

S.O.S. Grünes Herz

Unsere Natur im Wandel



Friedenstein
Stiftung
Gotha



Abbildungen:

Landschaft am Fuß der Wachenburg: Wiesen mit Blutweiderich und Ackerland
Feldhamster, normale Färbung
(Fotos: Wolfgang Hock)

S.O.S.
Grünes
Herz

S.O.S. Grünes Herz

Unsere Natur im Wandel

herausgegeben von
Josephine Franke, Christian Göcke und Paula Jakob
für die Friedenstein Stiftung Gotha

S.O.S.

Grünes Herz

28.04. - 27.10.

Herzogliches
Museum
Gotha



Friedenstein
Stiftung
Gotha



Die Beauftragte der Bundesregierung
für Kultur und Medien

Thüringen 
-entdecken.de

Dieser Katalog erscheint anlässlich
der Jahreshauptausstellung 2024
„S.O.S. Grünes Herz. Unsere Natur im Wandel“.

Inhalt

Vorwort	8
1 Unsere Umwelt wandelt sich!	10
2 Was ist Natur?	12
→ Die vielschichtige Natur des Naturbegriffs <i>Josephine Franke</i>	13
→ Der idealisierte Blick in die Landschaft <i>Timo Trümper</i>	21
3 Die moderne Natur	32
→ Thüringer Natur jetzt!	32
4 Biodiversität im Wandel	40
→ Vom Kommen und Gehen - Biodiversität im Wandel <i>Christian Göcke</i>	41
→ Biber in Thüringen - Besiedlung, Ökologie und Potenziale <i>Marcus Orlamünder</i>	51
→ Die Rückkehr des Luchses nach Thüringen <i>Markus Port</i>	58



Foto: Klaus Bogen



Foto: Ingolf Profft, ThüringenForst

5	Landschaften im Wandel	62
→	Die Apfelstädt - unsere Lebensader und ihre Gefährdungen	63
	<i>Ronald Bellstedt</i>	
→	Renaturierungen - Chancen und Grenzen	70
	<i>Christian Göcke</i>	
→	Waldumbau und Wiederbewaldung - altbekannte Wege für den Wald von morgen	77
	<i>Ingolf Profft</i>	
→	Herausforderungen der Landwirtschaft im Klimawandel und Agroforst als ein Anpassungsansatz	83
	<i>Manuela Bärwolff</i>	
→	Gentechnik in Pflanzenzüchtung und Landwirtschaft	90
	<i>Josephine Franke</i>	
6	Die Natur von morgen	98
→	Kleines Klimawandel-Lexikon	99
	<i>Josephine Franke</i>	
→	Von den UN bis nach Thüringen - Ein kurzer Guide der Klimapolitik	107
	<i>Paula Jakob</i>	
→	Kombiniertes Grün- und Freiraumkonzept mit vertieftem Stadtbaumkonzept für die Stadt Gotha	114
	<i>Anke Rehhausen</i>	
→	Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) im UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen	122
	<i>Nancy Schröter, Mauro Alivernini, Sylvia Reyer-Rohde, Kerstin Fohlert, Stephan Brauner</i>	

Vorwort

Die diesjährige Jahreshauptausstellung „S.O.S. Grünes Herz. Unsere Natur im Wandel“ beschäftigt sich mit den vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Natur und Kultur, die wir tagtäglich vor der Haustür erleben. Dem Kuratorenteam ist es gelungen, einen lebensweltlichen, alltäglichen Zugang zu unserer heutigen Natur zu finden, die von vielen Faktoren wie dem Klimawandel, dem Ausbau von Verkehrsnetzen, wirtschaftlichen Aspekten, Renaturierungsvorhaben oder touristischen Interessen geprägt ist.

Die Ausstellung liefert damit einen wesentlichen Beitrag zu einer der drei spezifischen Gothaer Themenwelten „Ort des Wissens und der Wissenschaft“. Welches Wissen über unsere heutige Welt lässt sich mit den historischen Gothaer Sammlungen gewinnen? Welche Objekte und Informationen gibt es in unseren Depots, anhand derer wir Orientierung für Fragen der Gegenwart finden können? In diesem Jahr beschäftigen wir uns mit dem Dreiklang von Natur - Klima - Wandel. Ein neues Thema?

1807 bezeichnete der Gothaer Geologe und Mineraloge Karl Ernst Adolf von Hoff die Bewohner des Thüringer Waldes als „Waldbewohner“, denen er bei seinen zahlreichen Streifzügen und Forschungsaufenthalten begegnete. Er legte einen zentralen Grundstock für die naturwissenschaftlichen Gothaer Sammlungen und machte den Friedenstein zu einer Referenzsammlung für Flora und Fauna. Das Thema der kulturellen Transformation der Natur scheint ihn nur am Rand interessiert zu haben.

Ein anderer berühmter Gothaer, der Forstrat August Kellner, stellte jedoch 1880 im „Centralblatt für das gesamte Forstwesen“ fest, dass Thüringen „reich an Borkenkäfern“ sei, insgesamt 64 Arten hatte er bis dahin gezählt, wovon er 17 als schädlich für die Fichtenkulturen einstufte. Die schädlichen Arten hätten ganze Landschaften verwüstet und es sei dringlich geboten, sich des Problems anzunehmen. Bereits für Kellner war die Natur ein Terrain, dessen intensive Bewirtschaftung auch zu negativen Folgen führen konnte.

Die älteren Gothaer werden sich noch an die Thüringer-Wald-Abteilung im Museum der Natur Gotha erinnern, dem heutigen Herzoglichen Museum, die dort in den späten 1980er Jahren zu sehen war. Dass die schwefelhaltige Braunkohle, die in der DDR abgebaut und in unzähligen Haushalten verbrannt wurde, zum sogenannten sauren Regen und einem katastrophalen Waldsterben führte, war nicht mehr zu übersehen, als Monika Joost in der Begleitpublikation 1990 eine „Verminderung von Emissionsschäden“ forderte, die „durch umweltbelastende Technologien in Industrie und Landwirtschaft“ in der Vergangenheit entstanden waren. Und auch bei den Beobachtungen des Museums im Biosphärenreservat Vessertal am Thüringer Bergbach Vesser war die Umweltproblematik nicht zu leugnen, als offensichtlich wurde, dass auch Abwässer in den Bach eingeleitet wurden. Es ist also nun endlich an der Zeit, sich diesem Thema in einer gesonderten Ausstellung zu widmen.

Mein Dank gilt allen, die zum Gelingen dieser Ausstellung beigetragen haben. In erster Linie möchte ich den Mitarbeitern der Friedenstein Stiftung Gotha erwähnen, die auch diesmal ein ganz besonderes Ausstellungserlebnis unserem Publikum im Herzoglichen Museum ermöglicht haben. Es waren viele fleißige Hände aus den Bereichen Marketing, Presse, Restaurierung, Sammlung, Technik, Vermittlung, Verwaltung und Wissenschaft beteiligt.

Besonders zu nennen ist unser Freundeskreis Museumslöwen e.V. als langjähriger Begleiter der Stiftung. Er hat uns ein hochwertiges und wunderschönes Orchideenmodell zur Verfügung gestellt. Der ThüringenForst hat nicht nur Fichtenstämme gesponsert, sondern auch Fotos und Fachwissen für die Publikation. Darüber hinaus gestaltet er das Rahmenprogramm mit. Ebenso tragen der NABU und der BUND sowohl zur Publikation wie auch zum Gelingen von Begleitveranstaltungen bei. Dafür einen ganz besonderen Dank, ist doch die Beteiligung und Mitwirkung anderer Einrichtungen und Institutionen ein wichtiger Bestandteil unserer Überlegungen von Beginn an gewesen.

Auch kuratorisch sind wir neue Wege gegangen. Erstmals war nicht eine Einzelperson für die Inhalte der Ausstellung verantwortlich, sondern ein Team. Ich bedanke mich bei unseren beiden Volontärinnen Josephine Franke und Paula Jakob sowie bei Christian Göcke für vielfältige Einblicke in ein kompliziertes Thema. Die visuelle Übersetzung in den Raum oblag der Agentur Papenfuss aus Weimar. Die Ausstellung leistet einen wesentlichen Beitrag zu einer aktuellen gesellschaftlichen Debatte, die durch zahlreiche lesenswerte Beiträge in der Begleitpublikation ergänzt wird. Allen Autoren einen herzlichen Dank. Die sachkundige Gestaltung des Bandes lag in den Händen des Druckmedienzentrums Gotha.

Die Ausstellung wurde maßgeblich unterstützt von der Beauftragten der Bundesregierung für Kultur und Medien (BKM). Der Friedenstein Stiftung Gotha wird es bis 2027 im Rahmen der Projektförderung „Open Friedenstein!“ möglich sein, weiter sichtbar zu werden. Dazu gehört auch die stärkere Fokussierung auf aktuelle gesellschaftliche Themen. Im Rahmen der Bundesförderung denken wir auch über die Nachhaltigkeit von Ausstellungen nach. So verwenden wir nun das Ausstellungsmobilium bereits für die dritte Präsentation und sparen damit nicht nur viel Geld, sondern auch Energie und schonen die Umwelt. Ebenso haben wir bewusst auf Leihgaben verzichtet, verursachen doch teure Objekttransporte und Klimakisten enorme CO₂-Belastungen.

Zum Schluss bleibt mir zu erwähnen, dass unsere Ausstellung die Stiftung Naturschutz Thüringen angeregt hat, den 1. Thüringer Naturschutztag im Juni dieses Jahres in Gotha zu veranstalten. Ein schöneres Zeichen der Wertschätzung und Anerkennung der Arbeit der Stiftung können wir uns nicht wünschen.

Tobias Pfeifer-Helke
Direktor Friedenstein Stiftung Gotha

1. Unsere Umwelt wandelt sich!



Foto: Wolfgang Hock

Abb. 3: Der schwarze Feldhamster, eine Thüringer Besonderheit.



Abb. 2: Kahlschlag im Thüringer Wald nach Borkenkäferbefall.

Wir spüren es immer deutlicher: Hitzetage, Trockenheit, Waldbrände, Überschwemmungen... täglich sind die Nachrichten voll von katastrophalen Ereignismeldungen, die zunehmend die Menschen auf die Straße gehen lassen. Sie wollen etwas verändern, doch was ist der richtige Weg? Ein Hauptgrund für die spürbare Veränderung in unserer Zeit ist im fortschreitenden Klimawandel zu suchen, der insbesondere durch den hohen Ausstoß von CO₂ (Kohlenstoffdioxid) verursacht wird. Ursache hierfür sind Industrie, Wohnhäuser, Verkehr, Lebensmittelproduktion und vieles mehr.

Der Klimawandel trifft aber auf keine heile Welt: Unsere Landschaften sind seit langem geradezu industriell überformt, Land- und Forstwirtschaft arbeiten mit Monokulturen, Gewässer sind begradigt und kanalisiert, sie trocknen saisonal aus und sind bei Hochwasser unkontrollierbar. All dies führt insbesondere zu einem Verlust von Artenvielfalt, Lebensräumen und nicht zuletzt Ressourcen. In diesem Band werden Ausmaß und Gründe der Schädigungen unserer heimischen Lebensräume deutlich und mögliche Wege zur Verbesserung aufgezeigt.

Was ist Natur?

2.

Natur. Sobald wir dieses Wort hören, haben wir ein bestimmtes Bild im Kopf. Wir wissen alle, was Natur bedeutet, oder? Der Begriff wird im Alltag häufig verwendet, aber was genau gemeint ist, kann sehr unterschiedlich aussehen. Kaum ein anderer Begriff vereint derart viele und gegensätzliche Emotionen und Vorstellungen. Letztere haben sich im Laufe der Geschichte abhängig von den Lebensrealitäten der Menschen entwickelt und gewandelt. Natur wird mit ihrem „Ungeziefer“ oder „Unkraut“ als störend empfunden. Stürme, Erdbeben oder Waldbrände lassen sie gefährlich und unvorhersehbar wirken und doch ist Natur ein Zufluchtsort gleichbedeutend mit Harmonie und Erholung. Diese Mehrfachbedeutung hat sich besonders stark im 19. Jahrhundert herausgebildet. Technischer Fortschritt und zahlreiche wissenschaftliche Erkenntnisse nahmen der Natur ihren Schrecken und minderten ihren Einfluss auf das Alltagsleben vieler Menschen. So wurde eine ästhetische Betrachtung erst möglich. Diese Entwicklungen bestimmen noch heute unser Naturverständnis und beeinflussen aktuelle Diskussionen über ihren Schutz. Der zunächst so unkompliziert scheinende Begriff entpuppt sich als komplexes Geflecht diverser Ideen, Auffassungen und Erfahrungen.

