in Bezug auf Normalmittel darzustellen, machte ich bereits 1920, indem ich das durchschnittliche Auftreten großer Tagesmengen des Niederschlags durch Isanomalen zur Anschauung brachte, wobei die Gebiete, in denen man mit häufigen starken Regenfällen zu rechnen hat, recht deutlich hervortraten, im Gegensatz zu jenen, die unter Berücksichtigung ihrer Höhenlage arm an solchen sind. Diese Isanomalenkarte ist 1921 im »Wetter« erschienen.

Für den Entwurf einer Isanomalenkarte der mittleren Jahresmengen des Niederschlags war es zunächst nötig, die mittlere Zunahme des Regens mit der Höhe für ein größeres Gebiet, in diesem Falle für Deutschland, festzustellen, da ja die Höhenlage in erster Linie maßgebend für die durchschnittliche Niederschlagsmenge ist. Bei der Annahme einer mittleren Zunahme für das ganze Gebiet müssen sich dann die übrigen lokalen Einflüsse in der Isanomalenkarte durch mehr oder weniger starke Abweichungen in positivem oder negativem Sinne bemerkbar machen. Über die Zunahme des Regens mit der Höhe liegt eine größere Anzahl von Mitteilungen vor. Im Jahre 1893 hat Schreiber eine Formel angegeben, die in sehr einfacher Form die Beziehung zwischen der Niederschlagshöhe N_h und der Seehöhe h darstellt. Sie lautet:

$$N_h = N_0 + 54 h$$

und stellt eine Gerade dar mit einer Zunahme von 54 mm Regenhöhe auf 100 m, wenn h in Hektometern angegeben wird. Zwar gilt sie nur für das Erzgebirge, wo die Zunahme ziemlich gering ist, doch scheint mir

¹⁾ Literaturverzeichnis am Schluß des Textes.

der Wert von 54 recht niedrig zu sein; auf Grund längerer Beobachtungsreihen findet man 60—70 mm Zunahme auf 1 Hektometer im Mittel. Im folgenden Jahre 1894 stellte Huber-Basel im Auftrage Riggenbachs hierüber eine Untersuchung für den Kanton Basel an. Neben der Höhe führte er noch den Böschungswinkel α ein und kam zu dem Ausdruck

$$N_h = N_0 + 0.414 h + 382 \text{ tg } \alpha.$$

Riggenbach erwähnt hierzu, daß eine Zone maximalen Niederschlages gewöhnlich an der Lehne und nicht in der Kammhöhe eines Gebirges vorhanden sein wird, da die Böschungen in der Kammhöhe im allgemeinen niedriger sind als an der Lehne. Für die bayrischen Alpen nimmt Erk derartige Zonen maximalen Niederschlages bereits zwischen 600—1000 m an, während Gravelius für den Schwarzwald eine mittlere Zunahme von 100 mm auf 100 m und eine Zone höchsten Niederschlages zwischen 900 und 1100 m fand. Nach Supan scheinen in den Ardennen zwei und am Pic du Midi drei Maximalzonen vorhanden zu sein. Für das Mont-Blanc-Massiv wird eine Maximalzone in etwa 2500 m Höhe angegeben, während Maurer 1915 in der Meteorol. Zeitschrift mitteilt, daß in den Schweizer Alpen nach den Ergebnissen der Totalisatormessungen die Maximalzone oberhalb der Firngrenze in noch größeren Höhen zu suchen sein wird. All die genannten Untersuchungen lassen erkennen, daß die Niederschlagszunahme mit der Höhe in den einzelnen Gebirgen verschieden ist, und daß Maximalzonen in verschiedenen Höhen anzutreffen sind. Die Lage dieser Zonen hängt sowohl von dem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt der Luft und ihrer Temperatur, wie auch von der Höhe und der Neigung der Gebirge ab. Im Winter drücken hohe Feuchtigkeit und niedere Temperatur die Höhe der Maximalzone herab. In Deutschland bewirkt die durchschnittlich höhere Luftfeuchtigkeit im Westen und besonders im Nordwesten, daß die Höhe der Zonen höchsten Niederschlages von Südosten nach Nordwesten abnimmt; so treffen wir nach Hellmann im rheinischen Schiefergebirge die Maximalzone in den Wintermonaten bereits bei 300 m an. Durch eingehende theoretische Untersuchungen hat Pockels nachgewiesen, daß an allen höheren Gebirgen eine Maximalzone des Niederschlages vorhanden sein muß, daß ihre Lage abhängig ist von der Höhe der Gebirge und ihrem Profil, und daß bereits kleinere Bodenerhebungen von einiger Ausdehnung eine Steigerung der mittleren Niederschlagsmengen hervorrufen. Theoretisch müßte die Maximalzone bei einigermaßen gleichmäßig ansteigendem Gelände in der Mitte des Bergrückens liegen, in Wirklichkeit wird jedoch die Zone maximalen Niederschlages mehr nach dem Kamm des Gebirges hin, wie Pockels selbst ausführt, verschoben sein und bei niederen Gebirgen wohl sogar auf der Kammhöhe selbst liegen, da die horizontale Fortführung der Kondensationsprodukte in der Theorie vernachlässigt ist. Diese Fortführung muß auch zur Folge haben, daß sich das Niederschlagsgebiet noch über den Kamm des Gebirges hinüber auf dessen Leeseite erstreckt; und da ein Teil der über den Kamm hinübergewehten Wolken sich in dem dort niedersinkenden Luftstrom wieder auflöst, wird außerdem die Gesamtniederschlagsmenge kleiner ausfallen als die berechnete.

