

Karl-Heinz Bernhardt

Alexander von Humboldts Wirken für die Klimatologie aus heutiger Sicht

1. Humboldt und kein Ende?

Die große Anzahl neuer Publikationen, Vortragsveranstaltungen, Ausstellungen und andere Formen öffentlicher Aufmerksamkeit im Jubiläumsjahr für *Alexander von Humboldt* (1769–1859), der zwanzig Jahre nach *Johann Wolfgang von Goethe* (1749–1832) und rund fünf Jahrzehnte vor *Karl Marx* (1818–1883) und *Friedrich Engels* (1820–1895) geboren wurde, legen den eingangs gewählten Slogan nahe. Die Gründe dafür liegen allerdings weniger, wie bei „Shakespeare und kein Ende“ darin,

„daß es scheinen möchte, als wäre nichts mehr zu sagen übrig, und doch ist das die Eigenschaft des Geistes, daß er den Geist ewig anregt“,

wie *Goethe* (WA I/41,1, S. 52) 1813 meinte (übrigens wurde *Humboldt* selbst auf Festakten in Moskau anlässlich seines hundertsten Geburtstages im Jahre 1869 als „Shakespeare der Wissenschaften“ bezeichnet, wie *Wulf* [2016, S. 25], quellengestützt zu berichten weiß).

Humboldt hingegen ist nicht nur als Naturforscher und Wissenschaftsvermittler, sondern auch als „früher Ökologe, Europa-Kritiker und Anti-Rassist“ (Dill 2019) für die gegenwärtigen Auseinandersetzungen um die Zukunft der Menschheit in ihrem Verhältnis zur Natur hoch aktuell.

In diesem Kontext sollen im Folgenden fünf Beiträge *A. v. Humboldts* ideen- und institutionengeschichtlicher Art zur Klimatologie seiner Zeit in ihrem inneren Zusammenhang dargestellt werden – betrachtet aus heutiger Sicht, da die Klimatologie aus einer ehemals akademischen Wissenschaft zu einem politisch hoch relevanten und Volksmassen bewegenden Agens geworden ist. Zu einer kurzen Charakteristik des Standes von Meteorologie und Klimatologie zu Zeiten *A. v. Humboldts* sei auf unsere Arbeit (Bernhardt 2003, Abschnitt 2) verwiesen.

2. Der Klimabegriff bei Alexander v. Humboldt

„Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsre Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des atmosphärischen Druckes, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder ihre Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habituel-ler Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels, welcher nicht bloß wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwicklung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstimmung des Menschen.“ (Humboldt 1845, S. 340)

Dieser Klimabegriff ist keine Definition im Sinne der oder entgegen den zeitgenössischen Auffassungen der Klimatologie zu *Humboldts* Zeiten als „geographischer Teil der Meteorologie“, der späteren „klassischen“ Begriffsbestimmung des Klimas als mittlerer Zustand der Atmosphäre und durchschnittlicher Verlauf der Witterung oder der modernen Definition des Klimas als statistische Beschreibung des langzeitigen Verhaltens meteorologischer Elemente (z.B. Schneider-Carius 1961; Hupfer 1991, S. 37ff.).

Während diese Definitionen aber keinen unmittelbaren Bezug auf den Menschen nehmen, umfasst der um biometeorologische Aspekte erweiterte *Humboldt'sche* Klimabegriff gerade den Komplex der atmosphärischen Einwirkungen auf Physis und Psyche des menschlichen Organismus. Er sollte uns anregen, bei der Diskussion des Klimawandels – z.B. der Auswirkung von Hitzewellen – anstelle der Betrachtung allein des Temperaturverlaufs das Verhalten weiterer physikalischer und chemischer (!) Parameter zu verfolgen!

Schon die Wärmebelastung des Organismus wird nicht nur von der Lufttemperatur, sondern im Sinne *Humboldts* auch von Wind, Luftfeuchte, „Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels“ und „Wärmestrahlung des Bodens“ bestimmt, was heute durch die Einführung zusammengesetzter Parameter, wie der „gefühlten Temperatur“ oder der PET (physiological equivalent temperature) beschrieben werden kann.

„Afficirt“ werden aber auch die Sinnesorgane, wobei die Gesamtheit der Sinnesempfindungen in das auch ästhetische Aspekte einschließende *Humboldt'sche* Naturgemälde einfließt. Erinnerung sei an die tagesperiodisch schwankende Hörbarkeit von Naturgeräuschen – den „Humboldteffekt“, die nächtliche Verstärkung des Schalles (vgl. Ertel 1955), über die *Humboldt* im Jahre 1820 vor der französischen Akademie der Wissenschaften berichtete (Humboldt 1850, S. 370–397) –, aber auch an atmosphärisch-optische Erscheinungen, wie Regenbögen und Halophänomene oder die Purpurdämmerung, zuletzt im Sommer 2019 über Mitteleuropa als Folge der strato-

sphärischen Aerosolanreicherung durch ausgedehnte Waldbrände in Alaska und Sibirien. Und der Geruchssinn zeugte im Jahre 2018 bis in die Bundeshauptstadt von den Waldbränden in ihrer Umgebung!

Besonders aktuell in Zeiten globalen Klimawandels ist der von *Humboldt* angesprochene luftchemische Wirkungskomplex im Rahmen einer Chemie des Klimasystems (Möller 2010), wobei die zitierte Monographie auch umfangreiche Daten (Abschnitt 2.8) über den Einfluss des Menschen auf die Luftchemie, darunter zu Emission und Immission von Luftverunreinigungen, von *Humboldts* Zeiten bis zur Gegenwart enthält. Aus heutiger Sicht wäre z.B. auf die spektakulären Smogkatastrophen des 20. Jahrhunderts (London 1952, Ruhrgebiet 1962 u.a.) zu verweisen, in der Zeit zunehmender Häufigkeit und Andauer extremer Witterungsereignisse auf die hohen Schadstoffkonzentrationen in einigen Metropolen Chinas und einigen Städten Italiens während der Hitzewellen des Sommers 2015 und neuestens auf die gefährlichen Feinstaubkonzentrationen im Umfeld der australischen Buschbrände.

Enthält so der weit gefasste *Humboldt'sche Klimabegriff* zahlreiche Anregungen zur Bewertung der Auswirkungen von Klimaten und deren Veränderungen auf den Menschen als biopsychosoziale Einheit und damit zur „Klimakommunikation“, so ist dieser Klimabegriff auf Grund seiner Bezugnahme auf zu „affizierende“ Organe nicht auf menschenleere Regionen, wie die Stratosphäre – ganz zu schweigen von der Atmosphäre erdähnlicher Planeten! – anwendbar. Unverzichtbar für eine moderne *Klimadefinition* dürfte aber vor allem ein Bezug auf Raum- und Zeitstruktur atmosphärischer Zustände und Prozesse und deren Beschreibung mittels statistischer Methoden und Parameter sein (z.B. Hupfer 1991; IPCC 2014, S. 131).