Die vielschichtige Natur des Naturbegriffs

Josephine Franke

Einleitung

Das Verständnis von Natur hat im Laufe der Zeit eine vielschichtige Entwicklung durchlaufen. Eingebettet in die kulturellen, wissenschaftlichen, philosophischen und ästhetischen Strömungen vereint der Begriff „Natur“ konträre Assoziationen, die von romantischer Landschaftsmalerei und der verklärten Idylle des Landlebens bis hin zu Naturkatastrophen und der Unbeliebtheit von Unkraut und Ungeziefer reichen. Diese ambivalenten Vorstellungen werfen Fragen nach der Bedeutung von Natur für den Menschen auf, wobei und dies ist an dieser Stelle schon festzuhalten, das Naturverständnis immer auch von der jeweiligen kulturellen, historischen und geografischen Perspektive geprägt ist. Was ist also Natur? Was beinhaltet sie und was nicht? Kann es eine allgemeingültige Definition geben? Und warum sollte uns das überhaupt interessieren?



Abb. 1: Der Begriff Natur bildet ein diverses Geflecht unterschiedlicher Ideen und Konzepte.

Definition und inhaltliche Bedeutung

Interessanterweise wird man in Glossaren naturwissenschaftlicher Literatur bei der Suche nach dem Begriff „Natur“ kaum bis nie fündig werden, obwohl der Name dieses Wissenschaftszweiges nicht ohne den Begriff selbst auskommt. So sucht man beispielsweise im Botanischen Wörterbuch vergebens, „Naturdenkmal“, „Naturlandschaft“ oder „Naturschutz“ nicht nur Natur im Wort enthalten, sondern hier auch mit Hilfe des Begriffs definiert werden. Es wird von einem Konsens bezüglich der Bedeutung ausgegangen, ohne diese konkret zu benennen.

Anders sieht dies in der lexikalischen Literatur aus. Ducarme und Couvet (2020) fassen die vielfältigen Definitionen von „Natur“ in europäischen Wörterbüchern in vier Kategorien zusammen:

- 1 die Gesamtheit der materiellen Realität, welche als unabhängig von menschlicher Aktivität und Geschichte betrachtet wird;
- 2 das gesamte Universum, da es der Ort, die Quelle und das Ergebnis materieller Phänomene ist; eingeschlossen ist der Mensch oder mindestens der menschliche Körper;
- 3 die spezifische Kraft im Kern des Lebens und der Veränderung;
- 4 die Essenz, die innere Qualität und der Charakter, die Gesamtheit der spezifischen physikalischen Eigenschaften eines Objekts (ob lebendig oder nicht).

Der Begriff trägt je nach Kontext recht unterschiedliche Bedeutungsinhalte. Ob der Mensch beispielsweise Teil davon ist oder nicht, hängt von der jeweiligen Definition ab. Im alltäglichen Gebrauch wird „Natur“ oft in Abgrenzung zu etwas Anderem wie etwa „Kultur“ oder „Technik“ genutzt. Die inhaltliche Schärfung des Begriffs ist dabei entsprechend durch die Bedeutung des Gegensatzes bedingt (Heiland 1992).

Geschichte

Um die Gegenwart zu verstehen, lohnt sich immer ein Blick zurück in die Geschichte. Das Verhältnis der Menschen zur Natur hat sich im Laufe der Zeit abhängig von ihrer Lebensrealität gewandelt, was damit auch das Naturverständnis einschließt. Von der von Ordnung und Regelmäßigkeit geprägten, beseelten Natur der Philosophie im antiken Griechenland über Natur als Symbol und Schöpfung Gottes im Mittelalter zur quantitativ erfassbaren Natur der Neuzeit bietet die historische Betrachtung eine Vielzahl verschiedener Auffassungen (vgl. Collingwood 1945, Heiland 1992, 2001). Von besonderer Bedeutung für unser heutiges Naturverständnis ist die Entwicklung des mechanistischen Weltbildes, welche im 16. Jahrhundert beginnt. Bezeichnend ist die Annahme, dass sich die Natur in allen Einzelteilen

empirisch beschreiben und erklären lässt. In der Folge ist sie in ihrer Gänze durchschaubar, nutzbar und beherrschbar, und die Menschheit wird laut René Descartes (1637) zu „maîtres et possesseurs de la nature“ (Herren und Besitzern der Natur). Dies war der vorherrschende, aber keineswegs einzige Blick auf die Natur und so gab es immer schon Gegenströmungen, die Natur immer auch einen eigenen Wert außerhalb ihrer Nutzbarmachung zuschrieben. Besonders im Zuge der Industrialisierung, dem immer schneller voranschreitenden technischen Fortschritt und der immer größer werdenden Stadtbevölkerung kam der Natur die Aufgabe eines ausgleichenden Gegenpols zu. Die Epoche der Romantik schuf eine Idealisierung des Lebens auf dem Land, wobei der sehnsüchtige Blick eigentlich überwiegend Kulturlandschaften galt. Voraussetzung für eine solche ästhetische Betrachtung war der Verlust eines direkten alltäglichen Bezugs zur Natur (Heiland 1992, 2001). Diese unterschiedlichen Ausprägungen beeinflussen noch heute unsere Naturwahrnehmungen. Dabei sind selbst auf individueller Ebene nicht selten sich scheinbar ausschließende Annahmen erkennbar.

Naturwahrnehmung und das Mensch-Natur-Verhältnis

Auch wenn man sich möglicherweise noch nie Gedanken über die vage Natur des Begriffes „Natur“ gemacht hat, hat doch jeder sofort bestimmte Vorstellungen im Kopf. Diese spontanen Assoziationen beziehen sich größtenteils auf Flora, gefolgt von Fauna und zu geringeren Teilen auf unbelebte Bestandteile geologischen (beispielsweise Gebirge), hydrologischen (beispielsweise Ozeane) oder atmosphärischen (beispielsweise Wetterkomponenten) Charakters (Brämer 2011, Fehnker et al. 2021). In der ersten Assoziation ist Natur also primär die grüne, belebte Umwelt. Bei Befragungen wird in der Regel zudem angegeben, dass es sich bei Natur um etwas vom Menschen und menschlichen Aktivitäten Getrenntes handele (Fehnker et al. 2021). In einer niederländischen Studie, bei der die Teilnehmer zehn Fotos bezüglich der Natürlichkeit des Dargestellten sortieren sollten, landete an dritter Stelle ein Kiefernforst. Obwohl die geradlinig gepflanzten Baumreihen auf dem Foto erkennbar waren, erklärten einige Teilnehmer, dass es sich um „richtige Natur“ handele, da ein Wald zu sehen sei. Der menschliche Einfluss hat hier also der wahrgenommenen Natürlichkeit keinen Abbruch getan. Auch die konkrete Nachfrage, ob Menschen Teil der Natur seien, bejahte die Hälfte der Teilnehmenden (Van den Born 2008). Natur ist also etwas vom Menschen Unbeeinflusstes, gleichsam kann der Mensch aber doch Teil derselben sein, und auch einige Kulturlandschaften, die erst durch den Menschen entstanden sind, können als Natur verstanden werden. Letzteres ist gerade in den von Kulturlandschaften geprägten Ländern Europas ein interessanter Aspekt. Es gibt hierzulande wohl kaum noch Gegenden, die nicht durch den Menschen geformt wurden.

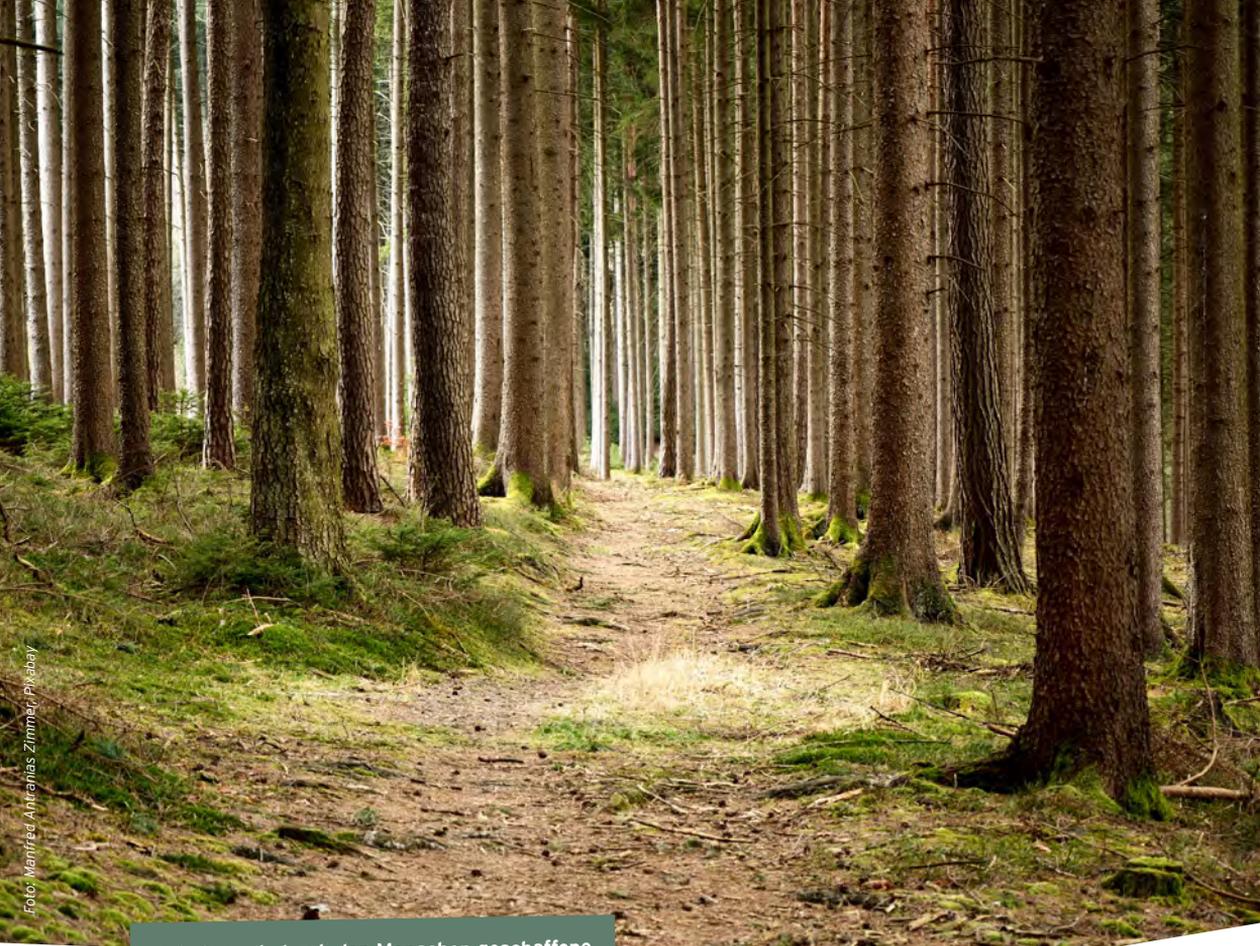


Abb. 2: Auch durch den Menschen geschaffene Landschaften wie dieser Forst können als natürlich wahrgenommen werden.

Des Weiteren nehmen wir Natur in abstrakterer Weise als Gefühl bzw. Erlebnis wahr. Natur wird als Ruhe oder Entspannung empfunden oder wird verknüpft mit Tätigkeiten wie Camping oder Wandern (Fehnker et al. 2021).

Heiland (1992) spricht von einem Doppelcharakter des Naturverständnisses. Zum einen wird Natur als Ressource für menschliches Leben und als Objekt der Naturwissenschaften verstanden. Dabei handelt es sich um einen empirischen Naturbegriff. Sie lässt sich in Zahlen ausdrücken und ist Gesetzmäßigkeiten unterworfen (Vogt 2001). Auf der anderen Seite kann die Natur als harmonischer Ausgleich zum Alltag gelesen werden. „Natur wird gleichzeitig gesucht und ausgebeutet, verehrt und mißachtet. Als Objekt ermöglicht sie uns unseren Lebensstil, als Subjekt kompensiert sie die mit ihm verbundenen nachteiligen Folgen“ (Heiland 1992: 5).

Wenn es darum geht, der Natur einen Wert zuzuschreiben, ist dieser häufig verbunden mit einem Nutzen für uns. Ihr Wert wird seltener aus ökozentrischer, sondern eher aus anthropozentrischer Sicht beschrieben, obwohl ihr auf konkrete Nachfrage in der Regel ein intrinsischer Wert zugeschrieben wird (Van den Born 2008). Bei einer anthropozentrischen Betrachtung steht der Mensch im Mittelpunkt. Natur hat

dabei keinen Eigenwert, sondern einen Wert, der sich aus ihrer Bedeutung für den Menschen ergibt (instrumenteller Wert). Dabei kann es um ästhetische Aspekte oder den Erlebnischarakter gehen, aber auch um Ressourcen oder die Bedeutung von Artenvielfalt für den Fortbestand der Menschheit. Eine ökozentrische Sicht dagegen schreibt belebten und unbelebten Bestandteilen der Ökosysteme einen Wert aus sich selbst heraus (intrinsischer Wert) und damit unabhängig vom Menschen zu. Aus solchen Überlegungen ergeben sich Implikationen bezüglich unseres praktischen Umgangs mit Natur und unserer Schutzanstrengungen.

