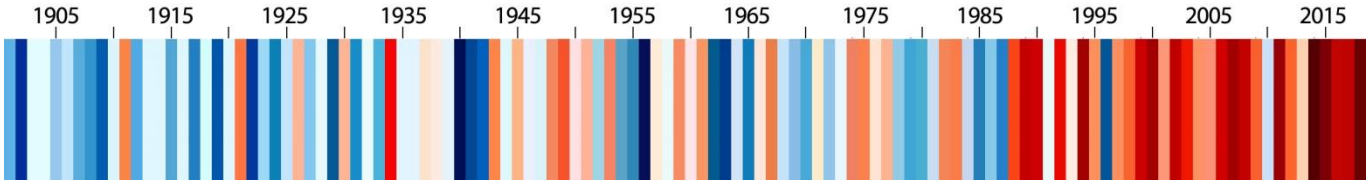



# Klimanotstand

## Inhalt

Der Jetstream schwächelt ..... 2
Wälder verdorren ..... 4
Neue Schädlinge breiten sich aus ..... 7
Klimanotstand und Biodiversitätsverlust ..... 10
Landwirtschaft als Täter, Opfer und Helfer ..... 11
Tragfähige und unangemessene Lösungen ..... 16
Anhänge ..... 17

Die **Titelgrafik** veranschaulicht die Temperaturentwicklung in Deutschland zwischen 1901 und 2018 in einem einfachen Farbsystem mit Jahresbalken von dunkelblau = kalt bis dunkelrot = heiß. Diese Darstellung hat der britische Klimaforscher Ed Hawkins entwickelt – und für alle Länder der Erde umgesetzt[1] –, um einfach und dennoch fundiert deutlich zu machen, wie sich die Aufheizung der Erde im letzten Jahrhundert, sowie forciert seit Ende der 1980er Jahre beschleunigt. Diese Aufheizung ist menschengemacht. Verantwortlich sind die wachsenden Emissionen der „Treibhausgase", vor allem $CO_2$, aber auch Lachgas ($N_2O$) und Methan ($CH_4$).

Noch nie hat es in der überschaubaren Erdgeschichte (Abb. 1) binnen weniger Jahrzehnte eine solch gravierende klimatische Veränderung gegeben. Einen aussagekräftigen Beleg liefern die im Eis der Antarktis konservierten atmosphärischen $CO_2$-Konzentrationen, die dort über 600.000 Jahre zurückverfolgt werden konnten (Abb. 1 mit den antarktischen Eisbohrorten Epica und Vostok)[2]. Zur besseren Vorstellung dieses respektablen Zeitraums sei darauf hingewiesen, dass der Homo sapiens vor ca. 100.000 seine Migration aus Afrika begann und vor ca. 40.000 Jahre bis nach Westeuropa vorgedrungen war.

Den heutigen Vergleichszustand liefert die seit 1958 auf dem 4170 m hohen Mauna Loa-Vulkan (Hawaii) betriebene Messstelle, an der die atmosphärische $CO_2$-Konzentration kaum von Einflüssen der Vegetation und des Menschen beeinträchtigt ist. Während der $CO_2$-Konzentrationswert im Laufe der Warm- und Kaltzeiten der letzten 600.000 Jahre um 250 ppm schwankte, ist er in nur 50 Messjahren auf knapp 400 ppm gesprungen. Dieser Anstieg vollzog sich so rasant, dass er im Maßstab der Abb. 1 nicht mehr als ansteigende Linie, sondern nur noch

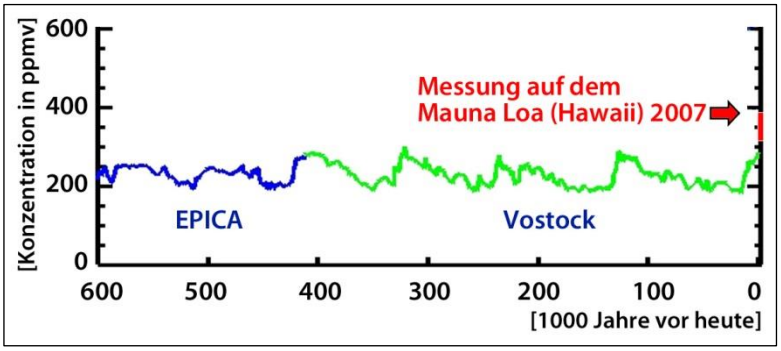



***Abb. 1**: Konzentration von atmosphärischem $CO_2$ in antarktischen Eisbohrkernen der letzten 600.000 Jahre (blau, dann grün) im Vergleich zu heutigen Messungen (rot).*

[1] vgl. FAZ vom 26. Juni 2019, online: faz.net/aktuell/wissen/. Die Temperaturbalkendiagramme für einzelne Länder können auf der Hawkins-Website https://showyourstripes.info/ abgerufen werden.

[2] Daten nach IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): http://www.ipcc-data.org/observ/ddc_co2.html

als vertikaler Balken dargestellt werden kann (roter Abschnitt auf der rechten Konzentrationsachse). Die Tendenz ist ungebrochen, im Mai 2019 wurden bereits 415 ppm gemessen[3].

Die Titelgrafik endet mit einem tiefroten Balken für das Jahr 2018. Er spiegelt einen Hitzesommer, der zudem extrem trocken ausfiel und das Wasserdefizit im Boden stark anwachsen ließ. Der im Diagramm noch nicht dargestellte Sommer 2019 setzte gleich noch einen drauf: das Regendefizit wurde durch Winter- und Frühjahrsregen nicht ausgeglichen, vielmehr wartete dieses Jahr im Juli mit nie dagewesenen Temperaturen auf, wo in Deutschland gleich an drei aufeinanderfolgenden Tagen mit Werten über 40 °C die höchsten Temperaturen seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 gemessen wurden. Wenn angesichts dieser exponentiellen Entwicklung noch von Klima-„Wandel“ gesprochen wird, ist das verharmlosend. Daher der hier gewählte Titel.

Dieser Text wertet Anregungen dreier Vorträge im **Naturwissenschaftlichen Verein Darmstadt** aus, die sich im Frühjahr 2019 der Klimaveränderung widmeten – begonnen mit einer meteorologischen Einführung, gefolgt von sektoralen Betrachtungen über die Klimafolgen auf Wälder und Landwirtschaft (zu den Vortragsthemen siehe Anhang 1).

## Der Jetstream schwächelt

Auch wenn die gängigen Wettervorhersagen noch immer mit anheimelnden Bildern voller Sönnchen, Wölkchen und Regentropfen daherkommen, setzt sich allmählich die Erkenntnis durch, dass es jenseits dieser plakativen, aber wenig instruktiven Anschauung globale Phänomene gibt, die unser Wetter wesentlich bedingen: die Jetstreams. Ihre Veränderung kann klimatische Auswirkungen weitreichender Bedeutung haben. Eine Modellvorstellung zeigt Abb. 2 (Grafikvorlage RAOnline, ergänzt). Von diesen Strömungen in einer Höhe zwischen 8 und 10 km gibt es vier, die sich zu je Zwei symmetrisch auf Nord- und Südhalbkugel verteilen. Man unterscheidet je Halbkugel den **Subtropischen Jetstream** vom **Polarjet**, letzterer prägt das Wetter in unseren Breiten. Diese Starkwindbänder resultieren aus Luftmassenbewegungen aus den heißen tropischen Bereichen in die kalten polaren Regionen, also auf unserer Halbkugel aus einer Süd-Nord-Bewegung. Aus heißen Regionen wie der Sahara steigt die Luft auf, strömt nach Norden und senkt sich in die kalten polaren Bereiche ab. Durch die Erddrehung (Corioliskraft) werden diese Luftmassen nach Osten umgelenkt und fließen in unseren Breiten als wellenförmiges Band („Rossby-Wellen“) von West nach Ost. In den Wellentälern bilden sich Tiefs, die von polarer Luft gefüllt werdn, in den Wellenbergen finden wir die Hochs, aufgefüllt mit warmer Luft von Süden.

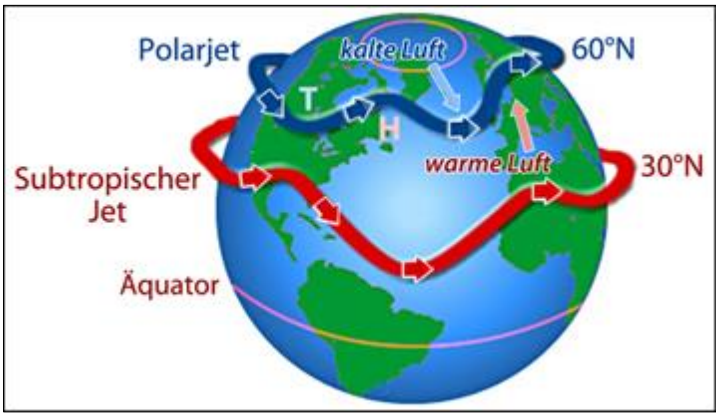



***Abb. 2:** Jetstream-Modell, nördliche Halbkugel, mit Ergänzung der Hoch- und Tief-Lagen nebst typischer Luftbewegungen.*

Soweit die Theorie. Vor nicht allzu langer Zeit zeigte sich diese Theorie auch noch in der Realität: in mehr oder weniger regelmäßigem Wechsel zogen die Jetstream-getriebenen Hochs und Tiefs nach Osten über uns hinweg und brachten einen Wechsel aus Sonnenschein mit Wärme und Regen mit Kühle. Ersterer tat der Seele, letzterer der Vegetation gut. Inzwischen haben wir uns von dieser Realität verabschiedet und müssen dies auch in Bezug auf die Theorie tun. Die Gründe sind noch nicht vollständig verstanden, doch mit der Aufwärmung der Erde – insbesondere der Polarregionen – sinkt das Süd-Nord-Druckgefälle und der Jetstream verlangsamt sich. Seine Wellen werden ausgeprägter, die Strömungswege damit länger, die Geschwindigkeit der Ostdrift wird geringer – bis das Ganze in eine Starre verfällt, die ein etabliertes Hoch kaum noch nach Osten verschwinden lässt. Weil ein vom Jetstream umschlungenes Hoch im Wellenberg zwischen zwei Tiefs in Wellentälern einem griechischen Ω ähnelt, nennt man diese Situation eine **Omega-Wetterlage**. Abb. 3 zeigt eine solche Situation für die Rekordhitzewoche um den 25. Juli 2019.

[3] https://www.scinexx.de/news/geowissen/co2-werte-erreichen-neuen-rekordwert/

In diesen Hitzetagen war auffällig, wie langsam sich die Kondensstreifen der Düsenjets in Jetstreamhöhe am Himmel auflösten. Das gab eine Anschauung von der erlahmten Luftmassenbewegung im Zuge des Jetstreams von West nach Ost. Die langsam über Spanien und Frankreich bis nach Deutschland eingedrungenen Sahara-Luftmassen waren über Tage weiterer Aufheizung ausgesetzt. Hinzu kam der Effekt, dass die nach Überquerung von Gebirgsketten wie Pyrenäen oder Alpen im Lee absinkende Luft eine weitere Temperaturerhöhung erfährt. Und schließlich verbreiterte sich der Zustrom heißer südlicher Luftmassen auf das westliche Mittelmeer. Dort konnten sie sich mit Wasserdampf sättigen und so die schwüle Hitze zum Ende der extrem heißen Tage vorbereiten.