3. Alexander v. Humboldts Karte der Jahresisothermen

In einer französischsprachigen Abhandlung aus dem Jahre 1817 (Humboldt 1817), die er später die „ausgezeichnetste“ seiner Arbeiten nannte (nach Biermann 1971, S. 277f.), führte *Humboldt* zur Beschreibung der „Verteilung der Wärme auf der Erde“ die „isothermen Linien“ ein, von ihm im „Kosmos“ später als „Beginn der vergleichenden Klimatologie“ gewertet (Humboldt 1845, S. 340). Ganz in diesem Sinne hat *Engels* in seinen Notizen und Fragmenten zur Dialektik der Natur Jahrzehnte danach das

„vergleichende Element in Anatomie, Klimatologie (Isothermen), Tier- und Pflanzengeographie (wissenschaftliche Reiseexpeditionen seit Mitte 18. Jahrhunderts), überhaupt physikalischer Geographie (Humboldt), das Zusammenbringen des Materials in Zusammenhang“

unter den „Breschen“ in die noch vorherrschende „konservative Naturanschauung“ gewürdigt (MEW 20, 1978, S. 466; vgl. auch MEGA I, Bd. 26, S. 34, 297 und unseren Kommentar dazu, ebenda, Apparat, S. 874).

Kartendarstellungen von Isolinien waren freilich schon vor den *Humboldt'schen* isothermen Linien bekannt, z.B. in Gestalt der Isogonen – der Linien gleicher Deklination, der Winkelabweichung zwischen magnetischer und geographischer Meridianrichtung, wie sie schon den Seefahrern des 16. Jahrhunderts bekannt waren und auch von *Edmond Halley* (1656–1742) ein Jahrhundert vor *A. v. Humboldt* gezeichnet wurden (vgl. Körber 1987, S. 172).

Die von *Humboldt* gezeichnete und an anderer Stelle publizierte Isothermenkarte (dazu Körber 1959) eines großen Abschnittes der Nordhalbkugel von 20° westlicher bis 120° östlicher Länge von Paris wurde im Anschluss an *Gustav Hellmann* (1854–1939) (Hellmann 1897) vielfach reproduziert (Abb. 1). Sie beruhte auf Jahresmitteltemperaturen von 58 sorgfältig ausgewählten Orten und damit auf Messdaten im Gegensatz zu seinerzeit geläufigen Darstellungen auf Grund mathematischer Spekulationen über die Abhängigkeit der Temperatur an der Erdoberfläche von der geographischen Breite. Der Isothermenkarte ist noch eine Skizze der mittleren Höhenlage isothermer Flächen von 0°C bis 20°C in Abhängigkeit von der geographischen Breite beigegefügt, womit *Humboldt* neben dem Konzept der isothermen Linien auch das der isothermen Flächen zugeschrieben werden kann.

Isolinien fanden im Anschluss an *Humboldt* in der Klimatologie rasche Verbreitung. So führte *Heinrich Wilhelm Dove* (1803–1879) im Jahre 1848 Monatsmittelisothermen, 1851 auch „Isanomalien“ als Linien gleicher Abweichung vom Breitenkreismittel der Temperatur und schließlich 1864 „Isametralen“ zur Charakterisierung der interanuellen Schwankungen, d.h. der mittleren Temperaturschwankungen im Jahresverlauf, ein (Details bei Bernhardt 2008, S. 72ff.)

Isobaren als Linien gleichen Luftdruckes kamen ebenfalls in der Klimatologie, vor allem aber noch zu *Humboldts* Lebzeiten in der sich herausbildenden synoptischen Meteorologie, der eigentlichen „Wetterkunde“, zur Anwendung, z.B. bei der Analyse von zwei Sturmweatherlagen des Jahres 1842 über den Vereinigten Staaten durch *Elias Loomis* (1811–1889) und später in den von *Urbain J. J. Leverrier* (1811–1877) seit 1863 regelmäßig herausgegebenen täglichen Wetterkarten (Beispiele bei Körber 1987, S. 174ff.; Bernhardt 2003, S. 206).

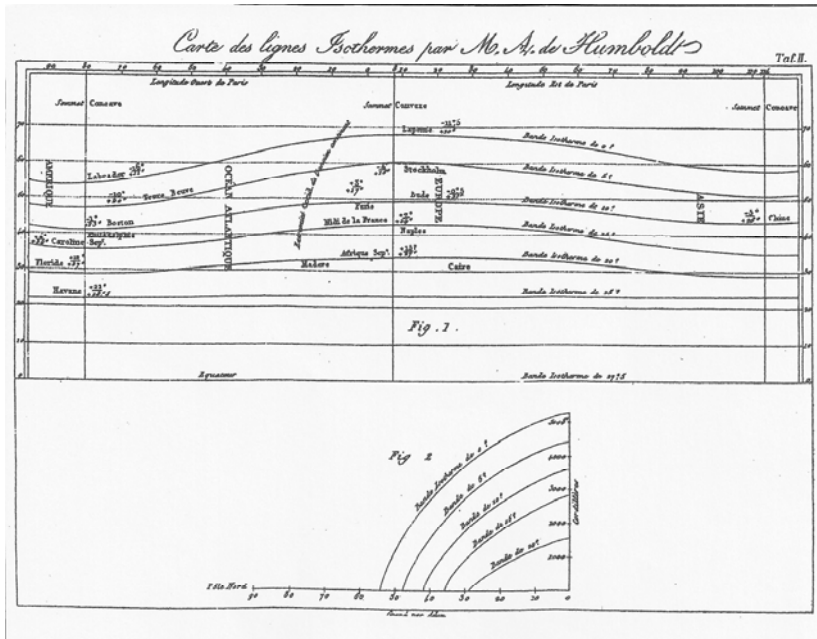


Abb. 1: Humboldts Isothermenkarte aus dem Jahr 1817

(Hellmann 1897, Tafel II)

4. Alexander von Humboldts Einblick in das Klimasystem

Bereits die noch sehr schematische Isothermenkarte *Humboldts* zeigte deutlich die – übrigens im westlichen und östlichen Kartenausschnitt unterschiedliche Krümmung – der Jahresmittelisothermen gegenüber den Breitenkreisen, also den Unterschied zwischen dem realen und dem „solaren“, nur vom breitenabhängigen Einfall der Sonnenstrahlung bestimmten Klima.

Entsprechend seinem später im „Kosmos“ (Humboldt 1845, S. 31) formulierten Prinzip einer „denkenden Betrachtung der durch Empirie gegebenen Erscheinungen als eines Naturganzen“ hat *Humboldt* bereits in der Arbeit über die isothermen Linien (Humboldt 1817) die „fremdartigen Ursachen“ für die Abweichungen des realen vom solaren, durch die geographische Breite bestimmten Klima namhaft gemacht und dabei die Zirkulationsverhältnisse, den Einfluss des Ozeans, Neigung und Beschaffenheit des Erdbodens, Orographie sowie Schnee- und Eisbedeckung des Festlandes genannt.