Der Schutz und die Bewahrung von Natur

Ebenso wenig wie es eine allgemeingültige Definition von Natur gibt, gibt es keine allgemeingültige Definition von Naturschutz. Eben darin begründet sich ein zentrales Problem von Naturschutzbelangen. Im Umweltgutachten von 1987 wird von „dem hohen Grad der Unbestimmtheit des Begriffsinhaltes von ‚Natur‘“ gesprochen (Bundesregierung Drucksache 11/1568 1987). Denn die Frage danach, was durch den Naturschutz nun genau erhalten oder geschützt werden soll, ist nicht zuletzt vom zugrundeliegenden Naturverständnis abhängig.

Ende des 19. Jahrhunderts gewann Naturschutz in Reaktion auf die Folgen der Industrialisierung an Bedeutung und war hier vor allem durch eine romantische Naturwahrnehmung geprägt. Auch moderner Naturschutz zeigt noch Einflüsse von einer idealisierten romantischen Vorstellung (Raffelsiefer 2001).

Einzug in die Aufmerksamkeit der breiten Öffentlichkeit fand der Naturschutz allerdings erst in den 1970er Jahren. Der Europarat erklärte das Jahr 1970 zum „Europäischen Naturschutzjahr“ und läutete als erste europaweite Umweltkampagne eine neue Ära des Umwelt- und Naturschutzes ein. Durch etliche Vorträge, Ausstellungen, Konferenzen und weitere Aufklärungs- und Bildungskampagnen wurden Themen des Natur- und Umweltschutzes einem breiten Publikum näher gebracht und zugänglich gemacht (vgl. Schulz 2006).

Abhängig von aktuellen Diskussionen und der zum entsprechenden Zeitpunkt vorherrschenden Sicht auf das Verhältnis zwischen Mensch und Natur, lassen sich unterschiedliche Phasen zur Auffassung von Naturschutz unterteilen. Nach Mace (2014) gibt es vier Hauptphasen:

- 1 **„Nature for itself“:** Naturschutzbemühungen vor den 1960er Jahren mit Fokus auf einzelne Arten und intakte Habitats.
- 2 **„Nature despite people“:** Steigendes Bewusstsein für den Einfluss des Menschen auf die Umwelt führte in den 1970er und 1980er Jahren zu einem Fokus auf die menschengemachten Bedrohungen für Arten und den Verlust ihrer Lebensräume sowie Bemühungen, diesen Einfluss rückgängig zu machen oder zu minimieren.

- 3 **„Nature for people“:** Ende der 1990er Jahre wurde der Druck auf Lebensräume immer deutlicher, so dass ein stärkeres Verständnis für die unersetzbaren Dienstleistungen der Natur entstand. Der Hauptfokus lag auf Ökosystemen als Ganzes und ihrer nachhaltigen Nutzung.
- 4 **„People and nature“:** Hierbei wird die Wichtigkeit von kulturellen Strukturen und Institutionen bei der Entwicklung einer nachhaltigen und resilienten Interaktion zwischen Mensch und Umwelt betont.

Wichtig ist zu beachten, dass keine dieser Strömungen die vorherigen ersetzt hat. Vielmehr existieren sie je nach Kontext in unterschiedlicher Gewichtung nebeneinander. Entsprechend unmöglich ist es, „Naturschutz“ als einheitliches Konzept verstehen zu wollen.

Gerade die Frage, ob der Fokus auf dem Schutz der Natur um ihrer selbst willen oder zum Zwecke ihrer Dienlichkeit für den Menschen liegen sollte, ist zentraler Aspekt aktueller Debatten (vgl. Doak et al. 2014, Small et al. 2014).

Ein Blick in die Welt

Dem aufmerksamen Leser mag aufgefallen sein, dass die bisherigen Betrachtungen sich vornehmlich auf unseren europäischen Kulturraum beziehen. Aber auch außereuropäische Sprachen und Kulturen haben Worte und Konzepte für Natur. Ob getrennt vom Menschen, in Einheit mit dem Menschen, als Objekt spiritueller Dimensionen oder aber variabel und stark kontextabhängig, die Bedeutung von Natur und ihre Wahrnehmung ist weltweit extrem variabel (vgl. Coscieme et al. 2020, Droz et al. 2022). Gerade im Lichte von global auftretenden ökologischen Problemen, die es gemeinsam zu lösen gilt, ist ein Bewusstsein für diese Diversität sehr wichtig. In der internationalen Kommunikation, die üblicherweise primär in englischer Sprache stattfindet, besteht die Gefahr einer zu einseitigen Betrachtung, die spätestens beim Versuch der Umsetzung auf nationaler Ebene zum Problem werden kann. Wird in einem Naturschutzkonzept die Rolle des Menschen als Gegensatz zur Natur und als Gefahr ihr gegenüber betont, obwohl das lokale Naturverständnis ein völlig anderes ist, kann von fehlender Akzeptanz der Bevölkerung ausgegangen werden. Sicherlich kann man kaum die gesamte Bandbreite an sprachlicher und kultureller Diversität zusammenbringen, aber dennoch sollte man sich gerade im Rahmen internationaler Debatten ihrer Existenz bewusst sein.

Fazit

Nachdem wir uns nun mit diversen Aspekten zum Naturbegriff und Naturverständnis beschäftigt haben, kommen wir auf die eingangs gestellten Fragen zurück.

WAS IST DENN NUN NATUR?

Eine Frage, auf die es offensichtlich keine eindeutige Antwort gibt. Es ist kein Wort, welches sich in wenigen Sätzen allgemeingültig definieren lässt. Es ist vielmehr ein Konzept, abhängig von Kontext, Kultur, Geografie und Geschichte (Ellen 1996). In Diskussionen mit der Thematik Natur sollte also zunächst als Grundlage definiert werden, wovon man spricht. Die Gefahr des Aneinandervorbeiredens ist sonst immens hoch. Das gilt sowohl für politische Gespräche auf nationaler und internationaler Ebene wie auch für private Unterhaltungen.

WARUM IST DAS WICHTIG?

Für einige mag es wie eine völlig abstrakte und sinnlose Überlegung anmuten, sich mit der Frage nach der Bedeutung, der Wahrnehmung und dem Verständnis von Natur auseinanderzusetzen. Doch wie bereits ein Blick in die Literaturliste nur dieses kurzen Aufsatzes verrät, ist die Diskussion im vollen Gange. Dafür gibt es auch gute Gründe. Im Kleinen betrifft es uns vielleicht bei der Gartenplanung oder beim Einkauf von als besonders natürlich beworbenen Produkten. Uns begegnen aber auch unterschiedliche Naturverständnisse in Diskussionen um landwirtschaftliche Praktiken. Oft kommt es zu Missverständnissen, basierend auf einem romantisierten Bild von Landwirtschaft und Natur bei der städtischen Bevölkerung, welche sich nur ansprechen und überbrücken lassen, wenn man sich ihrer Quelle und Existenz überhaupt bewusst ist. In Diskussionen über erneuerbaren Energien und das für einige damit verbundene, gestörte Bild von Natur durch Windräder oder Photovoltaikanlagen begegnen uns ebenfalls verschiedene Auffassungen. Wovon wird eigentlich gesprochen, wenn es um Naturschutz geht? Welche Natur ist gemeint? Konzentriert man sich zu sehr auf eine bestimmte Form der Naturwahrnehmung (z. B. ästhetisch gegenüber ökologisch), schützt man womöglich einige Elemente überproportional mehr als andere. Oder aber man beraubt sich der Unterstützung der Bevölkerung, weil man ihr Naturverständnis nicht mit einbezieht bzw. das grundlegende Konzept nicht gut kommunizieren kann. Globale Anstrengungen machen ein Bewusstsein für die Diversität an Ideen und Konzepten, die mit dem Begriff Natur verbunden sind, notwendig.

Literaturverzeichnis

- Bundestag, 11. Wahlperiode (1987). Umweltgutachten 1987. Drucksache 11/1568. Dokumentations- und Informationssystem für Parlamentsmaterialien (DIP). Abgerufen unter <https://dserver.bundestag.de/btd/11/015/1101568.pdf> (27.02.2024)
- Brämer, R. (2011). Natur immer abstrakter. Spontane Naturassoziationen Jugendlicher im Vergleich von 1997 und 2010. Abgerufen unter <https://www.natursoziologie.de> (27.02.2024)
- Collingwood, R. G. (1945). *The Idea of Nature*. Oxford University Press, Oxford. Abgerufen unter <https://ia801403.us.archive.org/23/items/in.ernet.dli.2015.188026/2015.188026.The-Idea-Of-Nature.pdf> (27.02.2024)
- Coscieme, L., da Silva Hyldmo, H., Fernández-Llamazares, Á., Palomo, I., Mwampamba, T. H., Selomane, O., Sitas, N., Jaureguiberry, P., Takahashi, Y., Lim, M., Barral, M. P., Farinaci, J. S., Diaz-Jose, J., Ghosh, S., Ojino, J., Alassaf, A., Baatuuwie, B. N., Balint, L., Basher, Z., Boeraeve, F., Budiharte, S., Chen, R., Desrousseaux, M., Dowo, G., Febria, C. M., Ghazi, H., Harmackova, Z. V., Jaffe, R., Kalemba, M. M., Lambini, C. K., Lasmana F. P. S., Mohammed, A. A. A., Niamir, A., Pliscoff, P., Sabyrbekov, R., Sidorovich, A. A., Thompson, L., Shrestha, U. B., Valle, M. (2020). Multiple conceptualizations of nature are key to inclusivity and legitimacy in global environmental governance. *Environmental Science and Policy*, 104, 36–42. Doi: 10.1016/j.envsci.2019.10.018
- Déscartes, R. (1637). *Discours de la méthode*. In: Adam, C. & Tannery, P. (Hg.), *Œuvres de Descartes. Discours de la méthode & essais. VI*. 1902. Le Cerf, Paris. Abgerufen unter https://fr.wikisource.org/wiki/Discours_de_la_m%C3%A9thode/%C3%89dition_Adam_et_Tannery (27.02.2024)
- Doak, D. F., Bakker, V. J., Goldstein, B. E., Hale, B. (2014). What is the future of conservation? *Trends in Ecology and Evolution*, 29(2), 77–81. Doi: 10.1016/j.tree.2013.10.013
- Droz, L., Chen, H. M., Chu, H. T., Fajrini, R., Imbong, J., Jannel, R., Komatsubara, O., Lagaca-Hiloma, C. M. A., Meas, C., Nguyen, D. H., Sherpa, T. O., Tun, S., Undrakh, B. (2022). Exploring the diversity of conceptualizations of nature in East and South-East Asia. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1), 1–12. Doi: 10.1057/s41599-022-01186-5
- Ducarme, F., Couvet, D. (2020). What does 'nature' mean? *Palgrave Communications*, 6(1), 1–8. Doi: 10.1057/s41599-020-0390-y
- Ellen, R. F. (1996). The cognitive geometry of nature: a contextual approach. In: Descola, P., Pálsson, G. (Hg.), *Nature and Society*, Routledge, London und New York, 103–123.
- Fehner, L., Pearson, D., Howland, P. J. (2021). Understanding Conceptions of 'Nature' for Environmental Sustainability: A Case Study in Tāmaki Makaurau Auckland, Aotearoa New Zealand. *Earth (Switzerland)*, 2(3), 357–373. Doi: 10.3390/earth2030021
- Heiland, S. (1992). *Naturverständnis. Dimensionen des menschlichen Naturbezugs*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Heiland, S. (2001). *Naturverständnis und Umgang mit Natur*. *Berichte Der ANL*, 25, 5–17.
- Mace, G. M. (2014). Whose conservation? *Science*, 345(6204), 1558–1560. Doi: 10.1126/science.1254704
- Raffelsiefer, M. (2001). *Naturwahrnehmung, Naturbewertung und Naturverständnis im deutschen Naturschutz: eine wahrnehmungsgeographische Studie unter besonderer Berücksichtigung des Fallbeispiels Naturschutzgebiet Ohligser Heide* (Dissertation, Gerhard-Mercator-Universität Duisburg). Abgerufen unter <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DocumentServlet?id=5023> (27.02.2024)
- Schubert, R., Wagner, G. (2000). *Botanisches Wörterbuch*. 12. Auflage. Ulmer, Stuttgart.
- Schulz, T. (2006). *Das ‚Europäische Naturschutzjahr 1970‘ - Versuch einer europaweiten Umweltkampagne*. Discussion Papers / Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, 007. Abgerufen unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/19662> (27.02.2024)
- Small, N., Munday, M., Durance, I. (2017). The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. *Global Environmental Change*, 44, 57–67. Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2017.03.005
- Van den Born, R. J. G. (2008). Rethinking nature: Public visions in the Netherlands. *Environmental Values*, 17(1), 83–109. Doi: 10.3197/096327108X271969
- Vogt, M. (2001). *Naturverständnis und christliche Ethik*. *Berichte Der ANL*, 25, 109–118



Abb. 1: Verlag Alexander Grimm, *Leben und Treiben im Thüringer Walde*, Postkartenserie um 1910, kolorierte Fotografie, 9 x 14 cm.