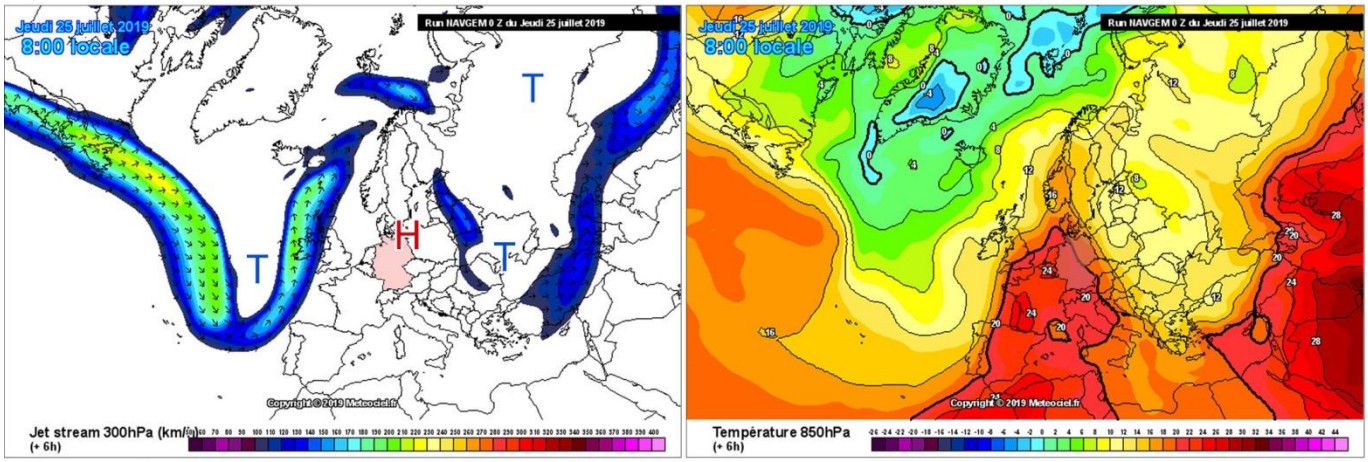



***Abb. 3**: Klimabilder vom Rekordhitzetag, Donnerstag 25. Juni 2019 – links ein schwacher Jetstream in Ω-Form (Deutschland hervorgehoben, Lage des Hochs und der Tiefs ergänzt), Windgeschwindigkeiten nördlich und östlich von Deutschland im Bereich unter 160 km/h – blauer Bereich – bei einer bis über 400 km/h reichenden Skala. Rechts die zugehörige Temperaturverteilung, die vom breitem zähen Zustrom heißer Saharaluft über das westliche Mittelmeer bis nach Deutschland in das dortige Hoch geprägt ist (Quelle: meteociel.fr). Die Temperaturen werden im Bereich von 850 hPa, d.h. ca. 1,5 km über dem Meeresspiegel dargestellt, wo sie weitgehend unabhängig vom Tag-Nacht-Zyklus sind. Daher ist hier für Deutschland „nur" ein Maximum von 24 °C ausgewiesen.*

Abb. 4 zeigt das zugehörige Bild für den 28. Juli 2019 mit Jetstream und Temperaturverteilung im gleichen Bereich wie in Abb. 3:

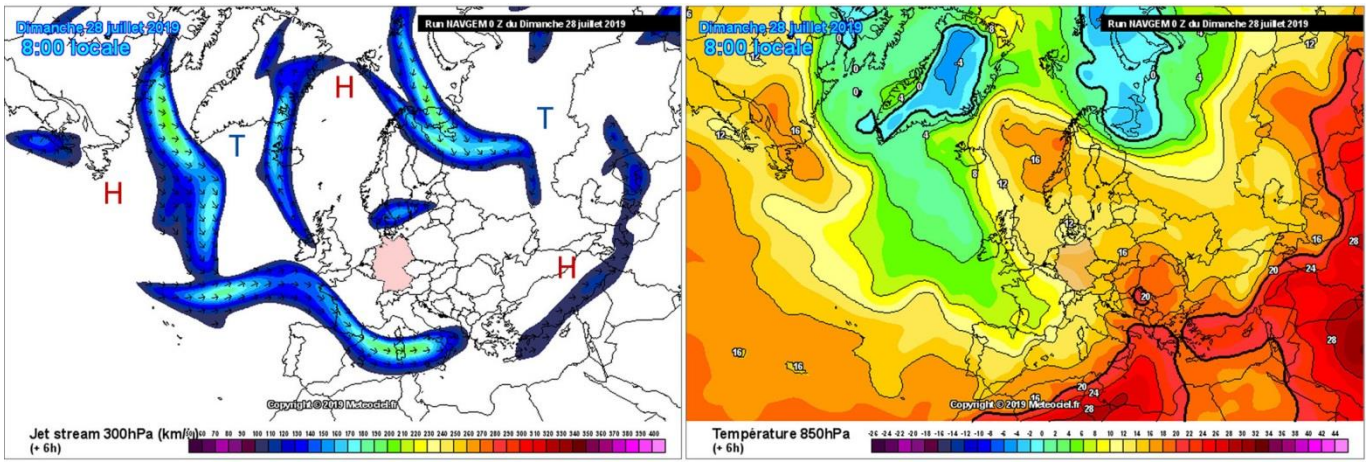



***Abb. 4**: Zerfledderter Jetstream und Temperaturverteilung am nachfolgenden ‚Regentag', Sonntag dem 28. Juli 2019. Über Deutschland ist es nun 8° kühler.*

Ein Teil der heißen Luft driftete nach den extremen Hitzetagen nach Nordwesten Richtung Grönland, womit die Richtungspfeile in diese ‚falsche' nordwestliche Richtung beim links umhüllenden Jetstream-Fragment korrespondieren. Die Wirkung auf die dortige Eisdecke liegt auf der Hand. Das kleine Jetstream-Fragment nördlich von Deutschland strömte gar genau in die ‚falsche' westliche Richtung, wie es die kleinen schwarzen

Richtungspfeile im Stream zeigen. Die Hauptmasse der heißen Luft hing nun über Ungarn sowie in einem langen breiten Band vom Mittelmeer bis hinauf nach Sibirien, wo 2019 in bislang beispiellosem Umfang Waldbrände wüteten[4] und das Auftauen der globalklimatisch so wichtigen Permafrostböden beschleunigen.

Die frühere Generalrichtung der Luftmassenbewegung von West nach Ost war in diesen Tagen nicht mehr wirksam. Entsprechend unbeweglich zeigten sich die verstreuten Regengebiete in Deutschland, die im Regenradar kaum eine Generalrichtung erkennen ließen, mal hierhin und dorthin waberten und wohl vor allem die hohe Luftfeuchte ausregneten. Diese Niederschläge konnten nicht einmal die Austrocknung in den vorangegangen heißen Tagen ausgleichen, was lokale Starkregenereignisse mit Windbruch und Überflutungen nicht ausschloss. Wir müssen uns nun an Erklärungen wie „*Fallböe aus einer Gewitter Superzelle*“ gewöhnen, „*bei der Luftströme mit hoher Geschwindigkeit auf den Boden treffen und sich dann horizontal vorwärts bewegen, so dass Regen und Hagel waagerecht durch die Luft peitschen*“[5]

Solche unkalkulierbaren, lokal eng begrenzten Extremereignisse sind ein weiteres wesentliches Phänomen des Klimawandels. Sie tragen jedoch nicht einmal am begrenzten Ort des Starkniederschlags wesentlich zur Bodenfeuchte und Grundwasseranreicherung bei, da auf den ausgetrockneten Böden der größte Teil des Niederschlags abfließt.

Gängige Jetstream-Erläuterungen, wie man sie im Internet findet, wirken angesichts dieser Entwicklungen wie aus einer anderen Welt, z.B. diese: *Der Strahlstrom oder Jetstream ist immer* [!] *vorhanden. Er umschlängelt die Erde wie ein Fließband* [!] *und in ihm bzw. auf ihm ziehen die Tiefdruckgebiete und Luftmassen (Winde). An einer Stelle weitet er sich etwas* [!] *nach Norden, an einer anderen Stelle mehr nach Süden aus. Er bildet so Wellentäler und Wellenberge* (raonline.ch).

## Wälder verdorren

Forstleuten war nach dem heißen und extrem lange trockenen Jahr 2018 alsbald klar, dass dies gravierende Auswirkungen auf die Wälder haben würde. Es dauerte dennoch eine Weile, bis sich im Zuge des nachfolgenden Extremhitzejahres 2019 die Meldungen über massive Schäden in den Wäldern immer mehr häuften. Von 110.000 Hektar Verlust bundesdeutschen Waldes im Dürrejahr 2018 und den ersten Monaten 2019 war nun die Rede[6].

Der von Grundwasserabsenkungen vorbelastete und von Verkehrstrassen durchschnittene Darmstädter Westwald ist inzwischen derart geschädigt, dass er kaum noch zu retten sein wird. Hier könnte nur noch ein Neuaufbau helfen, falls unverändert laufende Planungen für weitere Straßen- und ICE-Trassen sowie neuerdings auch Neubaugebiete auf absterbenden Waldflächen überhaupt noch zusammenhängende Restflächen übrig lassen. Selbst der immer als stabil geltende Darmstädter Ostwald zeigt inzwischen deutliche Schädigungsspuren – Bäume, die nach dem Hitzejahr 2018 ihr Laub nicht mehr abwerfen konnten, färben ein nur schütter grünendes Umfeld braun (Abb. 5).

***Abb. 5**: Abgestorbene Buchen im schütteren Darmstädter Ostwald (Juli 2019)*

[4] vgl. z.B. WELT-online vom 25.07.2019: welt.de/newsticker/

[5] Deutscher Wetterdienst zu den Zerstörungen um Mörfelden-Walldorf am 18.08.2019 laut FAZ v. 20.08.20129.

[6] Angabe des Präsidenten der Familienbetriebe Land und Forst, Max von Elverfeldt, in FAZ 26.07.2019

Abb. 6 veranschaulicht den Zusammenhang von steigenden Temperaturen, sinkenden Niederschlägen und der Wasserbilanz im Resultat[7].

Die Niederschläge waren in Hessen bereits in der **Vergangenheit** zu gering und erzeugten ein Wasserbilanzdefizit von über 100 mm – im Hessen*durchschnitt*! Im heißeren Südhessen war die Wasserbilanz schon in der Vergangenheit ungleich negativer.

Die **Prognose** legt einen durchschnittlichen Temperaturanstieg von 1,9 °C zugrunde, was angesichts der noch immer unzureichenden weltweiten klimapolitischen Anstrengungen nur als optimistisch bezeichnet werden kann. Die Niederschläge gehen weiter zurück und die Wasserbilanz verschlechtert sich gravierend – insbesondere in Südhessen und seinen sinkenden Grundwasserressourcen im Rheingraben, aber auch im Odenwald, dessen Grundwasserströme den Rheingraben speisen. Nur der Feldberg im Taunus lugt noch als schwacher Aktivposten aus der tiefroten Karte hervor. Selbst der Vogelsberg, dessen Wasser von Frankfurt bereits heute über Gebühr abgepumpt wird, gerät stark ins Minus.

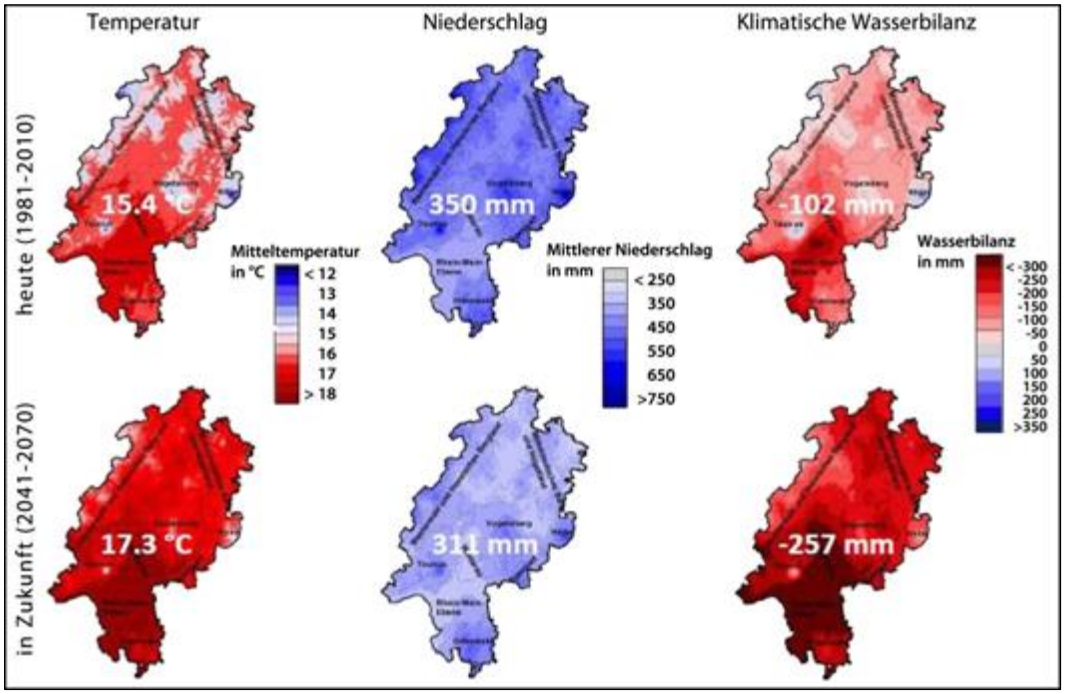



***Abb. 6**: Die Klimafaktoren jahresdurchschnittlicher „Temperatur" und „Niederschlag" und ihr Resultat in der negativen „Klimatischen Wasserbilanz" – in Vergangenheit und Zukunft, dargestellt für Hessen.*

Die negative Wasserbilanz kann die vom Wachstum in der Region übermäßig beanspruchten Grundwasserstände nicht stabilisieren, geschweige denn heben und untergräbt damit die Existenzbasis jener Wälder, die einst mit Grundwasserkontakt aufgewachsen sind. Sie können sich an die rasanten Veränderungen nicht anpassen. Nun kommen zum verloren gegangenen Grundwasserkontakt Trockenheit und Hitze hinzu[8].