Damit sind die Komponenten des heute so genannten Klimasystems – Pedo- bzw. Lithosphäre, Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre und Kryosphäre – umrissen, aus deren ständiger Wechselwirkung („perpetuirlichem Zusammenwirken“) Klima- und Klimawandel erwachsen. Die Grenzen des betont an der Empirie orientierten Herangehens *Humboldts* zeigten sich in dessen (ähnlich wie *Goethes*, vgl. Bernhardt 2000, S. 72, 92) sehr skeptischer Beurteilung der Aussichten einer Wettervorhersage, die erst mit der Anwendung mathematisch-analytischer Methoden bei der Beschreibung des hochkomplexen Systems im Sinne einer „mathematischen Betrachtung der Klimate“ (Humboldt 1845, S. 341; Holl 2018, S. 41) Wirklichkeit wurde und die im weiteren auch erste Klimavorhersagen ermöglichte (Latif 2000) – Negation der Negation des durch einfache mathematische Formeln beschriebenen „solaren Klimas“!

„Die spezifische Beschaffenheit des Luftkreises ist abhängig von dem perpetuirlichen Zusammenwirken einer durch Strömungen von ganz entgegengesetzter Temperatur durchfurchten Meeresfläche mit der wärmestrahrenden trocknen Erde, die mannigfaltig gegliedert, erhöht, gefärbt, nackt oder mit Wald und Kräutern bedeckt ist“,

heißt es schließlich im „Kosmos“ (Humboldt 1845, S. 304).

Ungeachtet der häufigen Bezugnahme auf *Humboldts* Beiträge zur Klimatologie wurde seine Charakteristik des komplexen Klimasystems über mehr als ein Jahrhundert lang nicht aufgegriffen und stattdessen beispielsweise versucht, Wirkungen auf Klimaelemente durch „Klimafaktoren“ zu beschreiben (vgl. Bernhardt 2016a). Erst mit der „Entdeckung des Planeten Erde“ im Gefolge des Internationalen Geophysikalischen Jahres und der nachfolgenden weltweiten Kooperation zur Erforschung der Atmosphäre und des Ozeans, z.B. dem Globalen Atmosphärischen Forschungsprogramm (GARP, 1967–82), dem Weltklimaprogramm (WCP, 1979) und der Gründung des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC, „Weltklimarat“, 1988) werden Betrachtung und graphische Darstellung des Klimasystems, auch als „Erdsystem“ bezeichnet, seit dem letzten Viertel des 20. Jahrhunderts zum Standard in der Klimaforschung und -diskussion, aus denen in Sachstands- und Zustandsberichten regelmäßig über das Klimasystem und seine Komponenten informiert wird.

Abbildung 2 zeigt aus GARP 1975 eine der ersten modernen schematischen Darstellungen des Klimasystems einschließlich einiger externer und interner Wechselwirkungen, die den über viele Zeitbereiche permanenten Klimawandel hervorbringen, der gleichsam als Daseinsweise des Klimas

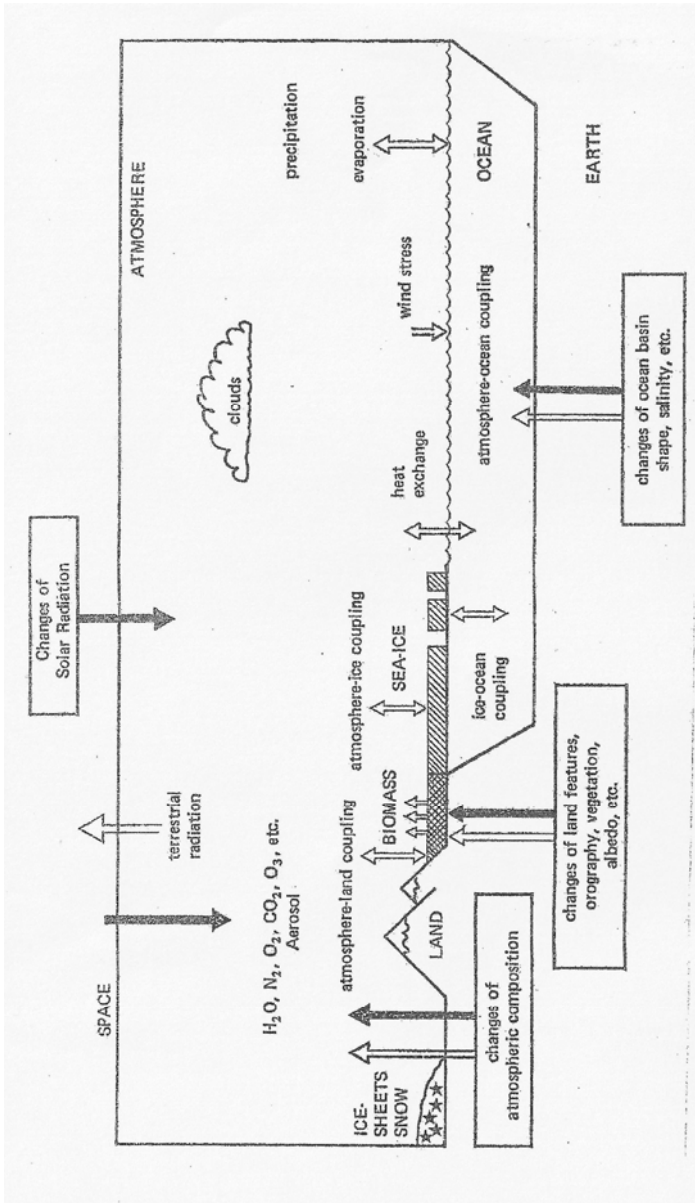


Abb. 2: Schema des Klimasystems der Erde

Nach GARP 1975, S. 14 mit Beispielen für externe (ausgefüllte Pfeile) und interne Wechselwirkungen (hohle Pfeile).

anzusehen ist. Das hier vorgestellte Klimasystem stellt ganz im Sinne *Humboldts* „eine allgemeine Verkettung nicht in einfach linearer Richtung, sondern in netzartig verschlungenem Gewebe dar“, als das er die gesamte Natur betrachtete (Humboldt 1845, S. 33; vgl. auch Holl 2018, S. 40).

Wenn auch eine unmittelbare Wirkung von *Humboldts* wohl bedeutsamstem Beitrag zum Verständnis von Klima und Klimawandel für die heutige systemische Betrachtung des Klimas und seiner Veränderungen wissenschaftshistorisch kaum nachweisbar sein dürfte, ist seine Aktualität unübersehbar. Das betrifft auch weitere Details der *Humboldt'schen* Ausführungen, z.B. die Hervorhebung der Rolle des Ozeans und der Meeresströmungen.