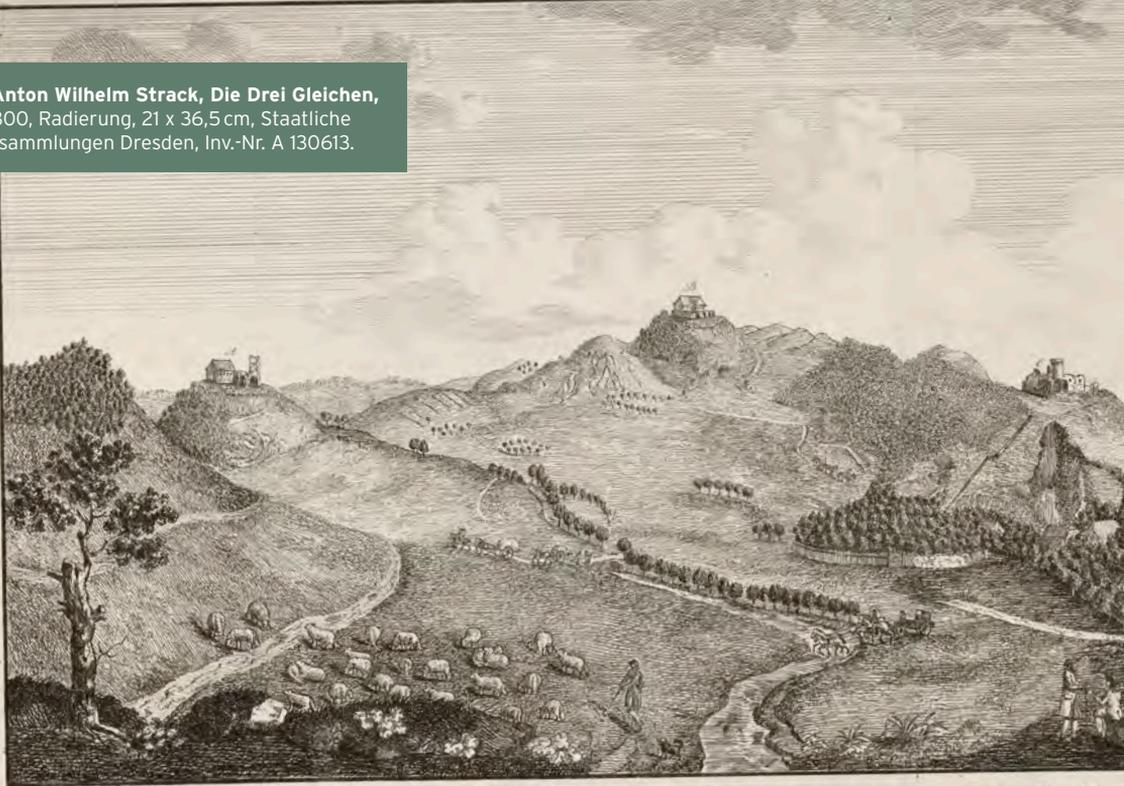
Foto: Imago Stock

Der idealisierte Blick in die Landschaft – zur wandelnden Naturwahrnehmung in Thüringen

Timo Trümper

Der Kunstverlag Alexander Grimm in Gotha, 1898 gegründet, produzierte nach 1910 eine umfangreiche Postkartenserie unter dem Titel *Leben und Treiben im Thüringer Wald* mit verschiedenen Motiven vor allem forstwirtschaftlicher Tätigkeiten!¹ So sind etwa Holzfäller beim Entrinden von Fichtenstämmen, Frauen beim Pflanzen von Fichtensetzlingen, Köhlerhandwerk mit Kohlenmeiler, Kinder beim Transport von Reisig, eine alte Frau beim Sammeln von Fichtenzweigen oder ein Bauer mit zwei Ochs bei der Feldarbeit zu sehen (Abb. 1). Die schwere Arbeit der Landbevölkerung ist dabei eingebettet in eine Landschaftsmotivik, die nicht etwa die unberührte, wilde Natur der waldreichen Mittelgebirgsregion zeigt, sondern vielmehr eine Region, die stark durch den Menschen geprägt wurde, der sich dadurch ein Einkommen verschafft. So bestimmen gerodete Flächen, Plantagen von Fichten, Forstwege und bestellte Felder den Blick in die Bildtiefe und zeugen damit von ei-

Abb. 2: Anton Wilhelm Strack, Die Drei Gleichen, um 1800, Radierung, 21 x 36,5 cm, Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Inv.-Nr. A 130613.



*Die III. Bergschlöffer Gleichen, zwischen Gotha, und Arnstadt.
A. Gleichen B. Wachsenburg C. Mühlberg*

nem deutlichen Wandel der Naturwahrnehmung: Der romantisierte deutsche Wald als ein Ort wilder und zuweilen mystischer Verklärung wird abgelöst durch den offenbar realitätsnahen Anblick seiner intensiven wirtschaftlichen Nutzung, wodurch der menschengemachte Landschaftsumbau deutlich im Vordergrund steht. Die scheinbare Idylle der einfachen und hart arbeitenden Landbevölkerung traf bei den erholungssuchenden Städtern, die den Thüringer Wald besuchten, anscheinend auf ein besonderes Interesse. Die Serie war recht erfolgreich, wurde sie doch mehrere Jahrzehnte lang, sowohl im Kaiserreich, der Weimarer Republik und in der DDR, unverändert reproduziert.²

Die sich verändernde Darstellung von Landschaft ist unmittelbar abhängig von einem sich stetig wandelnden Weltbild, geprägt von neuen theologischen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Sichtweisen, die auch zu einer neuen

Foto: Herbert Boswank



künstlerischen Auseinandersetzung führen.³ Dabei ist zu fragen, ob sich über die verändernden Darstellungen Rückschlüsse auf das Naturverständnis und die Naturwahrnehmung der jeweiligen Zeit gewinnen lassen. Im 15. und 16. Jahrhundert spielen in der Landschaftsdarstellung vor allem religiöse Bezüge eine wichtige Rolle: die (Welt-) Landschaft als Sinnbild von Gottes Schöpfung, bei der der Mensch als Teil des geozentrischen Weltbilds im Mittelpunkt steht. Nicht selten werden dabei biblische Bezüge in die Landschaften eingeflochten. Es sind reine Fantasiegebilde, die in der niederländischen Malerei ab den 1620er Jahren, fußend auf Naturbeobachtungen, durch eine scheinbar genaue Wiedergabe der unmittelbaren Umgebung abgelöst werden.⁴ Hierzu führen neue Erkenntnisse in den Naturwissenschaften, neue Beobachtungen und neue wissenschaftliche Instrumente, die auch von Künstlern genutzt wurden. Doch wie realistisch sind diese Bilder wirklich? Die Landschaftsmalerei ist im 17. und 18. Jahrhundert noch stark von Vorstellungen geprägt, die vielmehr ein künstlerisches Ideal von der Schönheit der Landschaft transportieren, einem idyllischen Arkadien, das direkt vor der Haustür liegt und auch nur begrenzt topographisch korrekt ist.⁵ So lassen die Gemälde zum Beispiel nur sehr bedingt Rückschlüsse auf wichtige Wirtschaftszweige wie Manufakturwesen, Landwirtschaft sowie den Landumbau zu und dies obwohl Holland im 17. Jahrhundert intensiv Landgewinnung betrieb und das führende Zentrum der Weltwirtschaft war.⁶ Die Funktion solcher Bilder war in erster Linie eine dekorativ-repräsentative, die nur eingeschränkt Aussagen über die Wirklichkeit der Natur zulässt, aber dafür vielleicht wie die damaligen Betrachter die Natur gern wahrnehmen würden. Diese Diskrepanz zwischen der künstlerischen Vorstellung und der Lebenswirklichkeit wird umso deutlicher im Vergleich mit

zeitgleichen grafischen Darstellungen, die die Realität und gerade auch die Veränderungen der Umwelt oftmals realistischer dokumentieren.

Doch werfen wir unseren Blick wieder zurück auf die regionalen Landschaftsbilder aus Thüringen: Für die Künstler im 18. und vor allem im 19. Jahrhundert gewinnt die unmittelbare Umgebung als Bildmotiv zunehmend an Bedeutung. Zu den prominenten Thüringer Landschaftssujets gehören die Drei Gleichen zwischen Gotha und Arnstadt, mit den Burgen Gleichen bei Wandersleben, der Mühlburg und die Veste Wachsenburg bei Holzhausen. Eine frühe Ansicht, entstanden um 1800, bietet der aus Haina stammende Maler und Grafiker Anton Wilhelm Strack (1758-1829) aus der berühmten Malerfamilie Tischbein (Abb. 2). Er wurde unter anderem bei seinem Onkel Johann Heinrich Tischbein (1722-1789) ausgebildet. Seine scheinbar vedutenhaften Landschaftsdarstellungen sind der Romantik verpflichtet wie

auch die Grafik mit dem Titel *Die III Bergschlösser Gleichen zwischen Gotha und Arnstadt*. Die Höhenzüge der Bergkette wirken bei Strack imposanter als in der Realität und die Gegensätze der einzelnen Landschaftsräume von den Ebenen zu den Hängen und Höhenzügen, hinter denen Kumuluswolken emporsteigen, damit abwechslungsreicher. Auch die Burgen erhielten eine Überarbeitung, waren doch im 19. Jahrhundert von den einst imposanten Bauten weitestgehend nur verfallene Ruinen geblieben. Der Landschaftsraum der Ebene ist geprägt durch baumbestandene Wege, die einen Hinweis auf die Bedeutung der Forstwirtschaft und des Obstanbaus in Thüringen geben. Davon zeugen Landordnungen, wie die von Herzog Johann Friedrich II. von Sachsen (genannt der Mittlere) (1529-1595) aus dem 16. Jahrhundert, die die Untertanen dazu verpflichteten, die Ränder der Straßen und Wege mit Obstbäumen, Weiden oder Erlen zur wirtschaftlichen Nutzung zu bepflanzen. Diese Bestimmungen wurden in den folgenden Jahrhunderten immer wieder erneuert, wodurch das Landschaftsbild gerade auch in Thüringen für lange Zeit nachhaltig durch baumbestandene Straßen und Wege geprägt wurde.⁷ Im Vordergrund des Bildes runden Staffagefiguren, zwei Wanderer sowie ein Schäfer mit seiner Herde, die Szenerie malerisch ab.

Fast den gleichen Standort wählte 1840 der Maler Ferdinand Gutschmuths (1811-1859) für seinen *Drei Burgenblick*, der mit einem niedrigeren Horizont einen naturalistischeren Eindruck des Panoramas bietet (Abb. 3). Die Brauntöne der Vegetation und des Laubbaums im Vordergrund lassen auf einen sonnigen Hochsommertag schließen, das Heu ist im Hintergrund zum Trocknen zu Ballen aufgeworfen. Vergleicht man die Perspektive mit historischen Karten fällt allerdings auf, dass die Landschaft in Wirklichkeit viel stärker durch die Feldwirtschaft strukturiert war, als es auf dem Gemälde den Anschein hat.⁸ Es ist die endlose Weite, die dem Künstler wichtig war und die durch die prärieartige Charakterisierung des scheinbar unverfälschten Naturraums eine zusätzliche Verstärkung erhält. Die Staffagefiguren bedienen das sentimentale Klischee der einfachen Landarbeiter, die zum Sinnbild eines naturverbundenen, gottgefälligen Lebens stilisiert werden. Diese Verklärung hin zu einem utopischen Ideal verbreitete sich ab dem späten 18. Jahrhundert durch eine Zivilisationskritik der Aufklärung, die stark verkürzt mit der Maxime „Zurück zur Natur“ Ausdruck findet.⁹