Für den Entwurf einer Isanomalenkarte der mittleren Jahresmengen des Niederschlages kommt es jedoch nicht darauf an, die verschiedenen Zunahmen der Regenmenge mit der Höhe und die verschiedenen Lagen der Maximalzonen festzustellen, sondern man muß für das ganze Gebiet eine mittlere, gewissermaßen ideale Zunahme zu Grunde legen, von der die Abweichungen zu berechnen sind. Die lokalen Eigentümlichkeiten müssen dann in der Karte deutlich hervortreten. Für Höhenschichten von 100 zu 100 m habe ich zunächst für einzelne Gebiete und dann für ganz Deutschland auf Grund der Beobachtungen von 3124 Stationen bis zu 1200 m die mittleren Seehöhen und Niederschlagsmengen berechnet, die in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind.

Tabelle 1. Jahresmittel der Niederschlagsmengen.

Höhenschicht m	0-100	1-200	2-300	3-400	4-500	5-600	6-700	7-800	8-900	9-1000	10-1200
Zahl der Stationen	1169	671	410	280	197	112	81	54	67	38	45
Mittlere Seehöhe m	45	141	247	344	439	546	653	742	841	932	1080
Mittlere Niederschlagshöhe . mm	614	629	734	814	858	945	1038	1159	1312	1358	1448

Trägt man die berechneten Werte in ein Koordinatennetz ein und zwar die Regenhöhen als Abszissen und die Seehöhen als Ordinaten, so liegen die gefundenen Punkte, wie die beigegebene Figur erkennen läßt, unweit einer Linie, die annähernd gradlinig verläuft und auf 100 m Höhenzunahme eine Regenzunahme von rund 90 mm ergibt; für das Meeresniveau ist ein Mittelwert von 500 mm angenommen worden. In den einzelnen Gebieten ist die mittlere Zunahme teils niedriger teils höher als der für ganz Deutschland gefundene Wert von 90 mm; für Sachsen ergibt sich z. B. eine mittlere Zunahme von rund 70, für Thüringen von 75, für Schlesien von 80, für Süddeutschland von 100 und für Westdeutschland von etwa 120 mm auf 100 mm. Die Maximalzonen liegen im Osten Deutschlands wesentlich höher als im Westen und Nordwesten; so treffen wir in den Sudeten eine Zone starken Niederschlags in etwa 900 m, im Thüringer Wald in rund 800 m an, während sie im Harz auf 600 und im rheinischen Schiefergebirge auf etwa 350 m herabsinkt.