---

[7] Zusammengestellt von **Hessen Forst** mit Ausweisung folgender Quellen: Klimadaten des DWD (1981-2010); Klimaprojektion RCP 8.5 für 2041-2070 (RCP = Repräsentative Konzentrationspfade / Representative Concentration Pathways, vgl. http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/RCP-Szenarien; ECHAM 6 (das ist die aktuelle Version des ECHAM-Klimamodells, entwickelt am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg, vgl. https://mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/echam/). Die abgebildeten Grafiken wurden von der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) erstellt. Die angegebenen **Niederschlagsmengen** beziehen sich lediglich auf die Vegetationsperiode (April bis September) und liegen deshalb deutlich unter den Gesamtniederschlägen eines Jahres, deren Mittelwert über die Jahre 1961 bis 1990 in Hessen 812 mm betrug (Umweltatlas Hessen). Die **Klimatische Wasserbilanz** ergibt sich aus der Differenz von Niederschlägen und potentieller Verdunstung. Sie ist vor allem ein Indikator für die Bodenfeuchte, die einer Vegetation zur Verfügung steht. Abschätzungen zur Grundwasserneubildung lassen sich daraus nicht unmittelbar ableiten.

[8] Die Problematik vorn absinkendem Grundwasser und Waldgefährdung im Hessischen Ried wurde ausführlich in einer Studie der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt analysiert: Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried. Entscheidungsunterstützung vor dem Hintergrund sich beschleunigt ändernder Wasserhaushalts- und Klimabedingungen und den Anforderungen aus dem europäischen Schutzgebietssystem Natura 2000, Göttingen 2013, online: univerlag.uni-goettingen.de

Abb. 7 zeigt die **Trockenstressgefährdung** der Hauptbaumarten in Vergangenheit und prognostizierter Zukunft[9]. Bereits in den **Vergangenheit**sbildern (beschriftet mit „*heute (1981-2010)*“) wird deutlich, dass es Fichte und Buche im Südhessischen Raum nicht mehr gut ging. Insbesondere entlang des Mains bis hinein in den Rheingau zieht sich ein Band starker Schädigung (rote Bereiche für Fichte und Buche in Abb. 7 links oben). Südhessen um Darmstadt und das Hessische Ried zeigten sich noch etwas geringer geschädigt. Für die **Zukunft** befürchtet die Prognose für die südliche Hälfte Hessens einen Totalschaden in den Fichten- und Buchenbeständen. Nur die Wälder im äußersten Nordwesten (Rothaargebirge und Nationalpark Kellerwald) sowie kleinere Flächen in der Rhön kommen noch leidlich davon. Selbst die bislang robusten Eichen/Douglasien- sowie Kiefernwälder geraten in Südhessen (mit Ausnahme des südlichen Odenwalds) in die gelbe Gefährdungszone.

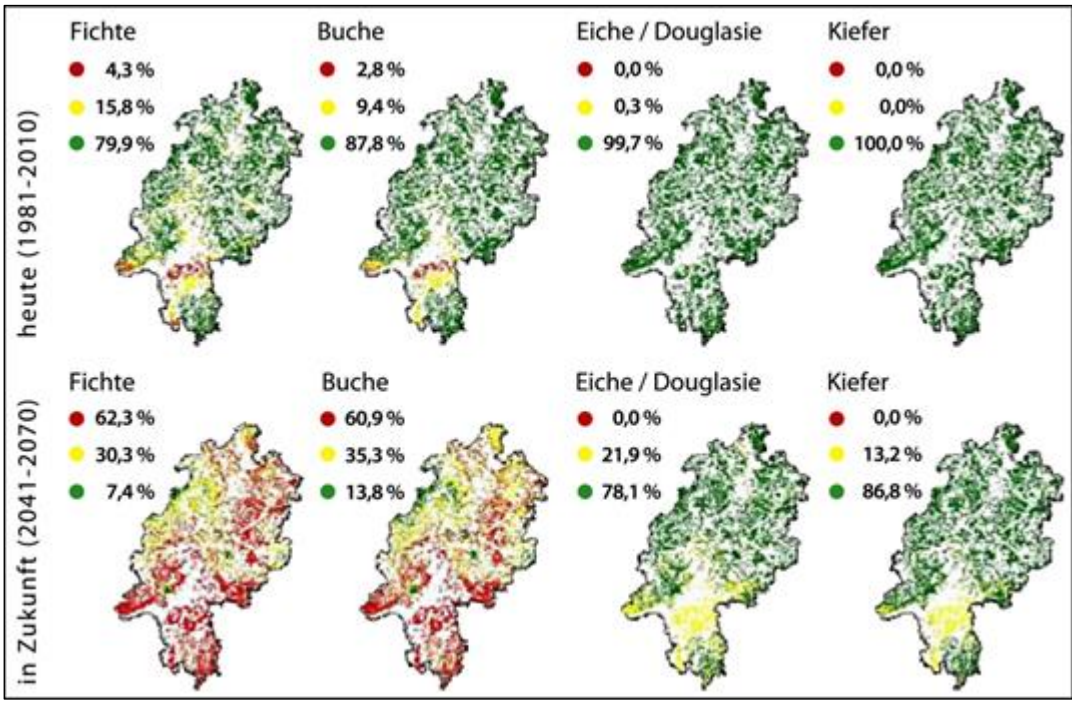



***Abb. 7**: Trockenstressgefährdung einheimischer Baumarten in Vergangenheit und Zukunft (Darstellung für Hessen) mit dem Rhein-Main-Gebiet als Brennpunkt dieser Schadensentwicklung.*

Es ist unverkennbar, dass das **Wachstum** im Rhein-Main-Neckar-Gebiet, verbunden mit unverminderter Flächenversiegelung durch Siedlungen für die wachsende Bevölkerung oder Logistikzentren für den ‚bequemen‘ Versandhandel und der damit einhergehende steigende Wasserverbrauch bei zurückgehenden Niederschlägen und zunehmender Temperatur die entscheidenden Steuerungsgrößen für diese Entwicklung sind. Der Trend ist nicht nur „global“, sondern er hat auch seine gravierenden regionalen Ausprägungen. Da menschliche Innovationskraft die von Club of Rome (Meadows et. al.) im Jahre 1972 prognostizierten „Grenzen des Wachstums“ immer wieder zu sprengen weiß, stößt das Wachstum nicht *von sich aus* automatisch an Grenzen. Deshalb muss auch eine von Menschen entschiedene Wachstumsstopp-Politik diesen von Menschen gemachten Prozess bremsen – insbesondere in bereits heute übermäßig belasteten Gebieten wie Rhein-Main.

Was die verbliebenen, weil zusammengesparten Forstleute gegen die Schadensentwicklung tun können, tun sie längst – Waldumbau nach nicht neuen Kriterien: Ablösung von wirtschaftlich gut verwertbaren Fichten-Monokulturen durch Mischwälder, mehrschichtiger Waldaufbau, Einsatz von Pionierarten (Birke, Kiefer, Aspe/Zitterpappel, Vogelbeere) auf Katastrophenflächen, Förderung Dürre-unempfindlicherer Arten wie Hainbuche, Elsbeere, Kirsche und Winterlinde. Doch wo die Klimaentwicklung so rasant wie heute verläuft, können sich die vorhandenen Bestände nicht mehr anpassen und dürften weitgehend als verloren gelten. Ehe vielleicht ein neuer Waldaufbau gelingt, werden Steppen große Teile der vorhandenen Baumvegetation ablösen.

[9] Gleiche Datengrundlagen wie zuvor, ferner ist die Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 der BGR (BÜK1000) für die Nutzungsart Wald zugrundegelegt (www.bgr.bund.de/).

Die Anfälligkeit der Baumarten für klimatische Veränderungen wurde von der forstwissenschaftlichen Forschung in sogenannten „**Klimahüllen**“ modelliert[10]. Das sind zweidimensionale Häufigkeitsverteilungen von Jahresdurchschnittstemperaturen und Jahresniederschlagsmengen, die Baumarten-spezifisch ermittelt wurden. Für die „Gegenwart“ wurden diese Hüllen aus den Jahren 1950 bis 2000 ermittelt, für die Zukunft für die Jahre 2071-2100 prognostiziert.

Die mangelnde Überdeckung ihrer Klimahülle mit dem Baumart-spezifischen „Wohlfühlbereich“ (in der jeweiligen Abbildung als Farbfläche unterlegt) korrespondiert bei der **Fichte** (Abb. 8) mit dem bereits deutlich erkennbaren Schädigungsbild: Schon ‚heute‘ driftet ihre Klimahülle bei zu hohen Temperaturen über den Wohlfühlbereich des Baums *hinaus* (gelb gepunkteter Bereich) und wird ihn in Zukunft fast gänzlich verlassen (rote Bereichsumrandung).

Es gibt aber auch Baumarten, die mit der klimatischen Entwicklung in ihren „Wohlfühlbereich“ *hinein*driften. Das trifft etwa für den **Feld-Ahorn** zu (Abb. 8 unten) Er füllt aber als „seltene Baumart“ bundesweit zusammengenommen nur knapp 7.000 ha Waldflächen[11]. Bei insgesamt 11,4 Mio. ha Wald entspricht dies lediglich einem Anteil von 0,06 %. Eine Lösung für das Problem gravierender Waldverluste sind solche Baumarten also bislang nicht. Wie das Diagramm zeigt, mag er die Kombination von hohen Niederschlägen und kühlen Temperaturen nicht, die mit den aktuellen Klimatrends aber immer mehr verschwindet.

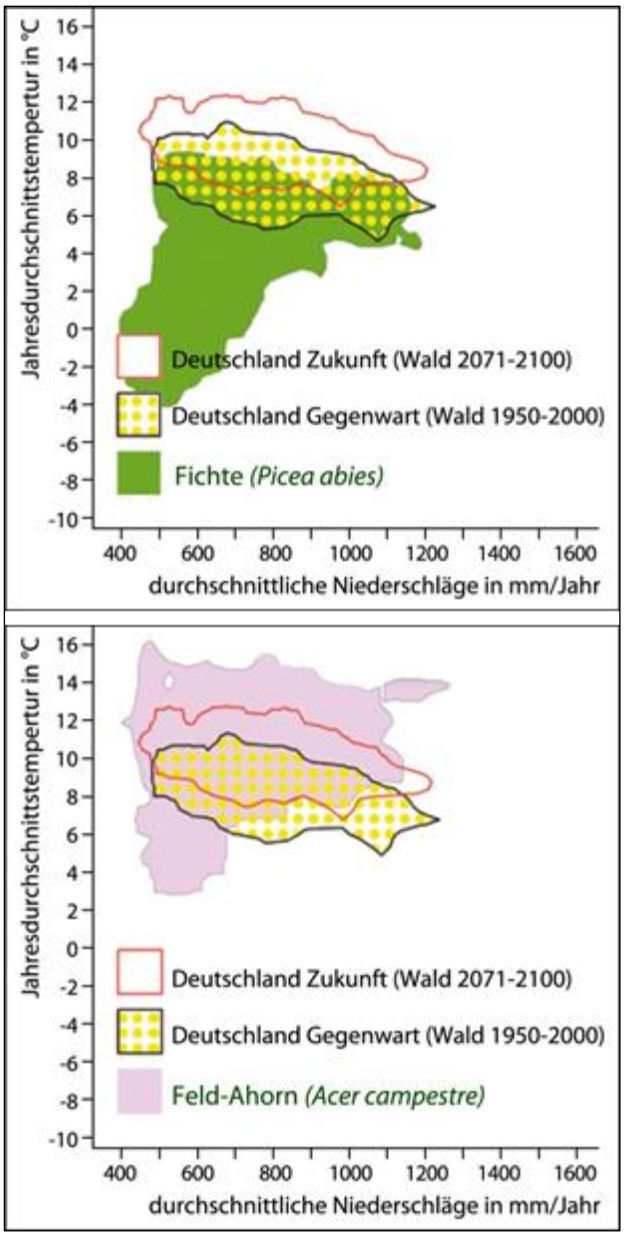



***Abb. 8**: Klimahüllen und „Wohlfühlbereiche“ von Fichte (grün) und Feld-Ahorn (rosa).*

## Neue Schädlinge breiten sich aus

Anders verhält es sich mit dem häufigeren **Berg-Ahorn**. Seine Verbreitung deckte sich in der Vergangenheit mit seinem „Wohlfühlbereich“ (Abb. 9). In Gebieten mit Durchschnittstemperaturen über 10 °C und Niederschlägen unter 600 mm/Jahr wie im Rhein-Main-Gebiet wird es für ihn allerdings kritisch. Prompt zeigt sich bei dieser Baumart neben Temperatur- und Niederschlagsentwicklung noch ein anderes Problem: Im Hitze und Trockenheitsstress werden die Bäume anfällig gegen eine Erkrankung, die in Deutschland erst 2005 erstmals festgestellt wurde: die **Rußrindenkrankheit**[12]. Sie wird durch Sporen des Pilzes *Cryptostroma corticale* hervorgerufen und lässt die Bäume relativ schnell absterben. Der Befall ist zudem auch für Menschen gefährlich, die die Sporen einatmen, was Reizhusten, Atemnot, Müdigkeit und Fieber auslösen kann. Deshalb müssen die Waldarbeiter mit Atemschutz arbeiten, die gefällten Bäume werden in Müllverbrennungsanlagen

[10] Christian Kölling, Klimahüllen für 27 Waldbaumarten, in: AFZ-DerWald 23/2007, S. 1242, online: https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/afz-klimahuellen-fuer-27-baumarten.pdf. Der Autor leitet das Sachgebiet „Standort und Bodenschutz“ an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising.