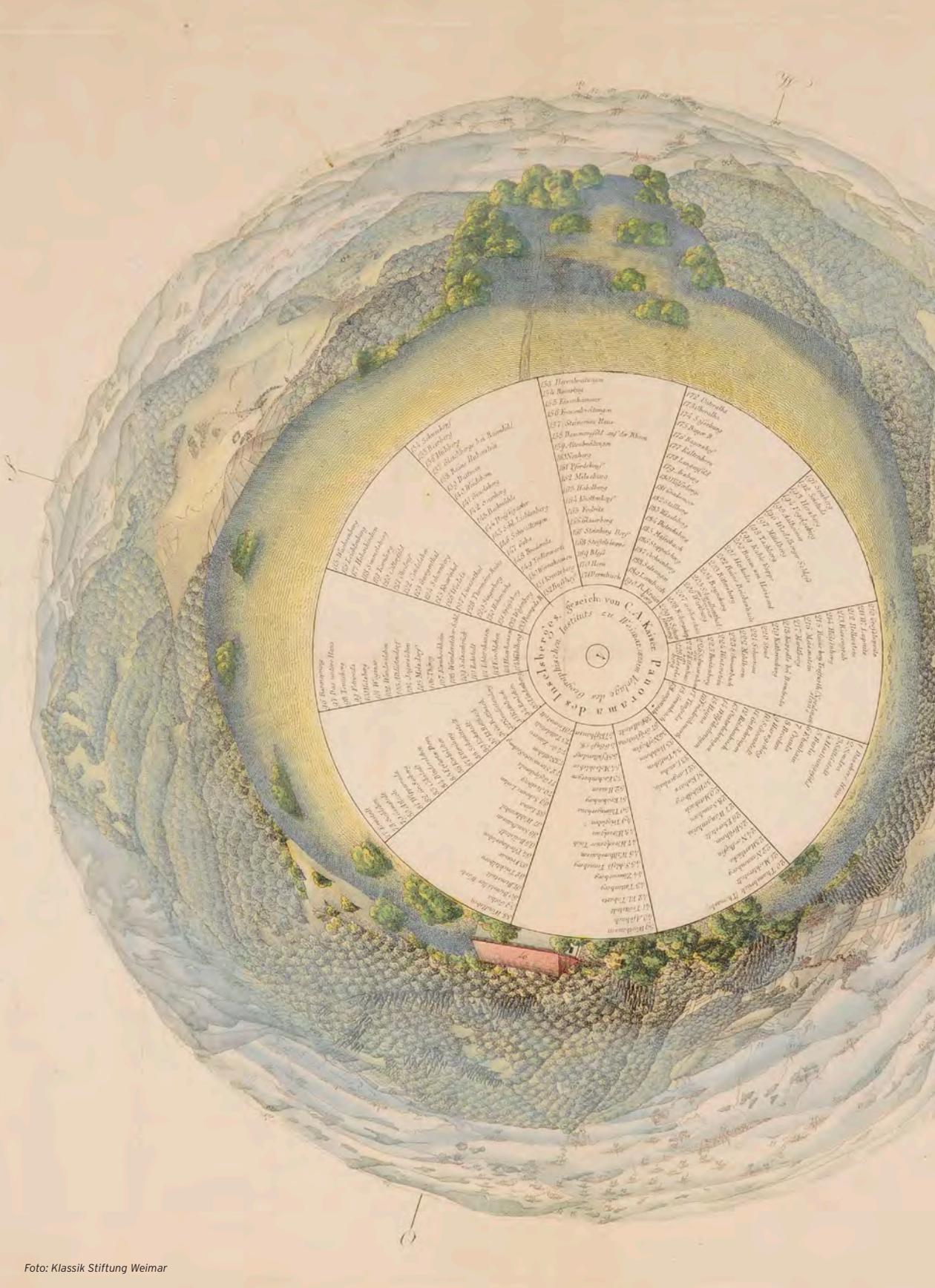
Solch ein Vergleich zwischen einer topographisch genauen Darstellung und einer mit künstlerischem Ideal gefertigten Malerei lässt sich auch für ein anderes prominentes thüringisches Motiv anstellen. So fungiert der charakteristische Inselfberg häufig als wiedererkennbarer Bezugspunkt der regionalen Landschaft, etwa bei Jagdbildern, die sich auf den Thüringer Wald beziehen.¹⁰ Die Motive solcher Gemälde sind austauschbar und werden von dem Künstler im Atelier nach Skizzen frei kombiniert, ohne Anspruch ein an der Realität orientiertes Landschaftspanorama darzustellen. Der Inselfberg bleibt hierbei der einzige realistische Bezugspunkt, um eine Identifizierung der Gegend zu ermöglichen. Ganz anders präsentiert sich ein kolorierter Kupferstich von Adolph Kaiser (1804-1861) aus dem Jahr 1823, der

Abb. 3: **Ferdinand Gutsmuths, Drei Burgenblick**, 1840, 27 x 37 cm, Öl auf Leinwand, Privatsammlung.



Foto: Friedenstein Stiftung Gotha

das genau wiedergegebene Landschaftspanorama aus der Vogelperspektive vom kalten Gipfel des Berges mit Angaben zu den sichtbaren Gebäuden, Orten und topographischen Gegebenheiten kombiniert (Abb. 4). Darüber hinaus gibt die Darstellung Aufschluss über die im 19. Jahrhundert vorwiegend aus Laubbäumen bestehende Vegetation des Thüringer Waldes, die erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts immer mehr durch Fichtenplantagen zurückgedrängt wurde, sowie die Strukturierung der Ebene durch kleinteilige Felder, die die Ortschaften umgeben. Kaiser, der hier mit erst 19 Jahren noch am Anfang seiner Karriere als Landschaftsmaler steht, vertritt mit seiner Grafik einen naturwissenschaftlich-dokumentarischen Ansatz im Gegensatz zu den Jagdbildern und den Beispielen von Gutsmuths sowie Strack mit einer stärker künstlerischen Ausrichtung.



- Panorama des Lusatischen Landes zu Dresden, entworfen von C.A. Kuntze**
 Geographisches Institut zu Dresden
- | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1. Das untere Haus | 14. Schönbach | 27. Hirschbach | 40. Hirschbach | 53. Hirschbach | 66. Hirschbach | 79. Hirschbach | 92. Hirschbach |
| 2. Das obere Haus | 15. Schönbach | 28. Hirschbach | 41. Hirschbach | 54. Hirschbach | 67. Hirschbach | 80. Hirschbach | 93. Hirschbach |
| 3. Schönbach | 16. Schönbach | 29. Hirschbach | 42. Hirschbach | 55. Hirschbach | 68. Hirschbach | 81. Hirschbach | 94. Hirschbach |
| 4. Schönbach | 17. Schönbach | 30. Hirschbach | 43. Hirschbach | 56. Hirschbach | 69. Hirschbach | 82. Hirschbach | 95. Hirschbach |
| 5. Schönbach | 18. Schönbach | 31. Hirschbach | 44. Hirschbach | 57. Hirschbach | 70. Hirschbach | 83. Hirschbach | 96. Hirschbach |
| 6. Schönbach | 19. Schönbach | 32. Hirschbach | 45. Hirschbach | 58. Hirschbach | 71. Hirschbach | 84. Hirschbach | 97. Hirschbach |
| 7. Schönbach | 20. Schönbach | 33. Hirschbach | 46. Hirschbach | 59. Hirschbach | 72. Hirschbach | 85. Hirschbach | 98. Hirschbach |
| 8. Schönbach | 21. Schönbach | 34. Hirschbach | 47. Hirschbach | 60. Hirschbach | 73. Hirschbach | 86. Hirschbach | 99. Hirschbach |
| 9. Schönbach | 22. Schönbach | 35. Hirschbach | 48. Hirschbach | 61. Hirschbach | 74. Hirschbach | 87. Hirschbach | 100. Hirschbach |



Die Landschaft der thüringischen Ebenen sollte sich erst im Laufe des 19. Jahrhunderts langsam, aber dafür umso einschneidender wandeln. Neue Infrastruktur wie der Eisenbahnbau entsteht, neue Wohngebiete und Fabriken werden im Zuge der Industrialisierung an den Ortsrändern errichtet. Im 20. Jahrhundert folgen dann groß angelegte Flurbereinigungsmaßnahmen, der Autobahnbau und die Erschließung neuer - ästhetisch höchst fragwürdiger - Gewerbegebiete, die sich tief in die Landschaft schneiden. Die Veränderungen des 19. Jahrhunderts finden zunächst nur selten Eingang in die Landschaftsdarstellungen und wenn, dann eher im Bereich der Grafik, wo neue Wirtschaftszweige, Fabrikbauten und Infrastruktur-Maßnahmen häufiger dokumentiert werden. Eine vedutenhafte Stadtansicht Gothas, entstanden um 1860, zeigt im Vordergrund rechts eine Zuckerfabrik, deren Schornsteine die klassische Funktion eines Repoussoiremotivs übernehmen.¹¹ Die Gebäude werden allerdings durch hohe Bäume weitestgehend verdeckt, so dass sich die neuen Industriebauten innerhalb des Stadtpanoramas deutlich unterordnen.¹² Eine kolorierte Lithographie aus dem 19. Jahrhundert, die die Residenzstadt aus südöstlicher Richtung vom Seeberg aus zeigt, setzt einen anderen Schwerpunkt (Abb. 5). Im Vordergrund führt eine elegant gekleidete Familie mit Kind beim Spaziergehen in das Bildmotiv ein. Die Darstellung wird nun nicht mehr nur allein von dem monumentalen Schloss Friedenstein geprägt, sondern zusätzlich von der erst neu errichteten Eisenbahnstrecke, auf der gerade ein Dampfzug, vom 1848 erbauten Bahnhof kommend, das Viadukt überquert hat.¹³ Auch aufgrund der Spa-

Abb. 4: Adolph Kaiser, Panorama des Inselsbergs, 1823, Kupferstich koloriert, Klassik Stiftung Weimar, Museen, Inv.-Nr.: KGr/O1171.





Abb. 5: Verlag Alfred Meysel, Ansicht von Gotha mit Viadukt und Schloss Friedenstein, Farblithographie, um 1850, Friedenstein Stiftung Gotha, Inv.-Nr. G87,191.



Abb. 6: Christian Weih, Blick zur Mühlburg und zur Wachsenburg, 2015, Fotografie.

ziergänger sowie der Kolorierung, bei der verschiedene Grüntöne dominieren, ist die Darstellung noch ganz dem friedlichen und romantischen Naturverständnis verpflichtet, dem sich die technischen Neuerungen und Veränderungen weitgehend unterordnen oder anpassen. Dabei veränderte nicht nur der Bau solcher Strecken an sich die Landschaftswahrnehmung fundamental, sondern gerade auch das neue Tempo des Reisens. Das Fehlen oder Unterordnen solcher Motive kann dem gleichen als ein Prozess der Historisierung angesehen werden, der dem Wandel in vielen Lebensbereichen entgegentritt. Der künstlerische Blick auf eine unberührte, idyllische Natur kann tendenziell mit einem romantisierenden Blick in die Vergangenheit gleichgesetzt werden und entspricht dem menschlichen Bedürfnis etwas Verlorenes festhalten zu wollen.¹⁴ Über die sich verändernde Naturwahrnehmung, die Umgestaltung der Naturräume geben die Bilder also häufig nur indirekt Auskunft. Gerade die Malerei bediente vielmehr lange Zeit das sentimentale Klischee der romantischen Natur, in der die einfachen Landarbeiter als Staffagefiguren zum Sinnbild eines naturverbundenen, gottgefälligen Lebens stilisiert werden. Heute wird der Landschaftseindruck zwischen Inselsberg und den Drei Gleichen durch vielfältige Veränderungen einer modernen Wirtschaft und Infrastruktur bestimmt. Besonders prägend ist die Autobahn A4, die ab 1934 als Reichsautobahn auf der Strecke von Kirchheim bis Görlitz entstand. Die Streckenführung der Reichsautobahnen berücksichtigte dabei immer bestimmte Sichtachsen auf

Landschaften und Sehenswürdigkeiten im Sinne ihrer Inszenierung. Die „Schönheit der deutschen Landschaft“ sollte sich dem „Autowanderer“ im Vorbeifahren erschließen.¹⁵ Letztlich bedient auch die zeitgenössische Rezeption des Panoramas der Drei Gleichen eine emotionale Verbundenheit mit der Region, in der sich selbst die „modernen Errungenschaften“ als Lichtspiel der vorbeirauschenden Fahrzeuge ästhetisch einfügen (Abb. 6).¹⁶ Die Region mit ihren Baudenkmalern und Landschaftsräumen werden von den vorbeifahrenden Verkehrsteilnehmern nur noch als touristisches Abziehbild wahrgenommen, auf das die braunen Verkehrszeichen auf stilisierende Art hinweisen.