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand hat der Ozean circa ein Viertel des seit der industriellen Revolution anthropogen emittierten Kohlendioxids absorbiert und nimmt gegenwärtig etwa 93% des im Rahmen der globalen Strahlungsimbalance des Klimasystems anfallenden Energieüberschusses auf, von dem je 3% auf die Erwärmung der Festlandmassen und den Energieverbrauch für die weltweite Gletscherschmelze, aber nur ca. 1% auf die Erwärmung der Atmosphäre entfallen. Die viel diskutierte „globale Erwärmung“ – gemeint ist der Anstieg der weltweit gemittelten Lufttemperatur an der Erdoberfläche! – betrifft also in Wahrheit vorrangig den Temperaturanstieg im Ozean, der zusammen mit dem Zufluss von Schmelzwasser einen weltweiten Meeresspiegelanstieg von derzeit über 1 mm/Jahr bewirkt!

Wegen weiterer Details wird auf IPCC (2014) sowie auf Bernhardt (2014, 2016b) verwiesen, zur Kenntnis des jeweils aktuellen Zustandes des Klimasystems auf die alljährlichen Verlautbarungen der Meteorologischen Weltorganisation, die in der Zitierweise analog zu (WMO 2018) im Internet verfügbar sind.

Neuestens sind im Jahre 2019 zwei Sonderberichte des IPCC über „Klimawandel und Landsysteme“ bzw. „Ozean und Kryosphäre“ erschienen – also zu drei der erstmals von *Humboldt* namhaft gemachten Komponenten des Klimasystems nach heutigem Verständnis, wobei in beiden Dokumenten sowohl die Effekte der genannten Komponenten *für* als auch ihre Reaktion *auf* den derzeitigen Klimawandel, also die gesamte Wechselwirkung zwischen dem Klimawandel und den betrachteten Komponenten des Klimasystems, analysiert werden.

Die Verkennung des hochkomplexen Klimasystems mit seinen vielfältigen positiven und negativen Rückkoppelungen ist andererseits erkenntnistheoretische Quelle für die Leugnung entweder des gegenwärtigen Klimawandels überhaupt bzw. des Umfangs und seiner Folgen, besonders aber seines anthropogenen Anteils durch eine weltweite Gilde von „Klimaskep-

tikern“, die sich selbst als „Klimarealisten“ im Gegensatz zu den „Alarmisten“ oder „Klimahysterikern“ sehen („Klimahysterie“ wurde zu Recht zum Unwort des Jahres 2019 gewählt!).

Eine exponierte Stellung nimmt dabei EIKE ein – ein nach eigenen Angaben im Jahre 2007 ins Leben gerufenes, ausschließlich privat finanziertes „Europäisches Institut für Klima und Energie“ mit Briefkastenadresse in Jena, das unter dem Motto „Nicht das Klima ist bedroht, sondern unsere Freiheit“, mit ständigen Stellungnahmen gegen anerkannte Klimaforscher, namhafte nationale wie internationale Institutionen (Wetterdienste, WMO, IPCC) sowie gegen Maßnahmen der rigoros abgelehnten Klimapolitik, insbesondere einer Energiewende, hervortritt. Im „Grundsatzpapier Klima“ wird verkündet: „Es gibt kein ‚Globalklima‘, sondern nur Klimazonen von polar bis tropisch.“

Ein drastisches Beispiel für die Auswirkungen einer kleinräumig-kurzzeitigen Betrachtung und (Miss-)deutung von „Klima“-Phänomenen haben wir bereits an Hand der winterlichen Witterungsverhältnisse in Teilen Europas und der USA im Dezember des Jahres 2010 – am Ende des nach WMO-Angaben bis dahin beobachteten weltweit wärmsten Jahres – vorgestellt (vgl. Bernhardt 2012). EIKE hatte sich unter Hinweis auf die genannten Witterungsereignisse um die Jahreswende 2010/11 unter dem 23.12.2010 in rüden Beschimpfungen der „Klimaforscher und ihnen hörige(n) Politiker“ ergangen. Ein Blick in die Wetterkarte hätte den Schmähautoren zeigen können, dass in einer stark mäandrierenden Strömung zwar winterliche Witterungsverhältnisse in Mittel- und Westeuropa herrschten, zugleich aber an der ostgrönländischen Station Angmagssalik nahe dem Polarkreis im Dezember 2010 mehrere frostfreie Nächte beobachtet wurden und die Dezembertemperatur dieser Station nahezu 3°C über der von Tegel lag! Und eine Kartendarstellung (*Humboldt'sche* Isolinien!) von Anomalien der Lufttemperatur im Dezember 2010 demonstriert neben erheblichen negativen Abweichungen im mitteleuropäischen Raum und über Teilen der USA teils extreme positive Anomalien über dem Osten Kanadas, dem europäischen Nordmeer und auch im Süden Osteuropas!

5. A. v. Humboldt und der Einfluss des Menschen auf das Klima

Der Mensch beeinflusst das Klima durch „Fällen der Wälder, durch Veränderung in der Vertheilung der Gewässer und durch die Entwicklung großer Dampf- und Gasmassen an den Mittelpunkten der Industrie“, wobei aber unter den verschiedenen, das Klima bestimmenden Ursachen „die bedeut-

samsten nicht auf kleine Localitäten beschränkt, sondern von Verhältnissen der Stellung, Configuration und Höhe des Bodens und von den vorherrschenden Winden abhängig“ sind (zitiert nach Holl 2018, S. 38), schrieb *Humboldt* 1844.

Entgegen „Mythen und Fakten“ zu „Alexander von Humboldt und der Klimawandel“, wie sie *Holl* in dem genannten Aufsatz jüngst analysiert hat, hat *Humboldt* nicht den globalen Klimawandel unter dem Einfluss des Menschen vorhergesehen und vor ihm gewarnt, wohl aber anthropogene Veränderungen der Erdoberfläche und Stoffeinträge in die Atmosphäre als Faktoren menschlichen Einflusses auf das Klima und dessen Veränderung in lokalem bis regionalem Maßstab benannt. Das mag trivial erscheinen, ist es aber nicht angesichts der Tatsache, dass „Klimaskeptiker“ anderthalb Jahrhunderte nach *Humboldt* wesentliche anthropogene Einflüsse auf das Klima rundweg leugnen: „Die Natur, nicht menschliche Aktivität, bestimmt das Klima“, heißt es beispielsweise apodiktisch im Titel eines von *Fred Singer* (1924–2020) – immerhin einem Atmosphären- und Raumfahrtphysiker sowie emeritierten Professor in einem Fachbereich Umweltwissenschaften! – herausgegebenen Buch (*Singer* 2008).