[11] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2014, Erfassung und Dokumentation genetischer Ressourcen des Feld-Ahorns, S. 25, online: https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/BiologischeVielfalt/Abschlussbericht_Feldahorn.pdf.

[12] vgl. z.B. FAZ-Rhein-Main vom 9.2.2019: „Gefahr durch schwarze Sporen“.

entsorgt. Inzwischen müssen – wie im Rumpenheimer Schlosspark – Parkanlagen gesperrt werden, weil die Fachfirmen mit der Fällung nicht mehr nachkommen[13].

Solche „Schwächeparasiten“ sind beileibe kein Problem des Bergahorns allein. Von allen Seiten kommen die Meldungen über solche Zusatzschädigungen vorgeschädigter Bäume. Hier einige weitere Beispiele:

Bereits seit längerem setzt Eichen und anderen **Laubbäumen** die Raupe des unauffällig braunen **Eichenprozessionsspinner**-Nachtfalters (*Thaumetopoea processionea*) mit ihrem Kahlfraß zu. In Deutschland sind durch Massenvermehrung dieser invasiven Art inzwischen alle Bundesländer betroffen.

Das **Diplodia-Triebsterben** bei **Kiefern** ist ebenfalls nichts völlig Neues, allgemein aber eher vom Absterben der Koniferen in heimischen Gärten bekannt. Doch je höher die Temperaturen, desto mehr nehmen gravierende Schädigungen an Nadelbäumen durch den zugrundeliegenden Pilzbefall zu[14]. Es handelt sich um den wärmeliebenden Schlauchpilz *Sphaeropsis sapinea*, syn. *Diplodia sapinea* (daher der Name des Befalls), der sich parallel zur klimatischen Entwicklung seit den 1980-er und 90-er Jahren in Mitteleuropa ausbreitet und neben Kiefern auch Douglasien und Tannen befällt.[15]

Eine weitere Schädigung erleiden die Kiefern durch die **Kiefernmispel** (*Viscum album*), die den Bäumen das rarer werdende Wasser sowie Nährstoffe entzieht.

Eine zweite **Schlauchpilzart** – das Falsche Weiße Stengelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*, Abb. 10 oben) – ist für die starke Gefährdung von **Eschen** verantwortlich, worüber bereits Ende 2017 aus dem Forstamt Hanau-Wolfgang berichtet wurde[16]. Dieser ursprünglich aus Japan stammende Schädling ist besonders kritisch, weil die Esche eigentlich als Baumart der Zukunft gilt – ist doch ihre Klimahülle auch mit zukünftig heißeren und trockeneren Bedingungen kompatibel (Abb. 10 unten).

Eine weitere Schlauchpilzart ist auf Kastanien (*Castanea sativa*) spezialisiert. Die Sporen des *Cryphonectria parasitica* dringen über kleine Wunden in die Baumrinde ein und verursachen den **Kastanienrindenkrebs**. Auch dieser Pilz stammt ursprünglich aus Ostasien. Er breitete sich seit 1938 von Genua im gesamten Mittelmeerraum aus und wanderte später nach Norden. In Deutschland wurde

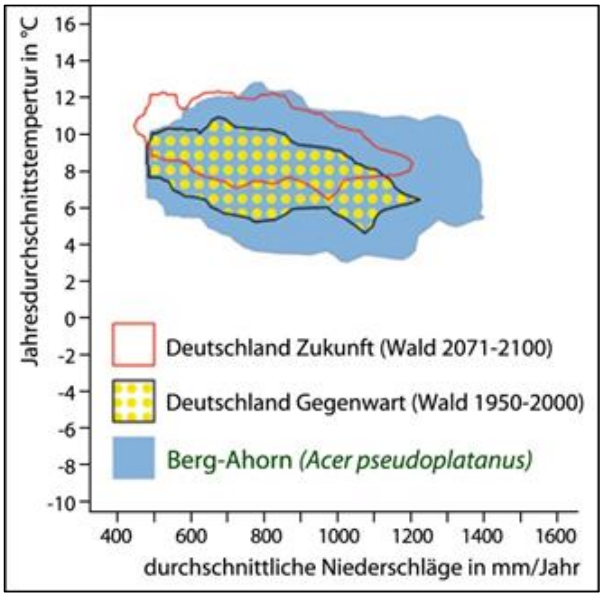
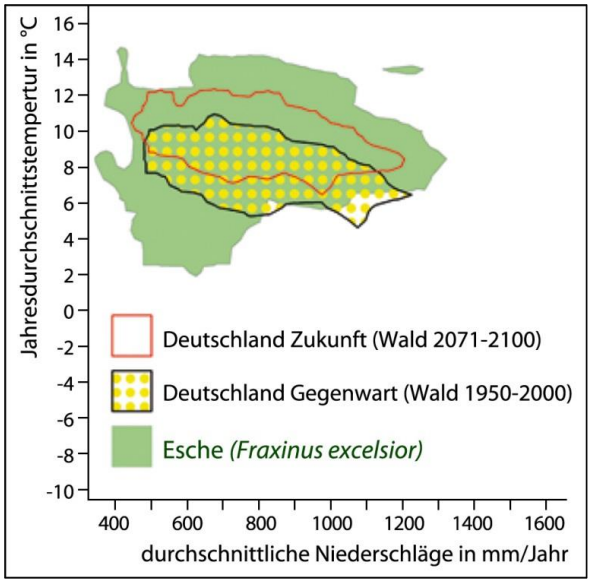



***Abb. 9**: Klimahüllen und „Wohlfühlbereich“ des Berg-Ahorns.*

***Abb. 10**: Hymenoscyphus fraxineus-Befall von Eschentrieben (Bildquelle: Wikimedia-commons).*

*Unten die zugehörige Klimahülle der Esche, die erst mit dem Klimawandel vollständig in den „Wohlfühlbereich“ der Baumart hineindriftet.*




[13] FAZ v. 06.08.2019: „Zu wenige Spezialisten für Beseitigung abgestorbener Bäume“.

[14] vgl. „Mit der Trockenheit kommt der Pilz – Diplodia-Triebsterben der Koniferen“, online: lwf.bayern.de/waldschutz/

[15] G. Langer, Diplodia-Triebsterben der Kiefer, Jan. 2011 bei ResearchGate.

[16] Das Sterben der Eschen, FAZ 6.12.2017

er erstmals 1992 nachgewiesen. Auch hier ist die Parallele zur Temperaturentwicklung unverkennbar und auch hier ist ein ‚Baum der Zukunft' betroffen, dessen Klimahülle nur bei Niederschlägen unter 500 mm/Jahr aus dem „Wohlfühlbereich" herausfällt, der hingegen höhere Temperaturen verträgt.

In dieser – nur beispielhaften – Aufzählung zunehmender Gefährdung der einheimischen Bäume durch Schädlinge darf jedenfalls eine Art nicht fehlen, die vorzugsweise Fichtenbestände, aber auch Lärchen, Douglasien und andere Nadelhölzer angreift: der **Buchdrucker**. *Ips typographus* ist eine Art aus der Familie der Borkenkäfer (*Scolytinae*), die ihren Namen wegen der Ähnlichkeit ihrer Fraßgänge zu Schriftzeichen erhalten hat. Normalerweise können sich Nadelhölzer durch Harzaussonderung gegen diese Feinde wehren. Sind die Bäume jedoch durch Hitze und Trockenheit vorgeschädigt, so erliegen sie bei Massenvermehrung dieser Käfer dem Befall.

Als 1970 der **Bayerische Wald** als erster Nationalpark Deutschlands eingerichtet wurde, endete jegliche Bewirtschaftung und damit auch die Bekämpfung von Schädlingen wie dem Borkenkäfer. Mehrere schwere Stürme in den 1980-er Jahren führten zu großflächigem Windbruch; Vorschädigungen resultierten bereits aus den Emissionen tschechischer Kraftwerke („saurer Regen"). In diesen geschwächten Waldgebieten konnten sich die Buchdrucker – begünstigt durch mehrere besonders warme Jahre in Folge – massiv ausbreiteten.

Trotz energischer Proteste von Waldbesitzern, in deren angrenzende Wälder sich die Buchdrucker aus dem Nationalparkareal ausbreiteten, blieb die bayerische Landesregierung standhaft und überließ den Nationalpark seiner natürlichen Entwicklung. Inzwischen wachsen überall neue Bäume nach, doch der Aufwuchs eines neuen Waldes dauert Generationen. So erleben wir hier, wie ein Waldsystem in Zeiten des Klimawandels zusammenbricht, aber auch einen Neuanfang versucht[17]. Wir lernen zugleich, uns auf die ein Menschenalter überschreitende Zeitdimension von Waldentwicklung einzustellen. Ob allerdings die neu heranwachsenden Wälder im Nationalpark den forcierten Klimawandel überstehen werden, ist nicht ausgemacht.

Wie unverändert kritisch die Situation ist, zeigt das Bayerische Borkenkäfer-Monitoring, das nach dem großflächigen Zusammenbruch der Nationalparkwälder eingerichtet wurde. Danach gibt es in Bayern – abgesehen von einem kleinen Bereich am Alpenrand – kein Gebiet mehr, das vom Borkenkäfer unbehelligt bleibt[18] (Abb. 11).

Im Nationalpark Bayerischer Wald werden jüngere Generationen vielleicht noch sehen, welchen Wald eine sich selbst überlassene Natur im Klimastress wieder aufbauen kann. Für alle anderen Wälder müssen sich die Forstleute *heute* überlegen, welche Baumarten sie wählen, die zumindest den (immer unrealistischer werdenden) Aufheizungspfad von ‚nur' +2 °C verkraften. Statt der nicht mehr überlebensfähigen Fichten-Monokulturen sind Mischbestände angesagt, ist mehrschichtiger Waldaufbau zu unterstützen. Doch reicht die Förderung dürreunempfindlicher Arten wie Hainbuche, Elsbeere, Kirsche und Winterlinde nicht aus, wenn im Zeichen der Klimaext-

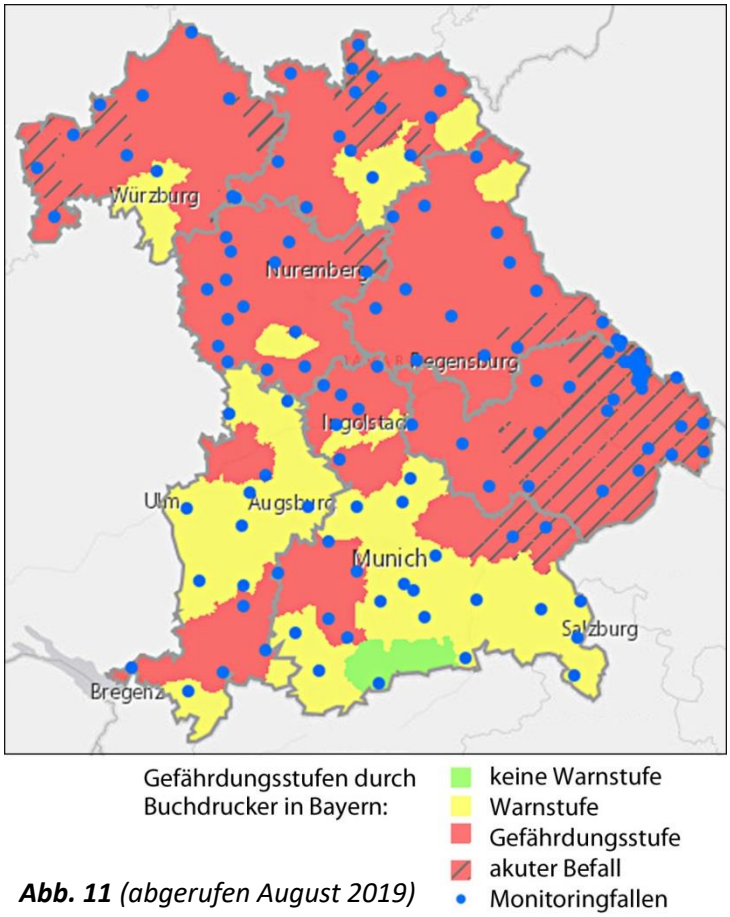



***Abb. 11** (abgerufen August 2019)*

[17] vgl. z.B. ZEIT-online vom 8.1.2017: https://www.zeit.de/entdecken/reisen/merian/borkenkaefer-nationalpark-bayerischer-wald-natur-mensch

[18] Aktuelle Gefährdungskarte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft mit dem Angebot interaktiven Abrufs von Borkenkäfer-Schwärmkurvendiagrammen für zahlreiche Monitoring-Stationen in Bayern unter https://www.fovgis.bayern.de/borki/.

reme auch immer wieder Fröste zu befürchten sind.