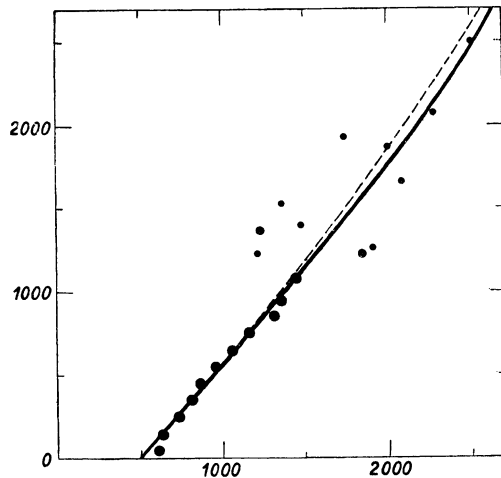
Aus den Höhen über 1200 m liegen für Deutschland nur sehr wenig langjährige Niederschlagsreihen vor, sodaß man hier für einzelne Schichten Mittelwerte aus einer größeren Zahl von Stationen nicht bilden kann. In der folgenden Tabelle seien von einigen Stationen aus größeren Höhen, von denen längere Beobachtungsreihen

vorliegen, die Mittelwerte mitgeteilt, die durch Punkte in der Zeichnung angegeben sind. Die Werte der Schneekoppe (120 cm) und der Zugspitze (138 cm) sind in der Tabelle nicht mit aufgenommen worden, da sie wegen der ungeschützten Lage der beiden Stationen sicherlich zu klein sind.

Tabelle 2.

Station	Provinz oder Staat	Seehöhe m	Nieder- schlags- höhe cm
Glatzer Schneeberg	Schlesien	1217	121
Feldberg-Gasthof	Baden	1267	191
Prinz Heinrich-Baude	Schlesien	1400	148
Hirschberghaus	Bayern	1512	135
Untersberg	Oesterreich	1663	209
Grimsel	Schweiz	1874	200
Rathausberg	Oesterreich	1915	174
Bernhardin	Schweiz	2073	229
Säntis	Schweiz	2500	251

Nach den Beobachtungen mehrerer Stationen der Schweiz ergibt sich in der Höhengschicht zwischen 1200—1600 m für die Alpen ein mittlerer Niederschlagswert von 123 cm bei einer mittleren Seehöhe von 1375 m, für den Schweizer Jura von 184 cm bei 1225 m Höhe. Diese Werte sind in der Figur durch die beiden kleineren Kreise rechts und links der stark ausgezogenen Kurve dargestellt. Sie lassen klar erkennen, daß die Schweizer Alpen in der genannten Höhengschicht erheblich weniger Niederschlag im Mittel erhalten als der ihnen westlich vorgelagerte Schweizer Jura, was ja auch aus der Regenkarte der Schweiz deutlich ersichtlich ist. Einzelne Totalisatorenmessungen aus ganz großen Höhen ergeben, wie ich bereits in der Meteorologischen Zeitschrift ausgeführt habe, daß die mittlere Zunahme des Niederschlags mit der Höhe allmählich immer langsamer erfolgt.



Sie muß schließlich in eine Abnahme übergehen, denn die aufsteigenden Luftmassen werden immer kälter und dampfärmer, ihre Niederschläge deshalb immer schwächer. Vollkommen sichere Aufschlüsse über die Niederschlagszunahme in den höchsten Schichten und über die Höhenlage, in der die Zunahme schließlich in eine Abnahme übergeht, wird man schwerlich gewinnen können. Wenn auch die Messungen mit den jetzt in den höchsten Lagen der Alpen aufgestellten zahlreichen Totalisatoren sicherlich viel zur Klärung dieser Frage beitragen mögen, so wird doch stets zu berücksichtigen sein, daß die Messungsergebnisse stark von dem mehr oder weniger günstigen Aufstellungsort und den dort herrschenden Windverhältnissen beeinflusst werden.