Unter den klimabeeinflussenden menschlichen Veränderungen der Erdoberfläche hat *Humboldt* am ausführlichsten die Rodung der Wälder behandelt, wie aus den zahlreichen, bei (*Holl* 2018, S. 41–44) zusammengestellten Zitaten hervorgeht. Dabei hat er in noch heute gültiger Weise die Rolle der Waldbestände für den Strahlungs-, Wärme- und Feuchteumsatz in der bodennahen Grenzschicht beschrieben, allerdings den modifizierenden Effekt auf das bodennahe Windfeld anscheinend nicht betrachtet. Bemerkenswerterweise hat *Humboldt* kurz vor seinem Tod daran erinnert,

„[...] dass der größere Teil des Klimas nicht in dem Orte selbst, wo die Entholzung vorgeht, sondern viele hundert Meilen davon entfernt gemacht wird“ (zitiert nach *Holl* 2018, S. 44).

Er war sich also in diesem Zusammenhang der räumlichen Wechselwirkung in dem von ihm skizzierten Klimasystem (vgl. Abschnitt 4) wohl bewusst!

Weitere Warnungen *Humboldts* vor den Folgen der „Entholzung“ in verschiedenen Weltregionen und Klimagebieten und deren Rezeption durch zeitgenössische und spätere Autoren hat *Andrea Wulf* (*Wulf* 2015 S. 24, 86, 88) zusammengestellt und schließlich an *Humboldts* Überzeugung erinnert:

„Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze nach Maß- und Zahlverhältnissen kennt.“ (*Humboldt* 1845, S. 79f.)

Die in dem Zitat am Anfang dieses Abschnittes angesprochenen klimaverändernden menschlichen Eingriffe in das Gewässersystem hat *Humboldt* in engem Zusammenhang mit Abholzung und Ackerbau behandelt, dies insbesondere im Gefolge seiner Expedition durch Südamerika (1799–1804) sowie der russisch-sibirischen Reise (1829) und deren Auswertung wiederum im Sinne einer denkenden Betrachtung der Empirie. Genannt seien seine Betrachtungen nach dem Besuch des Valenciasees in Venezuela (z.B. Wulf 2015, S. 88 u.a.). Neben den Auswirkungen der Entwässerung, z.B. durch die von den spanischen Eroberern angelegten Kanäle im Hochtal von Mexiko, beschäftigten ihn besonders die im Detail bereits umrissene Rolle der Wälder im Wärme- und Wasserhaushalt und im Zusammenhang damit die Folgen der Abholzung durch die europäischen Siedler, die *Hans-Otto Dill* im Sinne *Humboldts* als „Sünden der Europäer wider die Ökologie“ kennzeichnete (Dill 2019, S. 14).

Auf *Humboldts* Betrachtungen zu Wald, Wasser und Klima bezog sich nach *Holl* auch *Carl Fraas* (1810–1875) in seinen Arbeiten über die Geschichte von Klima und Pflanzenwelt, einschließlich der Auswirkungen menschlicher Tätigkeit auf die Bodenfruchtbarkeit (Holl 2018, S. 46). An die Publikationen von *Fraas* wiederum knüpfte *Marx* an (vgl. hierzu Saito 2016), z.B. mit der Feststellung,

„dass die Kultur – wenn naturwüchsig fortschreitend – und nicht bewusst beherrscht [...] Wüsten hinter sich zurücklässt.“ (Marx an Engels, 25.3.1868, MEW 32, S. 53)

Und *Engels* warnte gerade im Zusammenhang mit den klimatischen Folgen der Entwaldung zur Gewinnung urbaren Landes vor den vermeintlichen „Siegen über die Natur“, die „in zweiter und dritter Linie [...] ganz andre, unvorhergesehene Wirkungen“ zeitigen (MEW 20, S. 452) – eine Mahnung wohl ganz im Sinne *Humboldts*!

Die in eingangs dieses Abschnittes an dritter Stelle unter den menschlichen Einflussfaktoren auf das Klima zitierte „Entwicklung großer Dampf- und Gasmassen“ betrifft nicht die unteren Randbedingungen atmosphärischer Zustände und Prozesse, die in ihrer mit statistischen Methoden zu beschreibenden Gesamtheit das Klima darstellen, sondern verändert die Eigenschaften des atmosphärischen Mediums selbst, insbesondere in der Wechselwirkung mit den kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen, darunter dem „Glashauseffekt“. Dessen Beschreibung durch *Joseph Fourier* (1768–1830) als Ursprung einer „Wärmestrahlung der Erdoberfläche gegen das Himmelsgewölbe“, aber auch als „wichtig [...] für alle thermischen Ver-

hältnisse, ja man darf sagen für die ganze Bewohnbarkeit unseres Planeten“ hat *Humboldt* zur Kenntnis genommen (zitiert nach Holl 2018, S. 49; vgl. *Humboldt* 1850, S. 46), aber offensichtlich mit der industriellen Emission „großer Gasmassen“ nicht in Verbindung gebracht.

Erst *Svante Arrhenius* (1859–1927) umriss die Konsequenzen zunehmenden CO₂-Gehaltes der Atmosphäre für deren Temperaturregime (*Arrhenius* 1896), meinte allerdings später im Zusammenhang mit „Klagen darüber, daß die in der Erde angehäuften Kohlenschätze von der heutigen Menschheit ohne Gedanken an die Zukunft verbraucht werden“ beschwichtigend:

„Durch Einwirkung des erhöhten Kohlensäuregehaltes der Luft hoffen wir uns allmählich Zeiten mit gleichmäßigeren und besseren klimatischen Verhältnissen zu nähern, besonders in den kälteren Teilen der Erde; Zeiten, da die Erde um das Vielfache erhöhte Ernten zu tragen vermag zum Nutzen des rasch anwachsenden Menschengeschlechtes.“ (*Arrhenius* 1908, S. 57)

Die Einsicht in die Folgen des anthropogen verstärkten Treibhauseffektes für die weitere globale Erwärmung und das ozeanisch-atmosphärische Zirkulationsregime, die nach heutiger Erkenntnis die Ernährungssicherheit erheblicher Teile der Weltbevölkerung in Gefahr zu bringen und die Bewohnbarkeit ganzer Regionen in Frage zu stellen drohen, ließ noch Jahrzehnte auf sich warten!

Zu *Humboldts* Lebzeiten übrigens stieg die Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre von ihrem „vorindustriellen“ Wert um 280 ppm nur allmählich auf ca. 300 ppm an (vgl. die Darstellungen bei Möller 2010, S. 256–257), die globalen anthropogenen Kohlenstoff-Emissionen lagen unter 3Gt/Jahr und rührten im wesentlichen von Forstwirtschaft und anderen Formen der Landnutzung her (vgl. IPCC 2014, S. 45), und die Dekadentemperaturen von vier mitteleuropäischen Stationen blieben durchweg um mehr als 1,5 K unter denen (inzwischen weit übertroffenen Werten) der Dekade 2001–2010 (vgl. Bernhardt 2016b, S. 29). Auch die Mitteltemperaturen in Berlin und Umgebung, wohin *Humboldt* im Jahre 1827 zurückkehrte (Näheres vgl. Wulf 2015, S. 241ff.), stiegen zu seinen Lebzeiten zwar zunächst leicht an, fielen aber in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wieder deutlich ab und begannen erst um die Jahrhundertwende anhaltend zu steigen, bevor sie nach einem neuerlichen leichten Rückgang nach 1950 in den seither beherrschenden Anstiegstrend übergingen, wie z.B. aus den Kurvendarstellungen bei (Cubasch/Kadow 2011) hervorgeht.