So kommen ganz andere Arten in den Blick, die unsere zukünftigen Wälder prägen könnten: Orientbuche, Libanonzeder oder auch die Schwarzkiefer, die in Korsika sowohl Hitze wie Frost standhält und den Gebirgswanderern uralte Exemplare präsentiert (Abb. 12). Ferner werden iranische Baumhasel, amerikanischer Tulpenbaum oder türkische Tanne erwogen (Schaefer).

***Abb. 12**: Korsische Schwarzkiefern (Pinus nigra subsp. laricio) im für Wanderer und Vegetation strapaziösen korsischen Hochgebirge.*

## Klimanotstand und Biodiversitätsverlust

Als natürliche Feinde des Eichenprozessionsspinners gelten Wanzen, Schlupfwespen, Raupenfliegen, Kuckuck, Pirol und räuberische Käfer wie der Puppenräuber (*Calosoma* ⇨ Wikipedia). Doch wo sind sie geblieben? Nehmen wir nur als Beispiel den letztgenannten Laufkäfer. Alle fünf in Mitteleuropa heimischen *Calosoma*-Arten stehen unter Schutz, weil sie durch Insektizide, insbesondere aber durch Verlust ihrer natürlichen Habitate bedroht sind. Die beiden Waldbäume bewohnenden Arten (der Große – *C. syncophanta* – und der Kleine – *C. inquisitor* – Puppenräuber sind hierzulande nicht (mehr) nachgewiesen. Die anderen drei noch heimischen aber raren Arten haben ihr Habitat in Trockenrasen. Nun könnte man meinen, die Trockenrasen würden mit der ins Heißere und Trockenere driftenden Klimaentwicklung gestärkt. Doch zum einen sind solche Biotope rar und haben häufig nur auf lange unzugänglichen militärischen Übungsflächen überlebt. Nach deren Aufgabe muss der Naturschutz hohen Aufwand treiben, um eine Überwucherung vor allem durch invasive Arten wie Götterbaum (*Ailanthus altissima*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*) oder Traubenkirsche (*Prunus serotina*) zu vermeiden[19].

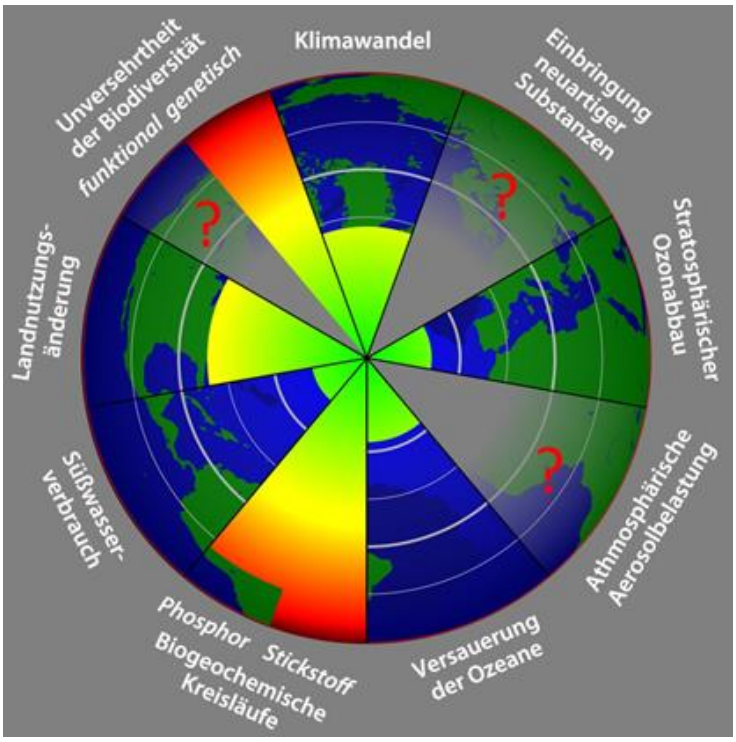



***Abb. 13**: Die neun planetaren Grenzen*

Auch dieses Beispiel zeigt, wie das gesamte Gefüge ins Ungleichgewicht geraten ist. Kuckuck und Pirol sind ebenso selten geworden wie die ferner genannten Insekten. Den Schädlingen gehen schlichtweg die natürlichen Fressfeinde verloren, die für ein Gleichgewicht sorgen könnten. Die schockierenden Befunde der Krefelder Entomologen, dass

[19] Insofern vom NVD auf der Tagesexkursion vom 14. Juli 2018 in südhessische Naturschutz- und FFH-Gebiete besichtigt: NSG Glockenbuckel und das Natura 2000-Gebiet Viernheimer Waldheide, beide bei Viernheim. Eins der größten Trockenbiotope dieser Art ist die Oranienbaumer Heide in Sachsen-Anhalt, vom NVD auf seiner Exkursion im August 2019 besichtigt.

innerhalb von 27 Jahren 75 % der Insektenbiomasse verloren gegangen sind[20], machen deutlich, welche Instabilität eingekehrt ist. Ja, bei der Biodiversität scheint bereits jener **Kipppunkt** überschritten zu sein, jenseits dessen ein Prozess irreversibel wird.

Einen umfassenden Ansatz zur systematischen Klassifizierung und Bewertung relevanter Prozesse, die sich letztlich auf solche Kipppunkte hinentwickeln, wird im Konzept der **Planetaren Grenzen** bzw. Belastungsgrenzen der Erde verfolgt. Es entwickelt in neun Dimensionen Messgrößen und Grenzwerte, in die aktuelle Messwerte eingeordnet werden können (Abb. 13[21]). Auf drei Dimensionen sind bislang noch keine Grenzen definiert worden (graue Sektoren in Abb. 13). Nur in drei Sektoren sind die planetaren Grenzen (grüner Bereich in Abb. 13) noch *nicht* überschritten – beim Süßwasserverbrauch und bei der Versauerung der Ozeane; der Stratosphärische Ozonabbau ist bislang ein regionales bzw. temporales Problem.

An der Grafik fällt sofort auf, dass der „Klimawandel" in diesem Kontext nicht einmal die krasseste Ausprägung erfährt. Zwar ist auch hier die Belastungsgrenze überschritten (Eintritt in den gelben Bereich der Unsicherheitszone), doch der Verlust an Biodiversität sowie der Eintrag von Phosphor und Stickstoff sind inzwischen in den roten Bereich höchster Risiken eingetreten.

Auch die Dimension „Landnutzungsänderung" ist besorgniserregend. Sie bildet den Verlust an ursprünglichen Waldflächen ab. Das deutet bereits an, wie sich Belastungsdimensionen gegenseitig beeinflussen und verstärken. Denn weniger Wald bedeutet weniger Bindung des Treibhausgases $CO_2$ (von der Artenverarmung auf den Soja- und Palmölplantagen in ehemaligen Regenwaldgebieten hier einmal ganz abgesehen). Wo Wälder durch Trockenheit und ansteigende Temperaturen absterben, bilden sie zudem einen verstärkenden Rückkopplungsfaktor der Klimaveränderung. Phosphor-Eintrag in die Weltmeere bewirkt dort eine Sauerstoffverarmung und damit das Massenaussterben von Meeresbewohnern, somit eine Senkung der marinen Biodiversität. Stickstoffeintrag kann gleich mehrere fatale Auswirkungen haben: über Lachgas ($N_2O$) als stärkstes klimawirksames Gas befördert er die Erdaufheizung, als für zahlreiche Organismen giftiges Nitrat reichert er sich in Grundwasser und Böden an; usw. usf.

## Landwirtschaft als Täter, Opfer und Helfer

Für den Stickstoffeintrag ist vor allem die Landwirtschaft verantwortlich. Am augenfälligsten wird dies an den Ammoniak-Emissionen ($NH_3$) deutlich, für die zu 95 % die Landwirtschaft verantwortlich ist (Abb. 14). Zwar weist die Zeitreihe des Umweltbundesamtes[22] zwischen 1990 und 2014 einen Rückgang um 6,7 % aus, nimmt man aber das Jahr 1994 als Bezugspunkt, so steigen die Emissionen an, forciert in den letzten Jahren. Der Rück-

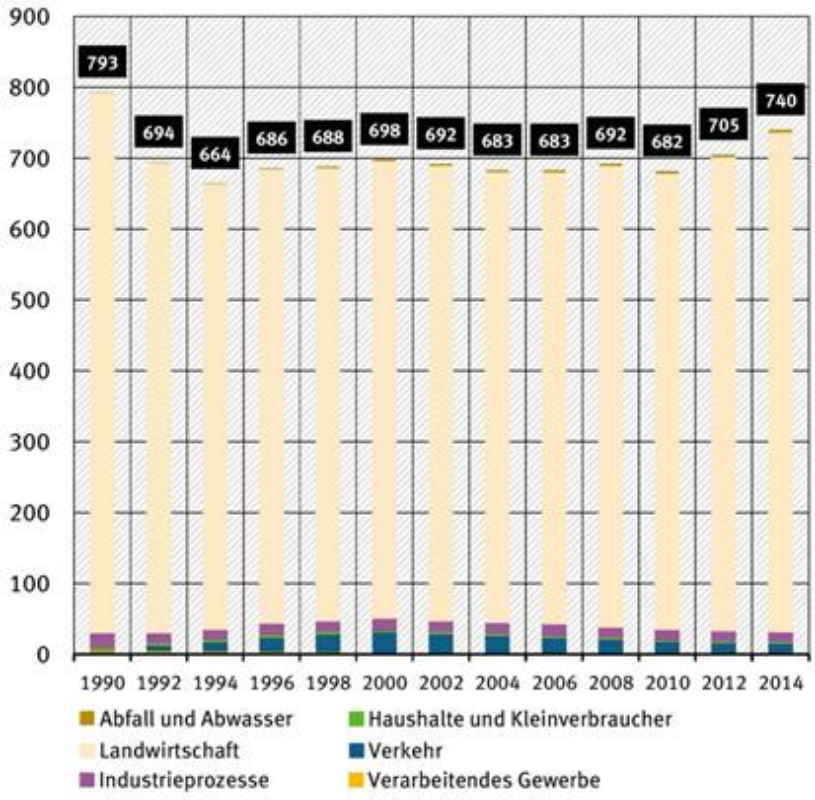



***Abb. 14**: Ammoniak-Emissionen nach Quellen seit Beitritt der Neuen Bundesländer (Angaben in Tausend Tonnen pro Jahr).*

[20] C.A: Hallmann et.al., More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas; in: PLOS one, July 28, 2017.

[21] Abbildung nach Steffen et al, Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, Science 347 (2015), online: science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855; vgl. auch die ausführliche Darstellung bei Wikipedia zu „Planetarische Grenzen" mit weiteren verlinkten Fachartikeln.

[22] im Web: www.umweltbundesamt.de

gang nach Beitritt der Neuen Bundesländer ist vor allem der dortigen Abwicklung großer Massentierhaltungsbetriebe geschuldet. Das zeigt zum einen, wo eine Lösung liegen müsste, wo aber – nun im Westen – nach wie vor das Übel liegt: Die Massentierhaltung von Geflügel und Schweinen auf engstem Raum produziert diese Emissionen aus den Fäkalien der Tiere in hoher Konzentration. Selbst 1000 neu installierte Abluftreinigungsanlagen in Schweinemastställen konnten da bislang keine Trendumkehr bewirken.

Ammoniak und das nach Umwandlung entstehende Ammonium schädigen Land- und Wasserökosysteme erheblich v.a. durch Eutrophierung (Nährstoffanreicherung). Nährstoffüberversorgung natürlicher und naturnaher Ökosysteme (z.B. Moore, Magerstandorte, Gewässer) durch reaktiven Stickstoff mindern die Artenvielfalt.

Zu diesen Stickstoff-Belastungen aus der Luft kommt das Nitrat aus der Gülle, die durch die Massentierhaltung im Überfluss vorhanden ist und auf die Äcker entsorgt wird. Dieser Stickstoffeintrag ist vornehmlich dafür verantwortlich, dass die Grundwasserressourcen großflächig grenzwertüberschreitend durch Nitrat belastet sind. Abb. 15 zeigt diese „roten Gebiete“ nach einer Veröffentlichung aus 2015[23].