-
- 1 Es wurden 10 unterschiedliche Motive der Serie „Thüringer Wald“ produziert. Mein Dank für diese Hinweise zum Verlag gilt Matthias Wenzel.
 - 2 Überlieferte Poststempel der 1910er und 1950er Jahre lassen Rückschlüsse auf den langen Produktionszeitraum zu.
 - 3 Vgl. hierzu Eschenburg 2019.
 - 4 Wichtigster Vertreter dieser neuen Richtung ist Jan van Goyen (1595–1656), der mit einer sehr dünnen Malweise und einem sehr geschickt eingesetzten Wechsel von Licht und Schatten für die Landschaftsmalerei prägend wurde. Vgl. die Gemälde der Friedenstein Stiftung Gotha, Inv.-Nr. SG 688 und SG 689.
 - 5 Vgl. Büttner 2006, S. 171–181. Innerhalb der Landschaftsmalerei steht bei der Vedute die wirklichkeitsgetreue Wiedergabe der Topographie, vor allem bestimmter Orte, im Vordergrund.
 - 6 Hier bilden die Seestücke mit der korrekten Wiedergabe der Schifffahrt eine wichtige Ausnahme, bildete doch die Dominanz im Seehandel das Rückgrat des wirtschaftlichen Erfolgs.
 - 7 Fuchs 2018, S. 97 f.
 - 8 Vgl. zum Beispiel: Die Drei Gleichen. Partiekarte, Maßstab 1:50.000, hrsg. von dem Wachsenburg-Komitee in Gotha, 1903, Sammlung Perthes, Gotha, Inv.-Nr. SPK 547.
 - 9 Dies orientierte sich an Jean-Jaques Rousseau und seiner Gesellschaftskritik, vgl. hierzu die Ausführungen bei Büttner 2006, S. 223.
 - 10 Zum Beispiel: Johann Heinrich Helbig, Jagdbild mit dem Inselfberg, 1842, Öl auf Leinwand, Friedenstein Stiftung Gotha, Inv.-Nr. SG1364.
 - 11 Gustav Frank (1819–1888), zugeschrieben, Ansicht von Gotha, um 1860, Lithographie, 34 x 56 cm, Friedenstein Stiftung Gotha, Sammlung MRV, Inv.-Nr. 6571.
 - 12 Klein- und Mittelbetriebe blieben lange Zeit in der Region bestimmend und das Hausgewerbe stellte einen großen Anteil der Produktion dar, vgl. Ausst.-Kat. Coburg 1997, S. 329 ff.
 - 13 Das zwischen 1845–47 entstandene Viadukt wurde als technisches Denkmal durch verschiedene Grafiken dokumentiert. Es wurde 1992 durch einen Neubau ersetzt.
 - 14 Winzen 2016, S. 28.
 - 15 Kriest 2016, S. 122 ff.
 - 16 Ich danke dem Fotografen Christian Weih für die Nutzung der Aufnahme.

Literaturverzeichnis:

- Büttner, N. (2006). Landschaftsmalerei. Hirmer, München, 416 S.
- Eschenburg, B. (2019). Naturbilder - Weltbilder. Landschaftsmalerei und Naturphilosophie von Jan van Eyck bis Paul Klee. Gebr. Mann Verlag, Berlin, 265 S.
- Fuchs, T. (2018). Obst und Gehölze in Serien - Modelle für Forst und Wirtschaft. In: Stiftung Schloss Friedenstein Gotha (Hg.), Gotha VorBildlich - Modellsammlungen um 1800. Gotha, 93–99.
- Henker, M. (Hg., 1997). Ein Herzogtum und viele Kronen: Coburg in Bayern und Europa. Katalog zur Landesausstellung des Hauses der Bayerischen Geschichte und der Kunstsammlungen der Veste Coburg. Verlag Friedrich Pustet, Regensburg, 552 S.
- Winzen, M. (2016). Das frühindustrielle Bedürfnis nach Heimat. Die malerische Erfindung eines Landschaftsgefühls. In: Barboza, A., Krug-Richter, B., Ruby, S. (Hg.), Heimat verhandeln? Kunst- und kulturwissenschaftliche Annäherungen. Böhlau Verlag, Köln, 23–33.
- Kriest, M. (2016). Die Reichsautobahn. Konzeption, räumliche Struktur und Denkmaleigenschaft eines historischen Verkehrsnetzes. Michael Imhof Verlag, Petersberg, 311 S.

3.

Die moderne Natur

THÜRINGER NATUR JETZT!

- **Die Landschaft wandelt sich!**
- **Der Wald stirbt!**
- **Die Apfelstädte vertrocknen!**
- **Überall Monokulturen!**
- **Aber ist wirklich alles nur schlimm?**
- **Ein kleiner fotografischer Rundgang durch die Thüringer Natur heute...**



Abb. 1: „Ackerunkräuter“.
Artenreiche Kulturlandschaft.

Foto: Wolfgang Hock



Abb. 2: Ausgetrocknete Apfelstätt.

Foto: Ronald Belstedt



Abb. 3: Vom Borkenkäfer
geschädigter Fichtenbestand.

Foto: Ingolf Profft, ThüringenForst



Abb. 4: Orchideenwiese.
Schützenswerter, arten-
reicher Lebensraum.

Foto: Wolfgang Hock



Abb. 5: Die Zivilisation frisst
sich in die Landschaft.

Foto: Wolfgang Hock

Abb. 6: **Schön, aber artenarm.**
Raps in Reinkultur.



Foto: Wolfgang Höck



Foto: Ronalte Bellstedt

Abb. 7: **Naturnahe**
Apfelstädt-Aue.

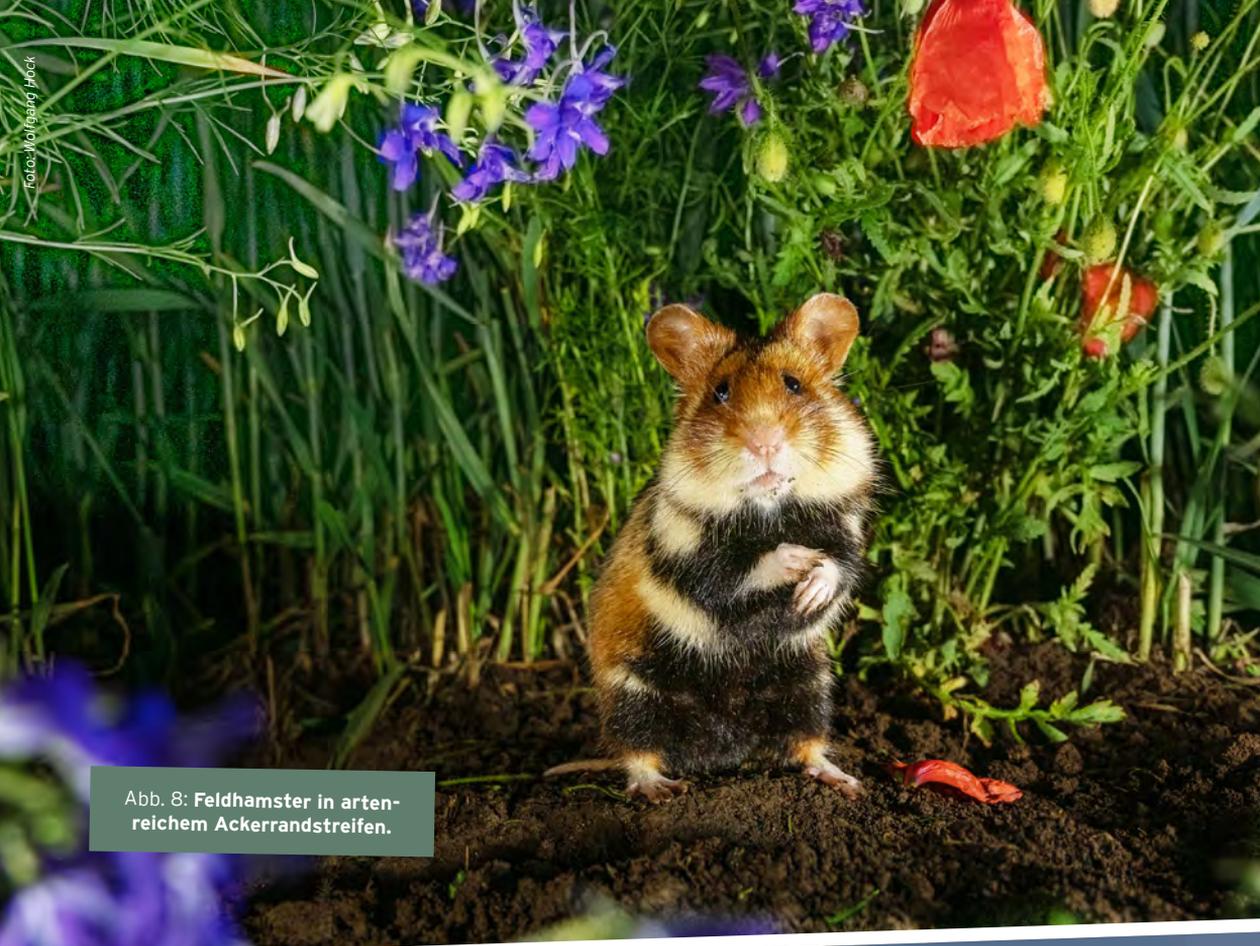


Abb. 8: Feldhamster in artenreichem Ackerrandstreifen.



Abb. 9: Kahler Hang im Thüringer Wald nach Borkenkäferbefall.



Abb. 10: ICE-Trasse und Autobahn.





Abb. 12: Acker im Frühsommer.
Artenarme Agrarlandschaft.





Abb. 11: Intakter Fichtenforst.

Foto: Ingolf Proff, ThüringenForst



Abb. 13: Romantischer Sonnenaufgang. Aber: Dauerbeleuchtung an Burgen, Autobahn und nahem Industriegebiet stört die Tier- und Pflanzenwelt.

Foto: Wolfgang Hock

Biodiversität im Wandel

4.

Unsere Welt im Allgemeinen, die Natur im Besonderen und das Tier- und Pflanzenreich in Thüringen im Speziellen sind einem ständigen Wandel unterworfen. Manche Tier- und Pflanzenarten sind ausgestorben, neue Arten wurden eingeschleppt, andere wiederum kehren zurück, insbesondere dank des zunehmenden Artenschutzes. Neuankunft und Rückkehr - wie beispielsweise beim Wolf und Biber - können mitunter Probleme oder Konflikte verursachen.

Der Begriff „Biodiversität“ beschreibt die Vielfalt der Arten und Ökosysteme. Die Gesellschaft schreibt der Biodiversität einen positiven Wert an sich zu. Artenvielfalt hat aber auch eine praktische Bedeutung: Arten- und strukturreiche Ökosysteme sind stabiler gegen Störungen, weil sie sich leichter an Veränderungen anpassen können. Manche Arten und Biotope wirken als Touristenmagneten. Nicht zuletzt stecken in der biologischen Vielfalt noch viele potentielle Nutzungsmöglichkeiten.

Unsere heimische Artenvielfalt ist bedroht. Der Mensch selbst hat jedoch immer wieder auch als Förderer der Artenvielfalt gewirkt: Kulturfolger haben sich im Umfeld des Menschen verbreitet und unsere Landschaft und Ökosysteme geprägt. Neobiota hingegen verbreiten sich gegenwärtig als Nutznießer der modernen Infrastruktur. Sie können zur Bedrohung für die Artenvielfalt werden, wenn sie keine Feinde haben und andere Arten verdrängen.



Abb. 1: Kohlmeise.

Vom Kommen und Gehen - Biodiversität im Wandel

Christian Göcke

Einleitung

„Biodiversität“ ist geradezu ein Modewort geworden, das in Bezug auf Natur- und Umweltschutzthemen immer wieder geäußert wird. Doch was bedeutet es eigentlich? Biodiversität meint die gesamte biologische Vielfalt im jeweils betrachteten geografischen Gebiet. Das umfasst sowohl die Vielfalt der vorhandenen Arten als auch die Vielfalt der vorhandenen Lebensraumtypen bzw. Biotoptypen (Townsend et al. 2003, Baur 2021). So würde man beispielsweise bei Betrachtung eines natürlichen ungestörten Flusses Lebensraumtypen finden wie den kiesigen Gewässergrund, flutende Unterwasservegetation, Kiesbänke, Weich- und Hartholzauen, sowie jeweils eine spezifische artenreiche Flora und Fauna. Mit den Begriffen Flora und Fauna sind jeweils die Gesamtheit der lokal vorkommenden Pflanzen (Flora) und Tiere (Fauna) gemeint.

Die Biodiversität ist gegenwärtig unter großem Druck: Klimawandel, geänderte Methoden der Landwirtschaft und zunehmende Flächenversiegelung führen zum

lokalen wie globalen Aussterben von Arten und zum Verschwinden wertvoller Ökosysteme. Außerdem führt die Verschleppung von Tier- und Pflanzenarten durch den Menschen zu einer „Homogenisierung“ der weltweiten Biodiversität, die die lokale Vielfalt bedroht.

An dieser Stelle sollen noch zwei Begriffe definiert werden, die oft uneindeutig gebraucht werden: Naturschutz und Umweltschutz (Baur 2021). Mit Naturschutz ist der Schutz, die Entwicklung und auch die Renaturierung von Ökosystemen sowie der gesamten lokalen Biodiversität gemeint. Es geht also insbesondere um die Struktur von Landschaften. Der Artenschutz kann durchaus als eine Teildisziplin des Naturschutzes verstanden werden. Der Umweltschutz hingegen befasst sich vor allem mit Emissionsschutz, also dem Schutz vor der Eintragung von Schadstoffen sowie Lärm, der für viele Tiere ebenfalls sehr schädlich ist. Meist muss man beides beachten, um Lebensräume gut zu entwickeln, aber die jeweiligen Ziele werden sehr unterschiedlich erreicht und erfordern völlig unterschiedliche Methoden. Bei einem Gewässer z.B. gilt die Renaturierung durch bauliche Aufwertung der Struktur als Naturschutzmaßnahme, während der Bau einer Kläranlage zur Verringerung des Schadstoffeintrages als Umweltschutzmaßnahme zählt.