Der globale Klimawandel in seiner heutigen Gestalt mit seinen dramatischen Folgen war für *Humboldt* weder von seinem physikalischen Hintergrund, noch von seinem in Maß und Zahl erfassbaren Verlauf vorhersehbar.

Humboldts Verdienst ist und bleibt es, die Mechanismen des menschlichen Einflusses auf das Klima in nach wie vor gültiger Weise aufgezeigt und in diesem Zusammenhang vor leichtfertiger Missachtung von Naturgesetzen gewarnt zu haben!

6. Alexander v. Humboldt und die Meteorologie in Berlin

„Zwanzig Barometer und besonders Thermometer, gut vertheilt an sichere Personen, würden merkwürdige Contraste zeigen. An vielen Punkten wird schon beobachtet, aber nicht berechnet [...] In welchem Lande spricht man mehr von Wassermangel, Seichterwerden der Flüsse u.s.w., und wo im Preussischen Staate wird Regen gemessen? nicht einmal in Berlin! Viele haben die tiefste Verachtung für diese neuen Hauptelemente der Beurtheilung von Dürre, Misswachs, Verschiedenheit der Kornpreise, Anwendung auf Schifffahrt – und doch ist ohne Geld nichts, gar nichts zu thun!“

schrieb *Humboldt* am 13. August 1844 an *Carl Friedrich Wilhelm Dieterici* (1790–1859), Direktor des Königlichen Statistischen Büros, bei dem auch Wetterbeobachtungen gesammelt und aufbewahrt wurden, wie sie in Berlin seit der Gründung der Brandenburgischen Sozietät der Wissenschaften – der späteren Preußischen Akademie der Wissenschaften – durch *Gottfried Wilhelm Leibniz* (1646–1716) im Jahre 1700 an verschiedenen Orten, allerdings uneinheitlich, angestellt wurden. (Zitate nach Hellmann 1887).

Und in einem Begleitschreiben zu einem Memorandum von *Dieterici* vom 17. Dezember 1845 an den Präsidenten des Handelsamtes, *Friedrich von Rönne* (1798–1865), verwies *Humboldt* auf den „innigen Zusammenhang, in dem unläugbar alle klimatischen Veränderungen und meteorologischen Prozesse mit den Kornpreisen und einem grossen Theile der Gewerbe stehen“ und führte weiter aus:

„Wärme und Feuchtigkeit sind die wichtigsten Elemente des Pflanzenlebens und, ohne numerische Angaben des Maasses ihrer Veränderungen in verschiedenen Jahren, den Küsten nahe, oder im Innern des ebenen oder bergigen Landes, ist alles Raisonnement über die Ursachen des Misswachses ein leeres Gespräch. In keiner Region wird soviel über Dürre geklagt, als bei uns, und im ganzen Deutschland sind Regenmessungen häufiger, als in dem Preussischen Staate [...] Unvorsichtige Entholzung der Höhen hat nicht blos [...] seit Jahren die Wassermengen der Oder, der Elbe und des Rheins gleichmässig verändert, es hat auch durch Kultur des Bodens die allgemeine Luftfeuchtigkeit abgenommen [...] Es ist hier einer der glücklichen Fälle, wo die Erweiterung wissenschaftlicher Kenntnisse unmittelbar mit dem practischen Nutzen für Ackerbau, Gewerbe und Medicinalwesen zusammen hängt.“ (Zitate nach Hellmann 1887)

In die Vorschläge *Humboldts* zur Gründung eines Instituts flossen also seine Erkenntnisse über den Einfluss des Wettergeschehens auf Wirtschaft und Gesundheit, über kleinräumige mesoklimatische Unterschiede und über anthropogene Einflüsse auf das Klima durch Landnutzung ein! Auf *Humboldts* Rolle bei der Einrichtung meteorologischer und erdmagnetischer Messnetze „in dem weiten Russischen Reich“, besonders bei der Gründung des Geophysikalischen Hauptobservatoriums (GGO) St. Petersburg, die er bei seiner Argumentation für die Gründung eines meteorologischen Instituts in Preußen geschickt zur Sprache brachte, sei hier nur verwiesen (u.a. ausführlich bei Bernhardt 1984 und insbesondere bei Körber 1997).

1847 wurde das Preußische Meteorologische Institut unter Leitung von *Wilhelm Mahlman* (1812–1848) gegründet, nach dessen Tod von *Dove* geleitet und 1885 reorganisiert. Sein neuer Direktor, *Wilhelm von Bezold* (1837–1907), war zugleich Inhaber des ersten Lehrstuhles für Meteorologie in Deutschland und seit 1886 ordentliches Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften.

Das Institut, dessen Entstehungs- und Wirkungsgeschichte bis in die Zeit nach dem zweiten Weltkrieg ausführlich von (Körber 1997) beschrieben ist, diente zugleich Lehrzwecken der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität, an der erst 1934 ein eigenes Meteorologisches Institut gegründet wurde, das sich in den Räumen der Bauakademie befand, die nach dem Bombenangriff am 3. Februar 1945 ausbrannte.

Den Neubeginn der Meteorologie an der am 29. Januar 1946 neu eröffneten Berliner Universität, der im Jahre 1949 noch vor Gründung der DDR auf Antrag von Rektor und Senat der Name Humboldt-Universität verliehen wurde, haben wir an anderer Stelle skizziert (Bernhardt 1989). Das im Zusammenhang mit der Spaltung Berlins im Kalten Krieg 1949 aus Berlin-Dahlem nach Berlin-Friedrichshagen verlagerte Meteorologische Institut – seit 1947 Institut für Meteorologie und Geophysik der Humboldt-Universität – bildete den späteren Bereich Meteorologie und Geophysik der Sektion Physik der Humboldt-Universität, wurde nach dem Beitritt der DDR zur BRD zunächst als Meteorologisches Institut weiter geführt, aber am 30. September 1996 geschlossen (vgl. Börngen et al. 2015, S. 82–86). An der Ende des Jahres 1948 gegründeten Freien Universität Berlin dagegen war im Jahr 1949 ein Institut für Meteorologie errichtet worden, an dem die von *Humboldt* inaugurierte meteorologische Forschung und Lehre praxisnah weiter betrieben wird (vgl. z.B. Gebauer 2016).

Die letztlich auf *Humboldts* Engagement zurückführbare Einrichtung meteorologischer Messnetze im Berliner Raum bildet bis heute die Grund-

lage für zahlreiche Veröffentlichungen über Klima und Klimawandel in dieser Region, von denen einige aus neuerer Zeit genannt seien: (Hupfer/Chmielewski 1990; Cubasch/Kadow 2011; Hupfer et al. 2013; Gebauer 2016).