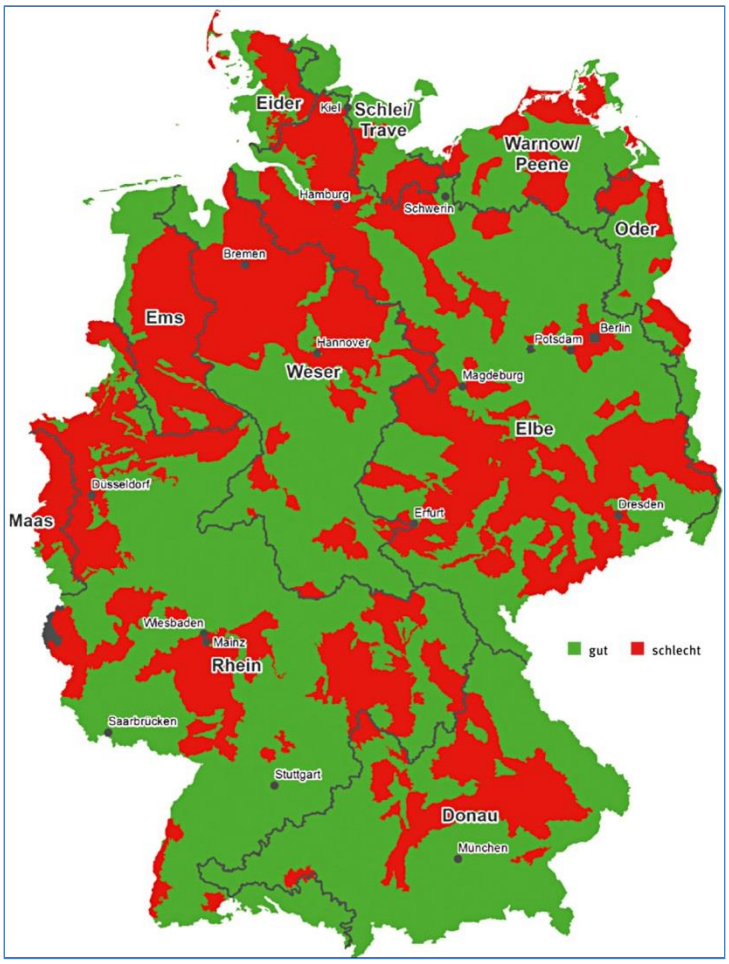



***Abb. 15** (rechts): rote Flächen markieren Gebiete mit „schlechtem“ Zustand v.a. wegen übermäßiger Nitratbelastung (gegliedert nach den Einzugsbereichen der großen Flüsse). Auch hier ist das Rhein-Main-Gebiet maßgeblich mit dabei.*

Während diese Resultate einer industrialisierten Landwirtschaft das Trinkwasser als unsere wichtigste natürliche Ressource vergiften, ferner die Artenvielfalt angreifen – hier wäre auch die Ausbringung von Herbiziden wie Glyphosat zu ergänzen – sorgen Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft für eine Verschärfung der Treibhausproblematik. Das gegenüber $CO_2$ vielfach klimawirksamere und zudem am Ozonabbau beteiligte **Lachgas** ($N_2O$) entsteht inzwischen vornehmlich bei der Herstellung sogenannten „Biokraftstoffs“ aus Biomasse, sein Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt beträgt heute etwa 6 %. Nimmt man aber alle anderen Treibhausgasquellen in der Landwirtschaft hinzu, so kommt diese auf einen Anteil von 20 bis 22 % an den klimarelevanten Gasemissionen (Löwenstein).

Es ist müßig, hier die Landwirtschaft in ihrer Rolle als **Opfer** zu beklagen. Das tut sie schon selbst mit milliardenschweren Ausgleichsforderungen für Ernteausfälle in Folge von Hitze und Dürre. Ihre Bedrohung ist allerdings sogar in unseren Landen durchaus real. Das zeigt eine weltweite Kartierung drohender Desertifikation im Zuge des Klimawandels[24], die zumindest den Osten Deutschlands mit einem Band noch weiter nach Osten reichender „moderater“ Anfälligkeit ausweist (gelbe Fläche in Abb. 16), ähnlich auch das Zentrum von Frankreich und sehr viel drastischer fast ganz Spanien. Nicht von ungefähr sind das jene Regionen, in denen sich in den beiden letzten Hitzesommern die heißen Saharaluftmassen festgesetzt haben.

[23] Umweltbundesamt, Wasserrahmenrichtlinie 2015, online: umweltbundesamt.de, S. 73

[24] ideaa institute for applied ecology (http://ideaa.eu/en/) 2015, Regeneration von Böden und Ökosystemen: Ein Weg zur Begrenzung des Klimawandels. Grundlagen für die erforderliche Klima- und Agrarpolitik; deutsche Übersetzung als PDF-Datei bei saveourseeds.org.

Für die Ernährung Afrikas sowie Zentral- und Vorderasiens sind die Aussichten dramatisch. In Afrika bleiben im Wesentlichen nur noch die Regenwaldgebiete am Äquator als von Desertifikation ungefährdete Bereiche, was aber ihre Rodung für landwirtschaftliche Flächen – wie zurzeit in Brasilien – beschleunigen dürfte. Insgesamt reduzieren sich durch solche Ausbreitung von Wüsten die Flächen signifikant, aus denen eine wachsende Erdbevölkerung ernährt werden muss. Migrationsströme in die „grünen" Bereiche werden die Folge sein und eine ganz andere Dimension erreichen, als wir sie 2015 erlebt haben.

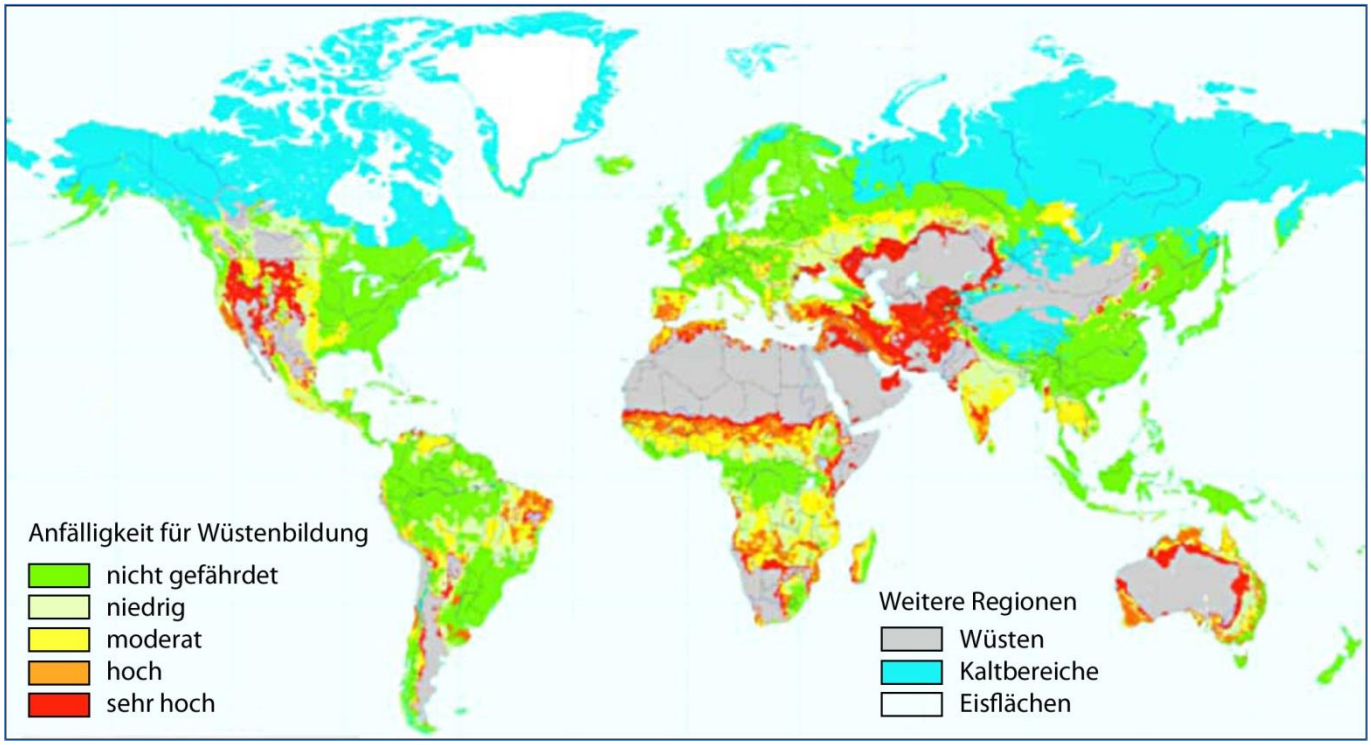



***Abb. 16**: Desertification Vulnerability, nach ideaa 2015, S. 5*

Ob eine Bremsung der Treibhausgasemissionen durch ihre Bindung in forcierter **Aufforstung** noch eine Perspektive darstellt, wird zunehmend fraglich. Die unzureichende Bindung von $CO_2$ in Wäldern scheitert nicht vorrangig an Hasardeuren wie dem brasilianischen Präsidenten Bolsonaro, der ‚seinen' Regenwald dem deregulierten Wirtschaftswachstum opfert. Denn das tun südhessische ‚grüne' Politiker auch, die den absterbenden Wald im Westen Darmstadt jüngst als brauchbares Areal für die Bepflasterung mit neuen Wohngebieten begriffen haben und damit dem überhitzten regionalen Wachstum zu Lasten klimarelevanter Flächen hinterherbauen wollen[25]. Wenn die Bundeskanzlerin im Sommer 2019 angesichts der Fridays for future-Jugend den Wald als Speicher von Kohlendioxid entdeckt hat[26], scheitert diese (wohl nur kurzlebige) Anwandlung schon daran, dass an eine *Ausweitung* der Waldflächen angesichts ungebrochenen Wachstums von Siedlungs-, Gewerbe-, Logistik- und Verkehrsflächen nicht zu denken ist, vielmehr erst einmal Wege gefunden werden müssen, wie die rasant absterbenden *bestehenden* Waldflächen einigermaßen wiederbelebt werden können.

Hoffnungen dürfen sich hingegen auf die **Landwirtschaft** richten. Sie können aber nur eingelöst werden, wenn es zu grundlegenden Umstellungen in der landwirtschaftlichen Produktion kommt, die auch eine Abkehr von deren ‚Industrialisierung' darstellen müssen.

---

[25] Regierungspräsidium Darmstadt mit Regionalverband Frankfurt Rhein-Main und AS+P, Gutachten Regionales Entwicklungskonzept Südhessen, Juli 2019; online als PDF-Datei: rp-darmstadt.hessen.de; Flächenausweisung auf S. 91 und 111. Vgl. auch die kartografische Veranschaulichung in Anhang 2 dieses Textes.
Bolsonaro ist vor allem ein Buhmann, gegen den sich trefflich polarisieren lässt. Wie die FAZ am 30. 08.2019 berichtete („Es brennt – vor allem in Afrika"), sind die sommerlichen Waldbrände im Regenwald Afrikas noch gravierender – ohne dass sich hierzu eine ähnliche Aufregung erhebt wie zu Brasilien (Satellitenerfassung der weltweiten Waldbrände durch die NASA: earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/).

[26] „Merkel will Klima durch Aufforsten schützen", FAZ vom 20.07.2019

Diese Perspektive wurde auf der Weltklimakonferenz 2016 in Paris von der französischen Regierung unter Präsident Emmanuel Macron als „**4 Promille Initiative**“ eröffnet. Sie stellt die organische Kohlenstoffbindung in Böden in den Mittelpunkt und geht davon aus, dass eine zusätzliche Speicherung von jährlich 4 ‰ mehr organischer Bodensubstanz in allen Böden der Welt die aktuellen globalen, anthropogenen Treibhausgasemissionen weitgehend kompensieren könne[27].

Die Dimension einer erdumspannenden Umsetzung auf „*allen*“ Böden erscheint erst einmal sehr unrealistisch – umso mutiger ist dieser Vorstoß. Und er hat prinzipiell Potential:

In landwirtschaftlich genutzten Böden ist organischer Kohlenstoff gebunden ($C_{org}$) und wird so der Atmosphäre entzogen. Der Corg-Anteil ist jedoch sehr variabel: Flächendeckende Kartierungen haben ermittelt, dass er in Deutschland von weniger als 30 t/ha in flachgründigen und sehr sandigen „mineralischen“ Böden bis über 500 t/ha in Moor- und moorähnlichen, d.h. „organischen“ Böden reichen kann[28].