Bedrohte Arten - Gründe, Zahlen, Schutz

Es ist zunehmend häufiger in den Medien zu hören: Immer mehr Tier- und Pflanzenarten sind bedroht, immer mehr Arten sterben aus. Manche sprechen gar von einem neuen Massenaussterben.

Im Folgenden soll die Situation in Thüringen anhand der neuesten Roten Liste (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz 2021) dargestellt werden. Rote Listen verzeichnen und bewerten bedrohte Arten und Ökosysteme und bilden damit eine wichtige Grundlage für den praktischen Naturschutz wie auch für bauliche Genehmigungsverfahren, die zumeist eine Artenschutzprüfung verlangen. Rote Listen werden sowohl für ganz Deutschland als auch lokal für die einzelnen Bundesländer erstellt. Hierbei werden gefährdete Arten in verschiedene Klassen eingestuft von „ausgestorben“ bis „extrem selten“. Außerdem gibt es die Sonderstufe „Gefährdung unbekanntes Ausmaßes“ für Arten mit unklarer Datenlage (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz 2021).

In Thüringen sind aktuell 6383 Arten als gefährdet eingestuft, was 39,8 % aller bearbeiteten Arten entspricht. Ähnlich sieht es bei Pflanzengesellschaften und Biotoptypen aus: hier sind 42,9 % bzw. 40,2 % gefährdet (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz 2021).

Als besonders wichtige Gründe für den Artenrückgang in Thüringen gelten die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung, Nähr- und Schadstoffeinträge, die Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung, die direkte Zerstörung von Lebensräumen und die Aufgabe historischer Waldnutzungsformen. Der Einfluss des Klimawandels wird noch als „mäßige“ bewertet, hat sich aber im Verlauf von 10 Jahren

enorm gesteigert und wird als Einflussfaktor sicher noch deutlich zunehmen (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz 2021).

Aus den aufgeführten Gründen für den Artenrückgang kann man sofort den enormen Einfluss der Landwirtschaft auf die Artenvielfalt herauslesen. Für den Laien mögen die Punkte „Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung“ und „Aufgabe historischer Waldnutzungsformen“ zunächst überraschend klingen, will man doch annehmen, dass eine Aufgabe ein „Zurück“ zur Ursprünglichkeit bedeutet. Das ist in diesem Fall aber zu einfach gedacht. Man muss sich vor Augen führen, dass bei Ankunft der ersten Menschen in Europa noch die Eiszeit andauerte, Europa war eine karge Steppe. Anschließend folgte während der Mittelsteinzeit eine Warmphase mit entsprechender Artenvielfalt (Kaufman et al. 2020). Erst im Laufe der Jungsteinzeit pendelte sich das Klima und damit auch die Umweltbedingungen auf dem heutigen Level, mit gewissen Schwankungen, ein. Das bedeutet, dass sich weite Teile unserer heutigen Landschaft in Anwesenheit ackerbaubetreibender Menschen entwickelt hat. In der Folge entstanden viele Lebensräume durch den Einfluss des Menschen, in denen angepasste Arten, sogenannte Kulturfolger, ihre Heimat finden konnten. Somit war der Mensch über Jahrtausende hinweg ein Antrieber der Artenvielfalt in Mitteleuropa. Erst in den letzten Jahrzehnten hat die Intensivierung der Landwirtschaft zu einem massiven Verlust dieser historischen Kulturlebensräume und damit einem starken Rückgang der Artenvielfalt geführt. Diese „Kulturfolger“ sind oft ganz besondere Elemente der lokalen Flora und Fauna, die heute oft bedroht sind, obwohl sie vor noch nicht langer Zeit als Schädlinge verfolgt wurden. Ein markantes Beispiel eines Kulturfolgers ist die Kohlmeise (*Parus major*, Abb. 1), die wohl jedem bekannt ist. Da sie viel-

fältige Nistmöglichkeiten im Umfeld des Menschen findet, ist sie heute eine der häufigsten Vogelarten in Europa. Zu den Kulturfolgern gehören aber auch Arten wie der Weißstorch (*Ciconia ciconia*), das Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*), diverse Mäuse, Wanderratten (*Rattus norvegicus*), Silberfischchen (*Lepisma saccharina*) und die oft als lästig empfundene Stadtaube (*Columba livia* f. *domestica*), bei denen es sich vermutlich um verwilderte Brieftauben handelt (Frick et al. 2022).

Zu den Kulturfolgern gehören auch typische „Ackerunkräuter“ wie die Kornblume (*Centaurea cyanus*, Abb. 2), der Klatschmohn (*Papaver rhoeas*) oder auch die Ackerschmalwand (*Arabidopsis*



Abb. 2: Kornblume.

thaliana). Bei letzterer handelt es sich sogar um einen sogenannten „Apophyten“, eine Pflanze, die praktisch nicht mehr in ihrem natürlichen Umfeld vorkommt, sondern ausschließlich in menschengemachten Lebensräumen. Die Zahl dieser Arten nimmt immer stärker ab, da sie zunehmend effektiv bekämpft werden, um dadurch die Erträge der Landwirtschaft zu steigern (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz 2021).

Ein besonders bekannter Kulturfolger ist der Feldhamster (*Cricetus cricetus*, Abb. 3). Diese Art stammt ursprünglich aus den Steppen Osteuropas, ist aber vor ca. 3000 Jahren im Gefolge des Menschen nach Mitteleuropa eingewandert und hat sich auf den Äckern stark ausgebreitet. Da er hier für zum Teil deutlich Ernteauffälle gesorgt hat (Weinhold & Kayser 2006), wurde er stark bejagt. So gab es noch in den 80er Jahren in Thüringen professionelle Hamsterjäger, die in den Sommermonaten bis zu 300 Tiere am Tag erlegt haben (Weinhold & Kayser 2006). Infolge der Bejagung, aber auch der Intensivierung der Landwirtschaft und der zunehmenden Trockenheit der Felder, ist die Zahl der Feldhamster zuletzt drastisch zurückgegangen. Die Rote Liste Thüringen stuft den Hamster aktuell als „vom Aussterben bedroht“ ein. Bei den Hamstern in Thüringen kommt obendrein eine schwarz gefärbte Variante besonders häufig vor, die anderswo extrem selten ist (Abb. 4).

Abb. 3: Feldhamster, normale Färbung.



Der Artenschutz in Deutschland wird durch diverse Bundes- und Landesgesetze und -verordnungen geregelt. Eine besondere Bedeutung für den Schutz der Biodiversität hat dabei die Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie) der EU, die zur Ausweisung besonderer Schutzgebiete („FFH-Gebiete“) geführt hat und dabei den Fokus nicht nur auf Artenschutz, sondern auch auf den Schutz von Ökosystemen, den sogenannten Lebensraumtypen, setzt.

Schutzbemühungen gelten dabei nicht nur den besonders seltenen Arten, sondern mitunter auch Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in Thüringen haben. Das betrifft z. B. den Rotmilan (*Milvus milvus*, Abb. 5). Gut die Hälfte der weltweit vorkommenden Brutpaare brüten in Deutschland, ein großer Teil davon in Thüringen, so dass diese Art eine besondere „nationale Verantwortungsart“ ist: der Fortbestand der Rotmilane auf der Welt ist insbesondere von ihrem Wohlergehen in Thüringen abhängig (Gedeon et al. 2014). Leider funktioniert das immer weniger. Die zunehmende Trockenheit wie auch die Intensivierung der Landwirtschaft führen zu einem starken Rückgang der Mäuse- und Hamsterpopulationen, wodurch die Rotmilane immer weniger Nahrung finden (NABU Kreisverband Gotha e.V. 2023).

Abb. 4: Schwarzer Feldhamster.



Abb. 5: Rotmilan.



Foto: Wolfgang Hock



Foto: Wolfgang Hock



Der Natur- und Artenschutz trägt durchaus Früchte: Der Biber (*Castor fiber*) erholt sich sehr gut (siehe hierzu den Artikel „Biber in Thüringen - Besiedlung, Ökologie und Potenziale“ in diesem Band) und auch für den Luchs (*Lynx lynx*) werden Strategien entwickelt (siehe hierzu den Artikel „Die Rückkehr des Luchses nach Thüringen“ in diesem Band). Seit einigen Jahren ist zudem ein Wolfsrudel (*Canis lupus*) auf dem Truppenübungsplatz Ohrdruf heimisch (Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz 2020). Gerade um den Wolf entbrennen dabei immer wieder Diskussionen, da Landwirte um ihr Vieh fürchten und Teile der Bevölkerung generell Angst vor Wölfen haben. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Bestände und die generelle Situation der Wölfe in einer immer dichter besiedelten Landschaft entwickeln werden.

Schließlich soll noch beispielhaft eine in Thüringen als auch in weiten Teilen Deutschlands ausgestorbene Art vorgestellt werden: der rote Apollofalter (*Parnassius apollo*, Abb. 6). Die Art lebt besonders gerne auf offenen kalkigen Geröllfluren und in Weinbergen. Ihre Raupen sind auf Arten der Fetthenne (*Sedum* spp.) als Nahrung angewiesen. Durch den Einsatz von Pestiziden, aber insbesondere auch durch den Lebensraumverlust infolge von Verbuschung und Aufforstung ist die Art inzwischen massiv in ihrem Bestand bedroht (Ebert & Rennwald 1991). Natürlich sind manche Arten von Natur aus seltener als andere (Baur 2021), insbesondere Arten, die an karge, offene Lebensräume angepasst sind. Diese Lebensräume wiederum verschwinden immer häufiger infolge des verstärkten Nährstoffeintrages, der zur Verbuschung führt. Auch der Trend, möglichst viele Wälder zur CO₂-Speicherung aufforsten zu wollen, könnte sich hierbei in Zukunft als eine Bedrohung für die Artenvielfalt entpuppen. In einer natürlichen Landschaft, die sich dynamisch entwickelt, entstehen immer wieder auch solche offenen Habitate. Diese werden gegenwärtig viel zu oft durch sofortiges Aufforsten unterdrückt, während Offenhabitate an anderen Orten mit großem pflegerischem Aufwand erhalten werden.

Abb. 6: Roter Apollo.

Neobiota und invasive Arten

Tier- und Pflanzenarten, die nach 1492 (Entdeckung Amerikas) in ein neues Verbreitungsgebiet eingewandert sind, nennt man Neobiota, bzw. Neophyten (Pflanzen) und Neozoen (Tiere). Diese Einwanderung wird meist durch den Menschen begünstigt, nicht selten sogar bewusst herbeigeführt. Man kann diese Neobiota durchaus als „moderne Kulturfolger“ ansehen, wobei allerdings zu beachten ist, dass nicht wenige Neobiota eben nicht nur im Umfeld des Menschen siedeln, sondern durchaus in naturnahe Ökosysteme einwandern. Hier kann es insbesondere zu Störungen der Ökosysteme und der Verdrängung einheimischer Arten kommen, da viele Neobiota kaum Feinde haben. Besonders problematische Neobiota, die deutliche Schäden anrichten und zu starker Vermehrung neigen, bezeichnet man als „invasive Arten“. Wenn die Verschleppung von Arten und die Intensivierung des weltweiten Handels als zentralem Ausbreitungsfaktor anhält, ist durchaus damit zu rechnen, dass es zu einer Art „Homogenisierung“ der regionalen Artenvielfalt in den jeweiligen Klimazonen und Lebensräumen kommt. Die weniger konkurrenzstarken Arten werden dann mittelfristig verschwinden. Auf der anderen Seite kann aber auch eine Steigerung der lokalen Artenvielfalt auftreten.

Wie kommen neue Arten denn nun zu uns? Viele Arten wurden bewusst eingeführt. Die gilt insbesondere für diverse Zierpflanzen, die zunächst für Parks und Gärten angepflanzt wurden, wie die Herkulesstaude (*Heracleum mantegazzianum*, Abb. 7) oder das drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*) (Nentwig 2011). Auch Tiere wurden als Ziergeflügel, Haustiere oder Jagdwild eingeführt und verbreiteten sich. Aktuelle Beispiele sind die Nilgans (*Alopochen aegyptiaca*), die sich gerade extrem ausbreitet (Frick et al. 2022), die Kanadagans (*Branta canadensis*) oder auch der Halsbandsittich (*Psittacula krameri*).

Unter den bewusst ausgesetzten Arten befindet sich mit dem Mink (*Neogale vison*, Abb. 8) auch ein besonders trauriger Fall: Die Tiere wurden zunächst für die Zucht in Pelztierfarmen eingeführt. Schließlich wurden etliche davon durch Tierschützer freigesetzt, die in die Pelztierfarmen eingedrungen sind. Heute besiedeln die Tiere zunehmend die letzten Thüringischen Flussauen und schädigen hier die Vogelbestände (Görner 2009). Dieser Fall



Foto: Thilo Becker, Pixabay

Abb. 7: Herkulesstaude.



Abb. 8: Mink.

zeigt sehr gut, welche Folgen unbedachte „Tierschutzaktionen“ haben können, so richtig das Grundanliegen auch sein mag.