In einer von Kaßner in der Meteorologischen Zeitschrift besprochenen Arbeit von E. Mathias »La pluie en France« gibt der Verfasser eine Formel für den idealen Fall der Regenzunahme mit der Höhe von der Form

$$z = 0.9 h - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{100} \right)^2,$$

die eine Parabel darstellt und für Höhen bis zu etwa 3500 m wohl zutreffend sein mag. Für größere Höhen müßten jedenfalls noch weitere Abzugsglieder der von Mathias ursprünglich angegebenen Reihe herangezogen

werden, da sonst das Maximum der mittleren Niederschlagsmenge erst bei 9000 m, also nahe der Stratosphäre erreicht würde. Ich habe in der Meteorologischen Zeitschrift für die mittlere Zunahme des Niederschlags eine rechtwinklige Hyperbel von der Form

$$z = 44 - \sqrt{44^2 + h^2} - 80 h$$

vorgeschlagen, nach der das Maximum in 4000 m Höhe erreicht wird, und glaube, daß man diese Kurve wenigstens für die für Deutschland in Betracht kommenden Höhen ohne Bedenken zugrunde legen kann, um von ihr die Abweichungen der einzelnen Stationswerte abzuleiten. Um nicht zu große Zahlenwerte verwenden zu müssen, habe ich die Seehöhe in Hektometern und die Regenhöhe in Dezimetern ausgedrückt; durch Multiplikation mit 100 erhält man die meist angewandten Meter und Millimeter für diese Größen.

Von den durch diese Kurve dargestellten Mittelwerten wurden nun die Abweichungen der mittleren Jahressummen des Niederschlages von rund 3100 Stationen bestimmt und in Arbeitskarten der einzelnen Provinzen und Staaten Deutschlands eingetragen. Darauf wurden die Orte gleicher Abweichung durch Linien verbunden, die verschiedenen Karten auf den gleichen Maßstab gebracht und zu der beigegebenen Karte vereinigt, welche für ganz Deutschland die Niederschlagsverteilung durch Isanomalen oder durch Linien gleicher Abweichung der mittleren Jahressummen von den berechneten der Meereshöhe entsprechenden Mittelwerten zur Anschauung bringt. Man erkennt auf der Karte sogleich, daß das gesamte Küstengebiet und besonders die nach Westen gerichteten Küstenstriche ihrer Höhenlage entsprechend im allgemeinen mehr Niederschläge erhalten als das Binnenland. Im Nordwesten erstreckt sich das Gebiet positiver Anomalie weit in das Land hinein; die höchsten positiven Abweichungen werden hier im rechtsrheinischen Schiefergebirge beiderseits der Wupper erreicht, wo die von Westen und Nordwesten kommenden feuchten Luftmassen an den aus der niederrheinischen Tiefebene sich erhebenden Höhen zum Aufsteigen gezwungen werden. Nur die ostwärts gerichteten Küsten der Danziger und Lübecker Bucht, sowie ein schmaler Küstenstreifen in Mecklenburg und Vorpommern, dem im Westen und Nordwesten Schleswig und die dänischen Inseln vorgelagert sind, erhält Niederschlagsmengen, deren Abweichungen vom Mittelwert zwischen + 5 und - 5 cm liegen, die ich kurz als normal bezeichnen möchte.