Die organischen Böden summieren sich in Deutschland aber nur auf 6 % *aller* Böden (Abb. 17). Und der Moor-Anteil darin beträgt wiederum nur 1 %, womit die einst so ausgedehnten Moore vor allem in Norddeutschland nur noch 0,06 % aller Böden bedecken. Angesichts dieses durch Entwässerung und Austorfung ruinierten $CO_2$-Speichers können Moore zurzeit klimapolitisch keine Rolle mehr spielen. Hingegen wird Torf noch immer ausgebeutet und vor allem als Brennstoff verfeuert. Diese desaströse Art von $CO_2$-Freisetzung macht in Finnland sogar 7 % des gesamten Brennstoffverbrauchs im Lande aus.[29] Eine Beendigung des Torfabbaus (*vielleicht mit Ausnahme seiner unumgänglichen Einbindung in die Produktion schottischen Whiskeys*) und die Wiedervernässung ehemaliger Moorgebiete sollten dennoch vorgenommen werden – auch wenn es sich um eine sehr langfristig wirksame Maßnahme handelt. Denn ein Moor wächst nur 1 mm/Jahr.

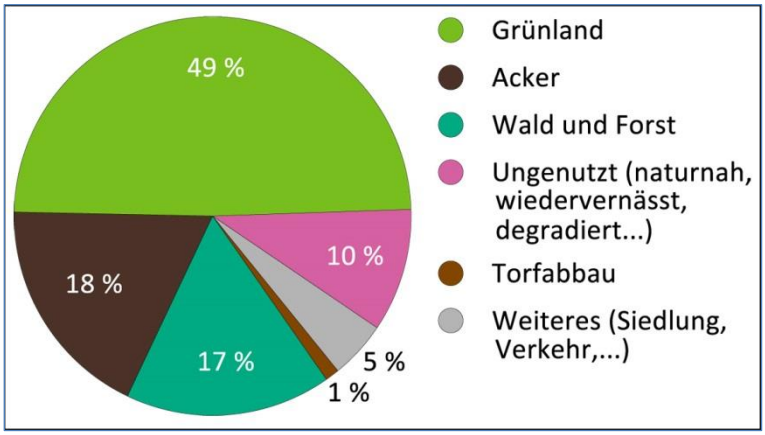



***Abb. 17**: Aufteilung „organischer Böden“ in Deutschland nach Nutzungsarten. Die Organischen Böden machen insgesamt aber nur 6 % aller Böden aus.*

Demgegenüber ist es auffällig, dass fast die Hälfte aller organischen Böden als Grünland genutzt wird. Während sich die durchschnittliche Bindung organischen Kohlenstoffs in deutschen Böden auf nur ca. 100 t/ha beläuft, liegt die von Grünland bei 200 t/ha. Ein Optimum dieser $C_{org}$-Bindung gab es nach der letzten Kaltzeit, als unsere Regionen noch nicht bewaldet waren und grasende Herden für Humusaufbau sorgten. Erst die allmähliche Bewaldung hat diesen Prozess gestoppt (mittlerer $C_{org}$-Vorrat in deutschen Waldböden bei geringen 101 t/ha). Allerdings leisteten die Waldbäume selbst eine bedeutende Kohlenstoffspeicherung – bislang.

Hingegen haben Ackerflächen auf organischen Böden nur einen geringen Anteil von 18 %. Umso mehr Möglichkeiten bieten die riesigen, im Zuge industrialisierter Landwirtschaft $C_{org}$-verarmten landwirtschaftlichen Flächen auf mineralischen Böden. Der regelmäßige $C_{org}$-Eintrag durch landwirtschaftliche Bearbeitung ist

---

[27] vgl. Thünen-Institut, Die 4-Promille-Initiative „Böden für Ernährungssicherung und Klima“ – Wissenschaftliche Bewertung und Diskussion möglicher Beiträge in Deutschland, Braunschweig 2018, online unter https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060523.pdf.

[28] Thünen-Report 64: Anna Jacobs et al, Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung, Braunschweig 2018, online: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060497.pdf. Die Definitionen von „organischem Boden“ sind disparat. Die vom IPCC übernommene Definition des dänischen Nielsen-Reports (https://dce2.au.dk/pub/SR189.pdf) legt 20 % organischen Anteil im Boden bis 30 cm Tiefe zugrunde, das Lexikon der Geowissenschaften fordert hingegen 30 % (spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/). Der Thünen-Report untersucht „Moor- und weitere moorähnliche kohlenstoffreiche Böden“.

[29] Wikipedia zu Torf

eine wichtige Einflussgröße für organische Kohlenstoffspeicherung im Boden. Mehr Kohlenstoff im Boden kann sich aus verschiedenen Quellen speisen (Thünen-Report 64, S. 44):

- ober- und unterirdische Biomasse der Hauptfrucht: ggf. im Feld verbleibende Erntereste, Stoppeln, Wurzeln, Wurzelexsudate,
- ober- und unterirdische Biomasse von Zwischen- bzw. Nebenfrucht: ggf. im Feld zur Gründüngung eingearbeiteter Aufwuchs, Wurzeln, Wurzelexsudate,
- organische Düngung (z.B. Exkremente von Weidetieren).

Solche Böden können Wasser besser puffern und so über verschärfte Trockenperioden im Zuge der extremer werdenden klimatischen Bedingungen hinweghelfen. Das ist der gebotene Weg einer nachhaltigen Landwirtschaft stabiler Humussysteme, die dem Klimawandel vielleicht trotzen kann. Dieser schwierige, weil auf die Umwandlung sehr großer Flächen setzende und die Biodiversität steigernde Weg ist jedenfalls technischen Lösungen vorzuziehen, die $CO_2$ an seinen Quellen sogenannter „Biogasanlagen“ oder Kraftwerke zu binden versuchen, um es dann in tiefe Gesteinsschichten zu verpressen[30].

Im Rahmen eines Umbaus unserer Landwirtschaft in diese Richtung müssten aber allerlei sekundierende Elemente hinzutreten:

Insbesondere ist eine Abkehr von jenen schweren **landwirtschaftlichen Maschinen** nötig, die das Kapillarsystem der Böden zerstören und sie immer tiefer verdichten – ein Effekt, den gerade die druckmindernd gedachten Breitreifen der schweren Traktoren und Rübenroder bewirken. Stattdessen kann heute auf kleine leichte Geräte gesetzt werden, die auf langen Schlägen mit wenigen Wendeaktionen GPS gesteuert ihre einfachen Pflug- und Erntebahnen ziehen. Zudem sind lange schmale Schläge eine Bereicherung des ländlichen Raums, die hangparallel angelegt der Erosion entgegenwirken und durch winderosionsmindernde Hecken gegliedert werden können.

Die Strategie forcierten Humusaufbaus ist ferner nicht ohne konsequente Anstrengungen zur Rückgewinnung verlorener **Biodiversität** zu denken. Auf einem mit Glyphosat totgespritzten Maisacker gibt es viel Angriffsfläche für Starkregenereignisse, die den Oberboden mit seinem Resthumus wegschwemmen, aber kaum organisches Substrat, das sich humusbildend einarbeiten lässt.

Insofern ist auch ein begriffliches Umdenken erforderlich, dass mit jenen „Roundup“-Breitband- und Totalherbiziden „Unkraut“ bekämpft werde. Sprechen wir auch nicht defensiv von „Wildkräutern“, um den Begriff der „Unkräuter“ zu vermeiden, sondern von **Segetal-Arten**, die den Menschen seit der neolithischen Revolution auf ihren Ackerböden gefolgt sind, bis ihnen ‚moderne‘ Technik den Garaus gemacht hat (Abb. 18).

***Abb. 18**: Links ein totgespritzter Roundup-Maisacker mit abgeschwemmtem Boden nach einem Starkregenereignis mit Hagel, rechts ein Linsenacker mit Gerstenstützgetreide und reicher natürlicher Segetalarten-Beimischung, unbeschadet von Hagel und Sturzflut – beides auf der Schwäbischen Alb nah beieinander[31].*

[30] Übersicht über solche Technologien in einem Handelsblatt-Artikel.

[31] vom NVD besichtigt auf der „Alb-Linsen-Exkursion“ im Juni 2017

## Tragfähige und unangemessene Lösungen

Der Begriff „Segetal-Arten“ leitet sich aus dem lateinischen *segetalis* = „zur Saat gehörig“ ab. Er bedeutet also nicht nur schlicht „Feld“ oder „Acker“, sondern in feinerer Differenzierung all das, was zur Saat (der Kulturpflanze) dazugehört. Der Begriff umfasst alles, was neben den Kulturpflanzen auf einem Acker wachsen könnte, etwa jene Artenvielfalt, wie sie die biologisch bewirtschafteten Linsenäcker der Schwäbischen Alb charakterisiert. Diese Pflanzen gedeihen auf den Äckern nur, wenn diese bewirtschaftet werden – aber ohne Chemie, nur extensiv –, weil diese konkurrenzschwachen Pflanzen offene Flächen benötigen, auf denen sie sich entfalten können. Sie mindern den Kulturpflanzenertrag nur unwesentlich, bilden aber ein unschätzbares Reservoir an Biodiversität, weil auch die von ihnen ernährten Insekten hinzuzudenken sind.

Zur **Segetalflora** werden an die 350 Arten gezählt, die in unserer industrialisierten Landwirtschaft hoch gefährdet sind und zahlreich auf den Roten Listen vermerkt werden müssen[32]. In der „Hessischen Biodiversitätsstrategie“ findet diese Pflanzengesellschaft keine Erwähnung[33]. Dort reduziert man sich im Sektor Landwirtschaft auf jene „*Arten, Sorten und Rassen in der Landbewirtschaftung*“, die „*eine nutzbare, unmittelbar anthropogen geschaffene Säule der Biodiversität*“ seien.

Die staatliche Biodiversitäts-Förderung erscheint wie der Gang durch einen Zoo, in dem sich das unbedarfte Besucherinteresse vor allem auf stattliche exotische Tiere richtet. Der „Artenbericht für Südhessen“ [34] präsentiert i. W. eine Sammlung von ‚Leuchtturmprojekten‘ und listet die Förderung einer sehr überschaubaren Anzahl von in der Regel ansehnlichen Arten, die zahlenmäßig bei weitem nicht einmal an die Artenzahl allein im Acker-Lebensraum heranreicht. Man kann dies angesichts der Problemlage freundlich „unterkomplex“ nennen.

Es sollte allerdings nicht verkannt werden, dass Projekte zum Schutz der hier herausgestellten Arten immer auch der Förderung ihres Lebensraums und einer damit verbundenen Artenvielfalt dienen. Dennoch sind sie punktuell und meist auf ausgewiesene kleine Naturschutzgebiete beschränkt. Deren Verteidigung insbesondere gegen Infrastrukturbauten macht den engagierten Betreuern oft bereits große Mühe und Ärger. Die erforderliche Strategie gegen den Verlust an Biodiversität im Zuge von industrialisierter Landwirtschaft und Klimaveränderung erfordert jedoch gerade das Engagement in der großen Fläche der nicht naturgeschützten Äcker und Wälder.

Problematisch werden ‚Biodiversitätsstrategien‘, wenn sich etwa die Stadt Darmstadt ihre „Klima- und Umwelttage“ von einer kommerziellen Beratungsfirma organisieren lässt[35]. Da wird dann ein „*solargetriebener Slam*“ zum Highlight, der den „*Besucher*innen*“ einen „*bunten Mix aus Spielen, Interviews und Interaktion, jeweils gemünzt [!] auf Nachhaltigkeit, Zukunft und Ökologie*“ serviert. Schon der künstlich-lockere Jargon legt nahe, dass solche private-public-partnership nicht wirklich ernst zu nehmen ist. Warum sich allerdings der BUND dafür hergibt, derart an der Oberfläche verbleibende Aktionen mit seinem wertvollen Namen zu labeln, bleibt ein Rätsel. Er präsentierte zusammen mit der Bauverein AG in der von selbiger Baugesellschaft stark nachverdichteten Darmstädter „Postsiedlung“ ein Projekt als „Refugium für Igel und Eidechse sowie Schmetterlinge und Wildbienen“. Diese Kleinfläche inmitten der neuen städtischen Wohneinheitenmassierung kann – auch wenn der Igel nicht vom nächsten Rasenmäher überfahren wird – keinen Beitrag zu Biodiversität und $CO_2$-Bindung leisten; sie ist allenfalls als Ablass zur Beruhigung des (hoffentlich) schlechten Baugesellschaftsgewissens geeignet.

Solche Beispiele zeigen, dass das aktuelle politische Handeln der Problemtiefe von Klimanotstand und Biodiversität noch nicht gerecht wird. Die Ungeduld von „Fridays for future“ ist berechtigt!