Ein weiterer Bezug *Humboldts* zur Meteorologie in Berlin resultiert aus seiner Mitgliedschaft in der bereits erwähnten *Leibniz'schen* Gelehrtenengesellschaft, in die – damals „Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres“ genannt – er im Jahr 1800 während seiner Südamerikaexpedition in Abwesenheit zum außerordentlichen Mitglied gewählt, vom König bestätigt und im Jahre 1805 in den Rang eines ordentlichen Mitgliedes dieser Preußischen Akademie der Wissenschaften erhoben wurde. Beispiele seines vor allem wissenschaftsorganisatorischen und -fördernden Wirkens in der Akademie hat (Pieper 2002) mit weiteren Literaturhinweisen dargestellt.

Die entsprechend einem Gesuch des Chefs der Deutschen Verwaltung für Volksbildung und des letzten Präsidenten der Preußischen Akademie der Wissenschaften am 1. Juli 1946 auf deren Grundlage – insbesondere auch ihres Personalbestandes – durch Befehl der Sowjetischen Militäradministration eröffnete Deutsche Akademie der Wissenschaften (vgl. Archiv BBAW), seit 7.10.1972 Akademie der Wissenschaften der DDR, begnügte sich nicht mit der Konstituierung einer Alexander-von-Humboldt-Kommission (1956–1969) unter Leitung des damaligen Vizepräsidenten *Hans Ertel* (1904–1971) und der Durchführung von wissenschaftlichen Konferenzen und Festakten in den Humboldt-Jubiläumjahren 1959, 1969 und 1984, sondern eröffnete der Meteorologie und verwandten geowissenschaftlichen Disziplinen ein neues Wirkungsfeld: Bereits mit ihrer Eröffnung und auf der Grundlage ihrer ersten Satzung wurde die Akademie Träger eigener Forschungsstellen und wissenschaftlicher Institute. *Werner Scheler* (1923–2018) hat diese Entwicklung bis zur Akademiereform im Jahre 1968 und danach (Scheler 2000, S. 181–271) dokumentiert und einen Überblick über Institute und Einrichtungen der Akademie der Wissenschaften der DDR Anfang des Jahres 1990 gegeben (S. 391–456). Unter den acht Einrichtungen auf dem Wissenschaftsgebiet Geo- und Kosmoswissenschaften haben insbesondere das Heinrich-Hertz-Institut für Atmosphärenforschung und Geomagnetismus, das Institut für Meereskunde und das Institut für Geographie und Geoökologie im Sinne *Humboldts* Forschungen zum Klimasystem und seinen Komponenten, zur Einwirkung atmosphärischer Zustände und Prozesse auf den Menschen sowie zum Klimawandel und seinem anthropogenen Anteil durchgeführt.

Nach dem Beitritt der DDR zur Bundesrepublik wurden die Forschungsinstitute von der Gelehrtenengesellschaft getrennt und deren Mitgliedern im

Juli 1992 von einem Berliner Senator mitgeteilt, dass ihre Mitgliedschaft „mit der Beendigung der früheren Gelehrten-gesellschaft erloschen“ und eine Überführung der annähernd 400 Mitglieder in die neu konstituierte Berlin-Brandenburgische Akademie nicht vorgesehen sei (vgl. Klinkmann/ Wöltge 1999, S. 163ff.). Daraufhin gründeten Mitglieder der für beendet erklärten Gelehrten-gesellschaft im darauffolgenden Jahr 1993 die Leibniz-Sozietät e.V. als privatrechtlichen Verein, der bis Jahresende etwa 100 Mitglieder der Akademie der DDR beitraten (a.O., S. 277ff.). Mit den seit 1994 wieder alljährlich durchgeführten geheimen Zuwahlen ist die Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin durch die nunmehr über mehr als drei Jahrhunderte fortgeführte Auswahl ihrer Mitglieder und deren Wirken historisch unauflöslich mit der im Jahre 1700 gegründeten Sozietät und den nachfolgenden, mit verschiedenen Namen belegten Wissenschaftsakademien verbunden.

Zahlreiche von ihnen derzeit über 300 Mitgliedern sind in den Nachfolgeeinrichtungen der oben genannten ehemaligen Akademieinstitute auf dem Gebiet der Geo- und Kosmoswissenschaften tätig oder arbeiten auf *Humboldts* Spuren im Arbeitskreis Geo-, Montan-, Umwelt-, Weltraum- und Astrowissenschaften (GeoMUWA) mit, der im Jahr 2000 auf Anregung von *Heinz Kautzleben*, ehemals Direktor des Zentralinstituts für Physik der Erde (ZIPE) und später des Instituts für Kosmoswissenschaften der Akademie der Wissenschaften der DDR, gegründet und von ihm als Sprecher geleitet wurde (vgl. Banse et al. 2018, S. 75–82).

Die Leibniz-Sozietät sieht sich, wie ihre Vorgänger bis zurück zur Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Pflege des *Humboldt'schen* Erbes, darunter seines Wirkens für die Wissenschaft in Berlin verpflichtet. Neuestes Zeugnis dafür ist das „Mosaicum zum Denken, Wollen und Wirken Alexander von Humboldts“ am 22.10.2019 anlässlich seines 250. Geburtstages, dem auch der vorliegende Beitrag entstammt. Wie alle wissenschaftlichen Veranstaltungen der Leibniz-Sozietät von ihrem Beginn an war auch diese öffentlich – sicher im Sinne *Humboldts* und seiner legendären „Kosmos“-Vorlesungen!

Literatur

Archiv der BBAW, Bestand AL 661, Befehl der SMAD Nr. 187

Arrhenius, S. (1896): On the influence of carbon acid in the air upon the temperature of the ground. In: *Philosophical Magazine*, 41 (215), S. 238–276