Wie ich bei Erwähnung des rechtsrheinischen Schiefergebirges schon zum Ausdruck brachte, tragen die den vorherrschenden Winden ausgesetzten Luvseiten der Gebirge in hohem Maße zu einer Verstärkung der Niederschlagsmengen bei, da sie die feuchten Luftmassen zum Aufsteigen in höhere und kältere Schichten zwingen, in denen der Wasserdampf kondensiert und als Niederschlag zu Boden fällt. Die den vorherrschenden Winden abgewendeten Leeseiten sind bekanntlich dagegen relativ regenärmer als die Luvseiten; ebenso weisen die Gebirge, denen andere von gleicher oder größerer Höhe in der Richtung, aus der die Winde vorzugsweise wehen, vorgelagert sind, geringere Regenmengen auf als die, die unmittelbar aus der Ebene emporsteigen. Diesen Einfluß der Höhenlage, besonders der Luv- und Leeseiten auf die regionale Verteilung der jährlichen Niederschlagsmengen bringt meines Erachtens die Isanomalenkarte in eindrucksvoller Weise zur Anschauung. So sehen wir, daß auf der linken Rheinseite die Luvseite des bis zu 700 m ansteigenden Hohen Venn ziemlich starke positive Abweichungen aufweist, während die südöstlich von ihm gelegenen Höhen der Eifel, des Hunsrück, des Idar- und Soonwaldes bis zur Haardt hin relativ trocken sind. Betrachten wir weiter das Gebiet nördlich des Main, so finden wir wiederum relativ starke Niederschlagsmengen an den Luvseiten des Westerwaldes und der 550 m hohen Erhebungen an der unteren Lahn im Gegensatz zum südöstlich davon gelegenen Niederwald und Taunus, die starke negative Anomalie aufweisen. Mehr nach Osten hin tritt im südlichen Spessart der Geiersberg, im nördlichen die beträchtlichen Erhebungen an der oberen Kinzig und sodann das Vogelsgebirge durch positive Anomalie hervor, wogegen die Rhön und weite Gebiete östlich von diesem Gebirge normale oder zu geringe Niederschläge im Mittel erhalten; nur die höchsten Lagen des Thüringerwaldes, des Frankenwaldes und des Fichtelgebirges, wie der Inselsberg, der Beerberg, der Bleißberg, der Ochsenkopf und der Schneeberg, welche die nach Westen vorgelagerten Gebirge überragen, zeigen geringe positive Abweichungen.

Die Gebiete östlich vom rechtsrheinischen Schiefergebirge sind von diesem noch stark beeinflußt; Regenüberschuß finden wir hier nur an den Nordwesthängen des Kahlen Asten, während die weiter ostwärts gelegenen Höhen wie der Kellerwald, Habichtswald, Kaufungerwald, Hainich, das Eichsfeld, die Ohmberge, die Hainleite, Finn, die Eittersberge und das weitere Hügelland bis über die Elster hinaus ihrer Höhenlage entsprechend normale meist jedoch zu geringe Niederschlagsmengen aufweisen. Auch das östlich vom Frankenwald und dem Fichtelgebirge gelegene Vogtland und das Elstergebirge sind relativ regenarm. Im Erzgebirge treten nur einzelne Höhen, wie der aus dem Muldetal über 600 m ansteigende Schneeberg südlich von Zwickau, der 1014 m hohe Auersberg, der Kahlenberg bei Altenberg und das Elbsandsteingebirge durch positive Anomalie hervor. Die schlesischen Gebirge haben nur in den höchsten Lagen des Iser- und Riesengebirges schwache positive Abweichungen, wogegen das im Lee des letzteren gelegene obere Bobertal starke negative Anomalie aufweist; ebenso sind die östlich vom Adlergebirge gelegenen Höhen am Glatzer Schneeberg relativ zu trocken, während sich im oberschlesischen Hügelland östlich der Sudeten ein geringer Regenüberschuß bemerkbar macht.

Im nördlichen Deutschland finden wir positive Anomalie im Teutoburger Wald, besonders im Lippschen Wald und im Eggegebirge, auch im Solling und vor allem im Oberharz; der Unterharz und die sich ostwärts anschließenden Gebiete bis zur Saale und Elbe weisen negative Abweichungen auf. Auch die Luvseiten kleinerer Bodenerhebungen treten neben den angeführten Gebirgen durch positive Abweichungen hervor; so die Baumberge