---

[32] eine detaillierte Übersicht verschafft: Heinrich Hofmeister & Eckhard Garve, Lebensraum Acker, Kessel-Verlag 2006

[33] vgl. Broschüre „Hessische Biodiversitätsstrategie“ S. 26 „Landwirtschaft“, online: biologischevielfalt.hessen.de/

[34] Regierungspräsidium Darmstadt, Artenbericht für Südhessen 2015-2017, online: rp-darmstadt.hessen.de

[35] Broschüre zu „Darmstadtaktiv – 2. Klima- und Umweltaktionstage 2019“. Das Programm wird online auf der unverfänglich klingenden und auf der städtischen Homepage verlinkten Website www.umweltnetzwerk-darmstadt.de bereitgestellt, die aber von der kommerziellen IFOK GmbH in Bensheim gehostet wird, die sich als „europäischer Marktführer für Beteiligung“ anpreist und eine Tochtergesellschaft der Cadmus Group Inc, Waltham MA, United States ist.

Die Grünen feiern in diesem Jahr ihr 40-jähriges Bestehen. Das sind 40 Jahre mit inzwischen vielen Regierungsbeteiligungen (in Hessen überall führend, auf Landes-, RP- und Stadtebene) in denen sich die seit ebenso 40 Jahren bekannten Probleme (Club of Rome, Grenzen des Wachstums, 1972; Herbert Gruhl, Ein Planet wird geplündert, 1975; usw.) im Wesentlichen nur gravierend verschärft haben. ‚Nachhaltige' Lösungen wurden hingegen nicht durchgesetzt, vielmehr gerieren sich heutige Protagonisten der Grünen als Motoren weiteren Wachstums, als dessen Kritiker die Grünen einst wichtig geworden sind.

Frühstück in New York, Mittag in Tokio, Party in Berlin: Grüne im Siegesrausch

Eine wachstumskritische Position ist heute jedoch mehr denn je gefragt. Denn alle bislang vom Weltklimarat (IPCC) entwickelten Szenarien unterstellen weiteres Wirtschaftswachstum. *„Wirtschaftswachstum aber ist ein zentraler Treiber für Treibhausgasemissionen: Wenn die Wirtschaft wächst, steigt die Menge der angebotenen und konsumierten Dienstleistungen und Produkte; Produktion und Konsum sind generell mit Treibhausgasemissionen verbunden. Deshalb erschwert eine wachsende Wirtschaft die Einhaltung ambitionierter Klimaschutzpfade"*[36].

Michael Siebert, August 2019

# Anhänge

## 1 | Klimavorträge im Naturwissenschaftlichen Verein Darmstadt

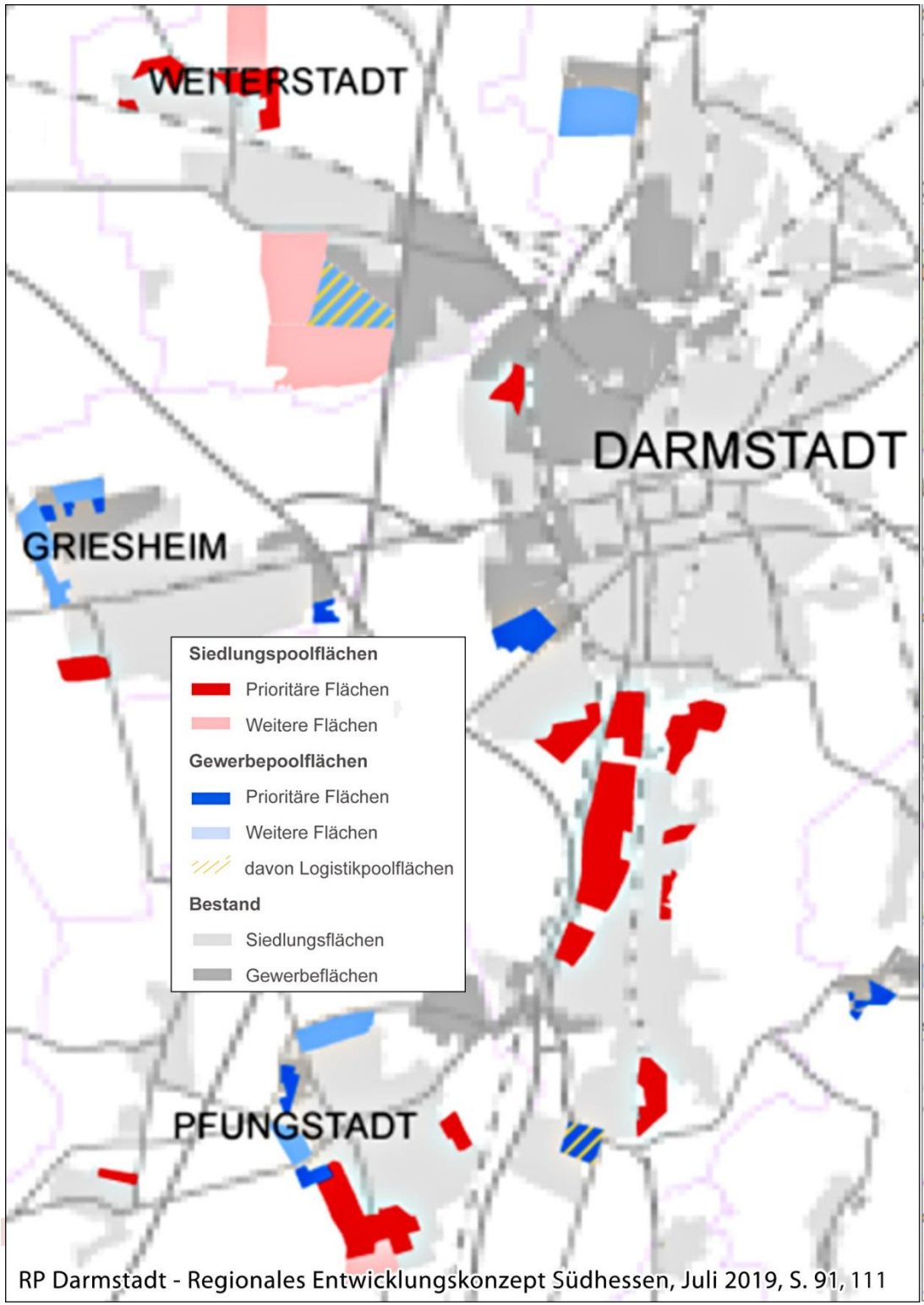
| | |
|---|---|
| 19. Februar 2019 | Dr. Bodo Ahrens, Professor für mesoskalige Meteorologie und Klima an der Goethe-Universität Frankfurt a.M. \| Was wissen wir über Wetterextreme im Klimawandel? |
| 19. März 2019 | Christian Schaefer, Leiter des Forstamts Hanau-Wolfgang \| Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Spannungsfeld von Naturschutz, Erholungswünschen und Klimastress. |
| 21. Mai 2019 | Dr. Felix Prinz zu Löwenstein, Agrarwissenschaftler und Landwirt in Otzberg-Habitzheim \| Landwirtschaft und Klimawandel – die Zukunft gehört stabilen Systemen. |

## 2 | Waldvernichtung in Darmstadt mit dem neuen Regionalen Entwicklungskonzept

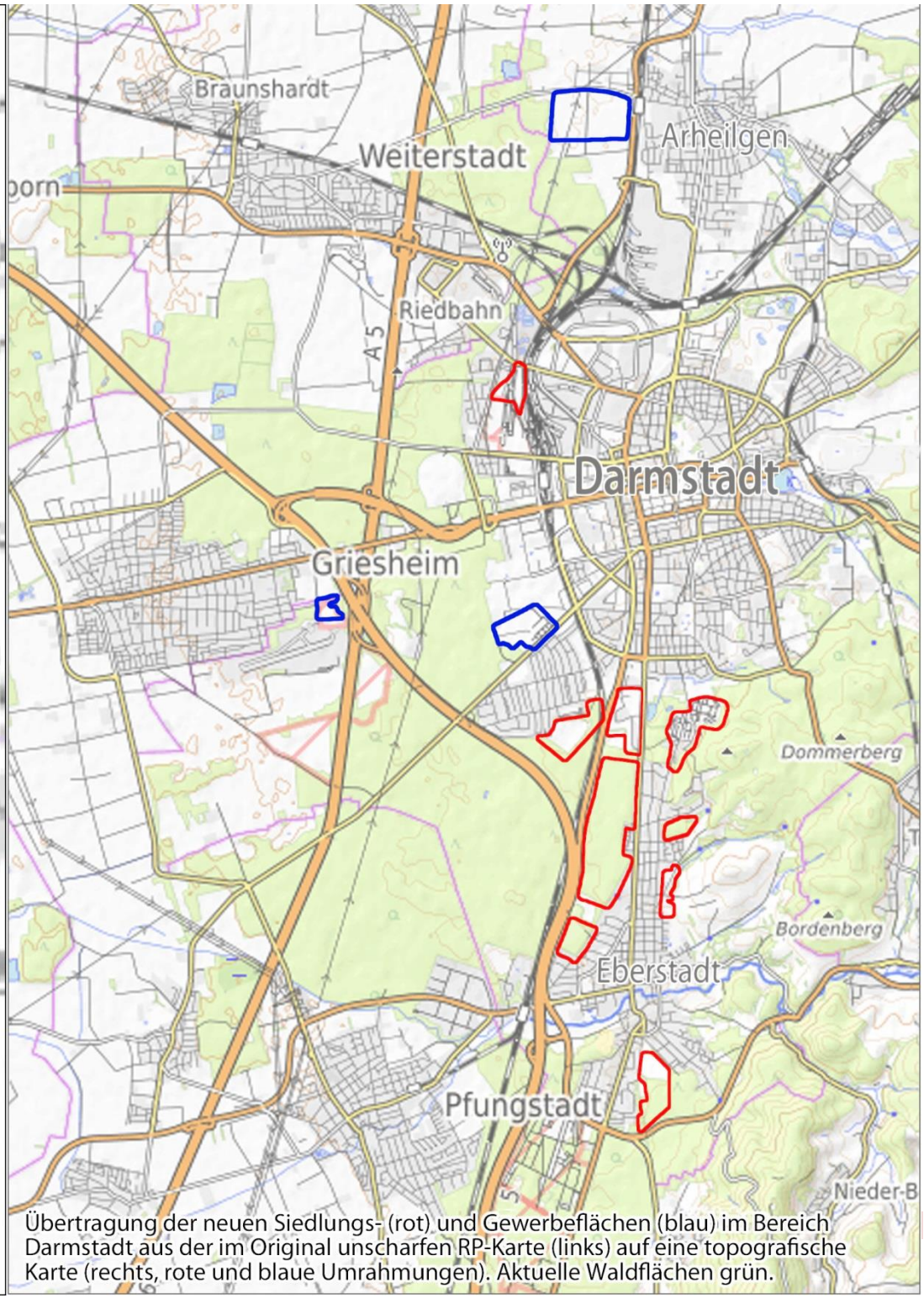
Mitte August 2019 hat das Regierungspräsidium Darmstadt sein neues „Regionales Entwicklungskonzept für Südhessen" veröffentlicht (Pressemitteilung unter rp-darmstadt.hessen.de/pressemitteilungen/, Broschüre im PDF-Format unter rp-darmstadt.hessen.de/files/). Der zukünftige regionale Wachstumsschwerpunkt Darmstadt soll weitere Gewerbe- und Wohngebiete erhalten. Für letztere werden vornehmlich (noch)-Waldflächen vorgesehen – Darstellung dieser Flächen auf der nächsten Seite.

Der Darmstädter Oberbürgermeister (Grüne) verharmloste das in der Stadtverordnetenversammlung vom 29.08. 2019 als „Gedankenspiele". Gleichwohl hat er das gleiche Büro – Albert Speer + Partner –, das auch dem RP das Konzept geschrieben hat, für die örtliche Umsetzung beauftragt, zunächst im Areal der Cambrai-Fritsch-Kaserne im Norden Eberstadts.

[36] Heinrich Böll Stiftung (Hrsg.) 2018, Kai Kuhnhenn: Wachstum in der Klimawissenschaft: Ein blinder Fleck. Globale Szenarien aus wachstumskritischer Perspektive – https://www.boell.de/sites/default/files/e-paper_wachstum_in_der_klimawissenschaft_ein_blinder_fleck_heinrich_boell_stiftung.pdf




RP Darmstadt - Regionales Entwicklungskonzept Südhessen, Juli 2019, S. 91, 111




Übertragung der neuen Siedlungs- (rot) und Gewerbeflächen (blau) im Bereich Darmstadt aus der im Original unscharfen RP-Karte (links) auf eine topografische Karte (rechts, rote und blaue Umrahmungen). Aktuelle Waldflächen grün.