Arrhenius, S. (1908): *Das Werden der Welten*. Leipzig

- Banse, G.; Küttler W.; Rothe, H.-J. (Hg) (2018): 25 Jahre Leibniz-Sozietät – Vielfalt des wissenschaftlichen Lebens 1993–2018. (= Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, 137)
- Bernhardt, K.-H. (1978): Globale physikalische Prozesse und Gesellschaft. Humboldt-Vorlesung 1978. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe XXVII, Heft 2, S. I–XVII
- Bernhardt, K.-H. (1984): Alexander von Humboldts Auffassung vom Klima und sein Beitrag zur Einrichtung von meteorologischen Stationsnetzen. In: Zeitschrift für Meteorologie, 34, S. 213–217
- Bernhardt, K.-H. (1989): Zum Neubeginn der Berliner Meteorologie bis zum Jahre 1949. In: Beiträge zur Geschichte der Humboldt-Universität zu Berlin, Heft 23, S. 52–58
- Bernhardt, K.-H. (2000): Goethe, die Meteorologie – und kein Ende? In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, 43, S. 63–100
- Bernhardt, K.-H. (2003): Alexander von Humboldts Beitrag zu Entwicklung und Institutionalisierung von Meteorologie und Klimatologie im 19. Jahrhundert. In: Algorismus, 41, S. 195–221
- Bernhardt, K.-H. (2008): Heinrich-Wilhelm Dove (1803–1879) und seine Stellung in der Geschichte der Berliner Meteorologie. In: Dahlemer Archivgespräche, 14, S. 61–100
- Bernhardt, K.-H. (2012): Klima im Wandel. LIFIS ONLINE (http://www.leibniz-institut.de/archiv/bernhardt_01_02_12.pdf); auch in: 10 Jahre LIFIS – 5 Jahre LIFIS ONLINE. Eine Auswahl von Beiträgen aus den Jahren 2007 bis 2012)
- Bernhardt, K.-H. (2014): Das Klimasystem der Erde im Licht des fünften IPCC-Sachstandsberichtes. In: Leibniz Online, Nr. 16 (www.leibnizsozietat.de/wp-content/uploads/2014/11/bernhardt.pdf)
- Bernhardt, K.-H. (2016a): Komplexität und Einfachheit im Klimasystem der Erde. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, 125/126, S. 25–47
- Bernhardt, K.-H. (2016b): Klima und Menschheit im Wandel. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, 129, S. 23–45
- Biermann, K.-R. (1971): Streiflichter auf geophysikalische Aktivitäten Alexander von Humboldts. In: Gerlands Beiträge zur Geophysik, 80, S. 277–291
- Börngen, M., Hupfer, P., Sonntag, D., Weickmann, L. A. (2015): Das Geophysikalische Institut der Universität Leipzig aus Anlass der 100. Wiederkehr des Gründungsjahres. (= Geschichte der Meteorologie in Deutschland 9). Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main
- Cubasch, U.; Kadow, C. (2011): Global Climate Change and Aspects of Regional Climate Change in the Berlin-Brandenburg Region. In: DIE ERDE, 142, Heft 1–2, S. 3–20
- Dill, H.-O. (2019): Alexander von Humboldt – früher Ökologe, Europa-Kritiker und Anti-Rassist. Marxistische Blätter. Sonderdruck zum 250. Geburtstag und zum Aktionstag von „fridays for future“. Essen, S. 3–21
- Ertel, H. (1955): Ein Problem der meteorologischen Akustik (Die tagesperiodische Variation der Schallintensität). In: Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Mathematik, Physik und Technik 1955, Nr. 2
- GARP: The physical basis of climate and climate modelling. GARP Publ. Ser. No. 16, 1975

- Gebauer, P. (Red.) (2016): Berliner Klimafibel. 100 Jahre Wetteraufzeichnungen. Berliner Wetterkarte e.V. (2. Aufl.). Berlin
- Goethe, W. v.: Shakespeare und kein Ende! In: Goethes Werke, Weimarer Ausgabe (WA) I/41, 1, S. 52–71
- Hellmann, G. (1887): Geschichte des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts von seiner Gründung im Jahre 1847 bis zu seiner Reorganisation im Jahre 1885. In: Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1885, herausgegeben von dem Königlich Preussischen Meteorologischen Institut, S. XX–LXIX
- Hellmann, G. (1897): Meteorologische Karten. Berlin (Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, No. 8)
- Holl, F. (2018): Alexander von Humboldt und der Klimawandel: Mythen und Fakten. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien. HiN XIX, 37, S. 37–56
- Humboldt, A. v. (1817): Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur de la globe. In: Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, 3, S. 462–602
- Humboldt, A. v. (1844): Central-Asien. Untersuchungen über die Gebirgsketten und die vergleichende Klimatologie. Berlin
- Humboldt, A. v. (1845): Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, Bd. 1. Stuttgart, Tübingen
- Humboldt, A. v. (1850): Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, Bd. 3. Stuttgart, Tübingen
- Humboldt, A. v. (1853): Kleinere Schriften. Erster Band. Stuttgart, Tübingen
- Hupfer, P.; Chmielewski, F.-M. (1990): Das Klima von Berlin. Berlin
- Hupfer, P. (Hg.) (1991): Das Klimasystem der Erde. Berlin
- Hupfer, P.; Becker, P.; Börngen, M. (2013): 20.000 Jahre Berliner Luft. Klimaschwankungen im Berliner Raum. Leipzig
- IPCC Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC). [Hauptautoren, R. K. Pachauri und L. A. Meyer (Hg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn 2016
- Klinkmann, H.; Wöltje, H. (Hg.) (1999): 1992 – Das verdrängte Jahr. (= Abhandlungen der Leibniz-Sozietät, 2). Berlin
- Körber, H.-G. (1959): Bemerkungen über die Erstveröffentlichung der schematischen Jahresisothermenkarte Alexander von Humboldts. Forschungen und Fortschritte, 33, S. 355–358
- Körber, H.-G. (1987): Vom Wetteraberglauben zur Wetterforschung. Leipzig
- Körber, H.-G. (1997): Die Geschichte des Preußischen Meteorologischen Instituts in Berlin. (= Geschichte der Meteorologie in Deutschland 3). Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main
- Latif, M. (2000): From weather prediction to short-range climate prediction. 50th Anniversary of Numerical Weather Prediction. Commemorative Symposium, Potsdam, 9–10 March 2000. Book of Lectures (Deutsche Meteorologische Gesellschaft e.V.)
- MEGA: Marx/Engels: Gesamtausgabe I, Bd. 26. Berlin 1985
- MEW: Karl Marx, Friedrich Engels, Werke, Bd. 20. Berlin 1978
- MEW: Karl Marx, Friedrich Engels, Werke, Bd. 32. Berlin 1973

- Möller, D. (2010): *Chemistry of the Climate System*. Berlin, New York
- Pieper, H. (2002): „Ungeheure Tiefe des Denkens, unerreichbarer Scharfblick und die seltenste Schnelligkeit der Kombination“. Zur Wahl Alexander von Humboldts in die Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres“ zu Berlin (= Berliner Manuskripte zur Alexander-von-Humboldt-Forschung 17). Berlin (3. Aufl.)
- Saito, K. (2016): *Natur gegen Kapital. Marx' Ökologie in seiner unvollendeten Kritik des Kapitalismus*. Frankfurt/M.
- Scheler, W. (2000): *Von der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin zur Akademie der Wissenschaften der DDR*. Berlin
- Schneider-Carius, K. (1961): *Das Klima, seine Definition und Darstellung; zwei Grundsatzfragen der Klimatologie* (= Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts der Karl-Marx-Universität Leipzig, Zweite Serie, Bd. XVII, Heft 2). Leipzig
- Singer, S. F. (Hg.) (2008): *Die Natur, nicht menschliche Aktivität, bestimmt das Klima*. Jena
- WMO: *Statement on the State of the Global Climate in 2018*. World Meteorological Organization, WMO-1233, 2019.
- Wulf, A. (2016): *Alexander von Humboldt und die Erfindung der Natur*. München