westlich von Münster in Westfalen, der Elm östlich von Braunschweig, in Sachsen die Höhen an der Zwickauer und Freiburger Mulde, ferner die Erhebungen bei Kamenz und Löbau, wogegen die Torgauer Elbniederung zu wenig Niederschlag erhält. Der größte Teil von Brandenburg und Schlesien hat annähernd normale Niederschlagsmengen; schwache positive Anomalie finden wir hier in der Lausitz in einem größeren Gebiet, das sich vom Kämpferberg und der Landskrone bei Görlitz über den Rückenberg bei Sorau bis zu dem Hügelgelände bei Guben erstreckt. Dagegen erhält der niedrig gelegene Spreewald, dem nach Westen und Südwesten der Fläming vorgelagert ist, zu wenig Regen. Weiterhin machen sich die Höhen an der unteren Dahme und das seenreiche Quellgebiet der Havel, das nach Osten bis zu 170 m ansteigt, durch geringen Regenüberschuß bemerkbar. Das Gebiet der oberen Netze, Warthe und der unteren Weichsel ist allgemein zu trocken, nur kleinere Flächen bei Thorn und Bromberg und an der unteren Schwarzwasser erhalten normale Mengen. Im Osten treten die durch zahlreiche starke Niederschläge bekannte Johannisburger Heide, die Luvseiten der Seesker Höhen und die östlich vom Romintetal im Weitowosberg bis zu 280 m ansteigenden Erhebungen an der Grenze durch geringen Regenüberschuß hervor, während die Leeseiten der Seesker Höhen und das Hügelgelände zwischen Alle und Löwentinsee ihrer Höhenlage entsprechend zu wenig Regen erhalten. An der Ostseeküste finden wir stärkere positive Abweichungen an den Höhen bei Doberan in Mecklenburg und in dem schwach nach Südosten ansteigenden Gelände an der Recknitz, an der Luvseite des Rugard auf Rügen, am Gosarberg auf Wollin und an den gesamten, der See zugewendeten Hängen des pommerschen Landrückens, wo sich besonders der Gollenberg bei Köslin und der 230 m hohe Steinberg bei Rummelsburg bemerkbar machen. Rechts der Weichsel weisen die Trunzer Höhen und die Erhebungen zwischen Passarge und Alle mit dem 216 m hohen Schloßberg stärkere positive Anomalie auf, wogegen die über 300 m ansteigenden, mehr binnwärts gelegenen Kernsdorfer Höhen nicht besonders hervortreten; sie erhalten auf der Nordseite normale, an den Südhängen relativ zu geringe Niederschläge.

In Süddeutschland finden wir in dem aus dem Saartal nach Osten ansteigenden Hochwald, besonders in dem annähernd 700 m hohen Erzwald stärkere positive Anomalie, die jedoch weiter ostwärts bald in negative übergeht und am Stahl- und Donnersberg ziemlich hohe Werte erreicht. Weiter im Süden weisen der ebenfalls aus dem Saartal sich erhebende Westrich und die Vogesen von der Moselquelle bis zur Haardt, vor allem ihr südlicher Kamm mit dem Elsässer und Sulzer Belchen und dem Honeck sehr starken Regenüberschuß auf; auch das Gebiet am Hochfeld, Donon und Schneeberg ist durch hohe positive Abweichungen ausgezeichnet. Die oberrheinische Tiefebene erhält normale, im Süden, wo die Vogesen steil nach Osten abfallen, zu geringe Niederschläge, während die Luvseiten der rechts vom Rhein gelegenen Gebirge durch starke positive Anomalie gekennzeichnet sind, die umso größer ist, je steiler sich die Gebirge aus der Ebene erheben. Im Norden finden wir die höchsten Werte im Odenwald am Melibocus und am Katzenbuckel, deren Leeseiten wiederum zu geringe Niederschlagsmengen erhalten. Äußerst starken Gegensätzen in der Niederschlagsverteilung begegnen wir an den Luv- und Leeseiten des Schwarzwaldes. Von diesem Gebiet hat bereits W. Peppeler eine Isanomalienkarte entworfen, die mit der von mir gezeichneten sehr gut übereinstimmt, so daß anzunehmen ist, daß er eine ähnliche mittlere Regenzunahme zugrunde gelegt hat wie ich; nähere Angaben darüber sind in seiner Arbeit nicht mitgeteilt, er erwähnt nur, daß der Niederschlag ungefähr in linearem Verhältnis mit der Höhe zunimmt. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch auf eine andere Isanomalienkarte eines kleineren Gebietes hinweisen, und zwar auf die von Eckardt vom Ruhrgebiet in der Deutschen Wasserwirtschaft wiedergegebenen, deren Linien eine weniger gute Übereinstimmung mit meinen Isanomalien zeigen. Die Abweichungen der beiden Karten sind darauf zurückzuführen, daß Eckardt statt einer annähernd geradlinigen Kurve eine S-förmige benutzt hat, die allerdings für das von ihm untersuchte kleine Gebiet die Verhältnisse richtig darstellt, jedoch in sich schon die besondere Eigentümlichkeit des rechtsrheinischen Schiefergebirges, die ungewöhnlich niedrige Lage der Maximalzone des Niederschlages, enthält, sodaß der starke Regenüberschuß in der Höhenlage von 200—400 m nicht genügend in Erscheinung tritt. Im Schwarzwald treten die drei Gebirgsmassivs, der nördliche Schwarzwald mit der Hornisgrinde und dem Kniebis, der mittlere mit dem Kandel und der südliche mit dem Belchen, Feldberg und Hochkopf als besonders regenreich deutlich hervor. Es werden hier Abweichungen von + 70 cm erreicht, die jedoch auf der Leeseite, vor allem im südlichen Schwarzwald, sehr schnell in negative Werte übergehen, sodaß sich hier die Isanomalien eng aneinander drängen, und am Zusammenfluß von Breg und Brigach negative Werte von über 40 cm erreicht werden. Ganz Süddeutschland wird von dem aus der Rheinebene steil ansteigenden Schwarzwald, dessen West- und Südwesthänge die eigentliche Luvseite für die hier stark vorherrschenden Südwestwinde darstellen, beeinflußt. Geringen Regenüberschuß finden wir nur noch in den mehr nach Norden hin gelegenen Bergen am linken Kocherufer, sonst liegt ganz Süddeutschland im Regenschatten des Schwarzwaldes. Besonders regenarm ist neben dem bereits genannten Gebiet bei Donaueschingen seiner Höhenlage nach das untere Lauchertgebiet bei Sigmaringen östlich vom Heuberg, das obere Altmühlgebiet östlich der Frankenhöhe, das östlich vom Hahnenkamm gelegene Gelände an der mittleren Altmühl und das Donauried an der Wörnitz- und Lechmündung. In Oberschwaben treten das obere Günztal, in der Oberpfalz ein kleines Gebiet östlich vom unteren Regen und die Leeseiten des Fränkischen Jura durch starke relative Trockenheit hervor. Positive Anomalie finden wir dann erst wieder in den höheren Lagen des Bayrischen und Böhmisches Waldes, besonders am Predigtstuhl, dem Dreitanenriegel, im Luv des 1450 m hohen Arber und am Staffelberg bei Passau. Das gesamte zu Deutschland gehörige Alpengebiet vom Bodensee bis zur Salzach hat positive

Abweichungen. Die höchsten Werte finden wir am Rindalhorn in den Algäuer Alpen, an der östlich vom Kochel- und Walchensee sich erhebenden Benediktenwand, im Mangfallgebirge und an dem südlich und südöstlich vom Chiemsee gelegenen Kampen, Hochgern und Teisenberg, sowie an den sich nach Süden hin anschließenden Gebirgsstöcken der Salzburger Alpen.

Selbstverständlich kann die Isanomalienkarte nie ein Ersatz für die Isohyetenkarte sein, denn man will natürlich in erster Linie wissen, wieviel Niederschlag im Mittel in den einzelnen Gebieten in Wirklichkeit fällt; sie soll vielmehr die mannigfaltige Verteilung der Niederschlagsmengen unter Berücksichtigung der Höhenlage deutlich zur Anschauung bringen und zeigen, welch starken Einfluß die Meeresnähe und vor allem die Luv- und Leeseiten der Gebirge auf die mittleren Niederschlagshöhen ausüben.

Literaturverzeichnis.

- Bezold, Über Isanomalien des erdmagnetischen Potentials. Sitz.-Ber. Pr. A. W. Berlin 1895.
- Dove, Die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde erläutert durch Isothermen, thermische Isanomalien und Temperaturkurven. Berlin 1852.
- Eckardt, Die Niederschlagsverteilung im Ruhrgebiet. Deutsche Wasserwirtschaft 1924, S. 100 f.
- Erk, Die vertikale Verteilung und die Maximalzone des Niederschlages am Nordhange der bayrischen Alpen. Met. Zeitschr. 1887, S. 55—69.
- Gravelius, Zur Abhängigkeit des Regentalles von der Meereshöhe. Zeitschr. f. Gewässerkunde 1906, S. 129—145.
- Hann, Handbuch der Klimatologie, III. Aufl., Bd. I, S. 253 ff.
- Hann-Süring, Lehrbuch der Meteorologie, III. Aufl., S. 147 f., S. 357 ff.
- Hellmann, Beiträge zur Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse in Deutschland. Met. Zeitschr. 1887, S. 84—95.
- Derselbe, Winterregen im Gebiet der oberen Wupper. Met. Zeitschr. 1897, S. 31.
- Derselbe, Regenwerk, Bd. I, S. 98 ff.
- Huber, Die Niederschläge im Kanton Basel in ihrer Beziehung zu den orographischen Verhältnissen. Baseler Diss. Zürich 1894.
- W. König, Untersuchungen über den trockenen und heißen Sommer des Jahres 1904. Inaug.-Diss. Berlin 1909.
- Köppen, Jahres-Isothermen und Isanomalien der Meeresoberfläche. Annalen d. Hydrographie 1898, S. 356—359.
- Derselbe, Tafeln V—VII in Hanns Lehrbuch der Meteorologie.
- Mathias, La pluie en France. Annales de physique. Tome XI (1919), p. 109—244. Ref. v. Kaßner, Met. Zeitschr. 1924, S. 129—131.
- Maurer, Einige Ergebnisse unserer höchsten Niederschlagssammler im Firngebiet. Met. Zeitschr. 1915, S. 16—20.
- W. Peppeler, Die Niederschlagsverhältnisse in Baden. Veröffentl. d. Bad. Landeswetterwarte 1922, Abh. Nr. 1.
- Pockels, Über die Kondensation an Gebirgen. Met. Zeitschr. 1901, S. 300—312.
- Riggenbach, Die Niederschlagsverhältnisse des Kantons Basel und ihre Beziehung zur Bodengestalt. Verh. d. naturf. Ges. zu Basel, Bd. X, S. 425—433.
- Schreiber, Die klimatischen Grundgleichungen von Sachsen. Jahrbuch d. Kgl. Sächs. Met. Inst. 1892, II. Hälfte, Anl. 3.
- Sella, Über holosphärische Isanomalien der Temperatur. Met. Zeitschr. 1896, S. 161—166.
- Spitaler, Linien gleicher Wärmeanomalie. Pet. Geogr. Mitt. 1887, Tafel 20.
- Supan, Die Verteilung des Niederschlages auf der festen Erdoberfläche. Pet. Geogr. Mitt. 1898, Ergänzungsheft 124, S. 40 ff.
- Teisserenc de Bort, Gesetz der Isanomalien. Annales du Bureau Central 1878. Ref. Met. Zeitschr. 1880, S. 461—463.
- Wild, Über die Beziehungen zwischen Isobaren und Isanomalien. Bull. de l'Acad. imp. d. Sc. de St. Pétersbourg. Tome XI. Ref. Met. Zeitschr. 1882, S. 327—328.
- Wussow, Die Säkularvariation des Erdmagnetismus auf Grund der erdmagnetischen Isanomalien. Inaug.-Diss. Berlin 1906.
- Derselbe, Darstellung der örtlichen Verteilung großer Tagesmengen des Niederschlages durch Isanomalien. Das Wetter 1921, S. 41—46.
- Derselbe, Die normale Zunahme der Regenmenge mit der Höhe. Met. Zeitschr. 1924, S. 126—127.
-

Additional material from *Darstellung der Niederschlagsverteilung in Deutschland durch Isanomalien*, ISBN 978-3-662-30298-9, is available at <http://extras.springer.com>