Oft reichen nur wenige eingeführte Individuen, um großen Schaden anzurichten. Der europäische Flusskreb (*Astacus astacus*) ist inzwischen in fast ganz Europa vom amerikanischen Kamberekreb (*Orconectes limosus*) verdrängt worden. Diese Entwicklung geht auf rund 100 Tiere zurück, die um 1890 von dem preußischen Kammerherren Max von dem Borne in der Oder ausgesetzt wurden, um die geschädigten Flusskrebbestände zu bereichern (Hofmann 1980). Aktuell lässt sich feststellen, dass der Kamberekreb wiederum durch neu angekommene amerikanische Arten wie dem Signalkreb (*Pacifastacus leniusculus*) verdrängt wird.

Rabitsch et al. (2018) haben die Ausbreitungswege von nicht beabsichtigt eingeführten Arten analysiert und dabei die vier folgenden zentralen Wege identifiziert: ohne Hilfe (33 %), blinde Passagiere (27 %), vom Menschen geschaffene Korridore (23 %) und die Verunreinigung transportierter Güter (17 %). Der Ausbreitungsweg „blinde Passagiere“ umfasst sowohl Arten, die im Ballastwasser von Schiffen transportiert werden, Samen, die an Taschen und Kleidung verschleppt werden, oder auch Insektenlarven, die auf Fahrzeugen über die Autobahnen wandern. Der wichtigste „Korridor“ in Zentraleuropa, ist der Main-Donau-Kanal, der eine jahrtausendealte Wasserscheide zwischen Schwarzmeereinzugsgebiet sowie Nord- und Ostsee-einzugsgebiet durchbrochen hat. Seitdem wandern viele Arten in Gebiete ein, die bis dato nicht für sie zugänglich waren.

Wert der Biodiversität

Erhalt und Pflege der Biodiversität kosten oft Geld, sei es für direkte Maßnahmen, sei es, um Flächen zu erwerben, die entsprechend entwickelt werden können. Da kann man sich schon die Frage stellen: Warum? Welchen Wert hat die Biodiversität? Zum einen ist da natürlich der prinzipielle, moralische Wert, den der Mensch dem Leben und der Biodiversität zubilligt. Darüber hinaus ist der Wert von biologischer Vielfalt aber durchaus zu quantifizieren (Baur 2021). Ökosysteme erbringen diverse „Dienstleistungen“, von denen der Mensch abhängig ist. Dabei gilt, dass ein Ökosystem umso stabiler ist, je größer die Artenvielfalt darin ist. Darüber hinaus kann auch die Vielfalt selber ausgebeutet werden, zum Beispiel beim Fischfang. Hierbei ist natürlich auf Nachhaltigkeit zu achten, um Raubbau an den Ressourcen zu verhindern. Baur gibt einen Schätzwert von 33 Billionen Dollar für den Wert der weltweit jährlich von Ökosystemen erbrachten Dienstleistungen an (siehe hierzu den Artikel „Renaturierungen – Chancen und Grenzen“ in diesem Band).

Prinzipiell sind funktionierende Ökosysteme von essentieller Bedeutung für das Leben auf unserem Planeten und damit auch für uns als Menschen. Insofern profitieren wir in jedem Fall von Erhalt und Pflege einer gesunden Biodiversität.

Literaturverzeichnis

- Baur, B. (2021). Naturschutzbiologie. UTB-Band-Nr.: 5416, Haupt Verlag, Bern, 440 S.
- Ebert, G., Rennwald, E. (Hg., 1991). Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band 1: Tagfalter I. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 552 S.
- Frick, S., Grimm, H., Jaehne, S., Unger, C. (2022). Atlas der Brutvögel Thüringens. Verein Thüringer Entomologen e.V. (Hg.), Jena, 484 S.
- Gedeon, K., Grünberg, C., Mitschke, A., Sudfeldt, C., Eikhorst, W., Fischer, S., Geiersberger, I., Koop, B., Kramer, M., Krüger, T., Roth, N., Ryslavý, T., Stübing, S., Sudmann, S.R., Steffens, R., Völker, F., Witt, K. (2014). Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German Breeding Birds. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster.
- Görner, M. (Hg., 2009). Atlas der Säugetiere Thüringens. Jena, 279 S.
- Hofmann, J. (1980). Die Flußkrebse. Zweite Auflage. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 110 S.
- Kaufman, D., McKay, N., Routson, C., Erb, M., Dätwyler, C., Sommer, P. S., Heiri, O., Davis, B. (2020). Holocene global mean surface temperature, a multi-method reconstruction approach. *Scientific Data* 7, 201. DOI: 10.1038/s41597-020-0530-7
- NABU Kreisverband Gotha e.V. (2023). Fortführung der Rotmilanerfassung im Landkreis Gotha (Zählgebiet 14/22). Bericht 2023. Arbeit im Auftrag des Thüringer Landesamtes für Umwelt, Bergbau und Naturschutz.
- Nentwig, W. (Hg., 2011). Unheimliche Eroberer. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien, 251 S.
- Rabitsch, W., Heger, T., Jeschke, J., Saul, W.-C., Nehring, S. (2018): Analyse und Priorisierung der Pfade nicht vorsätzlicher Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten in Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 1143/2014. BfN-Skripten 490.
- Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (Hg., 2021). Rote Listen der gefährdeten Tier-, Pilz- und Pflanzenarten, Pflanzengesellschaften und Biotope Thüringens. Naturschutzreport Heft 30, Jena, 535 S.
- Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN, Hg., 2020). Nach- und Hinweise von Wolf (*Canis lupus*) und Luchs (*Lynx lynx*) in Thüringen. Bericht des Kompetenzzentrum Wolf, Biber, Luchs im Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz zum Wolfs- und Luchsmonitoring im Freistaat. Erfurt.
- Townsend, C. R., Harper, J. L., Begon, M. E. (2003). Ökologie. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 647 S.
- Weinhold, U. & Kayser, A. (2006). Der Feldhamster. Die Neue Brehm-Bücherei Band 625. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben, 128 S.

Biber in Thüringen – Besiedlung, Ökologie und Potenziale

Marcus Orlamünder

Über 400 Jahre lang war der Biber aus Thüringen verschwunden (Abb. 1, 3). Ortsnamen wie Bibra im Grabfeld, Bibra bei Kahla, Bad Bibra und Biberbach belegen, dass der kräftige Nager einst auch an unseren Gewässern heimisch war. Die rücksichtslose Bejagung durch den Menschen wurde ihm im gesamten Verbreitungsgebiet der Nordhalbkugel zum Verhängnis. Mitte des 19. Jahrhunderts galt er in Deutschland als nahezu ausgestorben und in Thüringen gab es zwischenzeitlich keine Biber mehr. Seit 2007 ist der streng geschützte Biber wieder dauerhaft in Thüringen heimisch und breitet sich langsam, aber stetig aus. Die Bestände des Europäischen Bibers im Freistaat sind allerdings noch überschaubar und speisen sich aus Zuwanderern vor allem aus Sachsen-Anhalt, Hessen und Bayern. Seit einiger Zeit reproduzieren Biberfamilien in Thüringen auch selbst erfolgreich. Junge Biber, die die ersten zwei Jahre überlebt haben, suchen sich eigene Reviere. (Klaus & Orlamünder 2015).

Abb. 1: Ausgewachsener Biber.



Lebensweise des Bibers

Der Biber ist ein wichtiger Gestalter in unseren Auen. Er kann großflächig Lebensräume verändern und umgestalten. Er legt u. a. verschiedene Arten von Bauen im Gewässerufer an. Die Baue dienen als Ruhestätten sowie zur Jungenaufzucht. Bei Neuansiedlungen werden häufig zunächst „Erdbaue“ bezogen, von denen es meist mehrere in der Nähe günstiger Nahrungsquellen gibt. Entstehen Einbrüche in Wohnkessel oder werden Baue in flacheren Ufern angelegt, so werden diese vom Land aus mit Ästen und Zweigen abgedeckt. Auf diesem Weg entsteht zunächst ein sogenannter „Mittelbau“ und allmählich die typische kegelförmige Biberburg (Abb. 2, Nitsche 2003, Zahner et al. 2005).

Um den Wasserstand des Gewässers zu regulieren, baut der Biber in kleineren Gewässern auch Dämme (Abb. 2). Diese bestehen aus Zweigen, Ästen, Wurzeln und Schlamm und er kann damit Teile einer Aue unter Wasser setzen. Hier gedeihen u. a. Wasserpflanzen sowie Weiden und liefern Nahrung für Biber und viele andere Organismen (Zahner et al. 2005). Im Geäst der Dämme bleibt z. B. Fischbrut



geschützt. Hier finden selbst selten gewordenen Fischarten Schutz und Lebensraum. Kleinfische und Wasserinsekten bieten Nahrung für eine artenreiche Fauna (u. a. Eisvogel, Schwarzstorch, Reiher, Fischotter). Nach dem Bruch eines Dammes in Wäldern entstehen oft nährstoffreiche „Biberwiesen“ und offene Bereiche im sonst geschlossenen Waldökosystem (Remmert 1988).

Der Biber ist ein reiner Pflanzenfresser. In verschiedenen Studien wurden über 300 Pflanzenarten als Bibernahrung festgestellt (Djoshkin & Safonow 1972, Zahner et al. 2005). Im Frühling und Sommer werden vor allem krautige Pflanzen am Gewässerufer, Wasserpflanzen und Jungtriebe von Weichlaubhölzern gefressen. Da Biber keinen Winterschlaf halten, haben sie sich im Winter auf Baumrinde, Zweige und Knospen spezialisiert (Zahner et al. 2005). Das Fällen von Bäumen beginnt meist im Herbst, dabei werden Weichlaubhölzer (Weide, Pappel und Birke) bevorzugt, aber auch Eiche, Kirsche und weitere Laubgehölze werden genutzt.

Abb. 2: **Biberburg** in einem durch einen Biberdamm aufgestauten Gewässer.



Bedeutung des Bibers für die Biodiversität und den Wasserhaushalt

Biber besitzen wie eingangs erwähnt eine enorme Gestaltungskraft. Der Bau von Dämmen und das Entstehen von Biberseen, das Auflichten durch Fällen, das Entstehen von Totholz durch Nage- und Stauaktivitäten, das Anlegen von Bauen, Röhren und Kanälen in den Ufern verändert die Lebensräume an den von ihm besiedelten Gewässern. Biber verwandeln mit Dämmen reine Fließgewässer in ein System aus unterschiedlich großen Teichen und dazwischen liegenden Fließgewässerstrecken. Daneben entstehen außer den Dämmen aus umlaufendem Wasser neue Fließgewässerstrecken, auf denen auch Fische Biberdämme umwandern können. Im Gegensatz zu vielen von Menschen gemachten Barrieren beeinträchtigen Biberdämme die Durchgängigkeit der Gewässer nicht (Schwab 2014).

Durch die Aktivitäten von Bibern in den Auen entstehen Bereiche mit stehendem und fließendem Wasser. Auf frei gespülten Kiesflächen können Fischarten wie Äsche oder Forelle laichen. Hinter dem Damm werden tiefere Stellen wie Mulden mit Wasser gefüllt und es entstehen fischfreie Laich- und Eiablageplätze für Amphibien und Libellen (Heidecke & Ibe 1997, Schwab 2014).

Oberhalb der Biberdämme steigt der Grundwasserspiegel wieder an und natürliche Retentionsräume werden aktiviert. Das Wasser wird aufgehalten und abgebremst und verweilt somit länger in der Landschaft. So trägt der Biber indirekt zum Hochwasserschutz an den Gewässern bei (GWV 2008).

Durch die Vernässungen ändert sich auch die Zusammensetzung der Vegetation. Nässe-tolerante Pflanzenarten breiten sich aus und nässeempfindliche Arten gehen zurück. In Biberseen abgelagerte Sedimente führen langfristig zu Verlandung und es bilden sich flache Uferbereiche mit Röhrichten. Werden Dämme undicht oder von Bibern nicht mehr gepflegt, entstehen Feuchtwiesen aus dem ehemaligen Bibersee (Heidecke & Ibe 1997 & Schwab 2014).

Durch Annagen und zum Teil Entrinden von Bäumen sterben auch stehende oder im Geäst der Nachbarbäume hängende Bäume ab. Dieses Totholz bietet einer großen Anzahl von Lebewesen neuen Lebensraum. Viele Pilz- und Insektenarten nutzen das Holz und werden wiederum von weiteren Arten, wie z.B. Singvögeln gefressen. Spechte können hier ihre Wohnhöhlen anlegen, die dann von ihnen selbst und Nachnutzern bezogen werden. Im toten Holz finden auch Fledermäuse Quartiere und über dem Gewässer reichhaltige Insektennahrung (Meßlinger 2011, Schwab 2014).

Die Äste von Totholz im Wasser, wie zum Beispiel Bäume die der Biber gefällt hat oder Nahrungsflöße, bieten Fischen und ihren Nahrungstieren gute Verstecke. Die vom Biber gestalteten Lebensräume sind aber nicht statisch. Sie ändern sich stän-



Foto: Siegfried Klaus, NABU

Abb. 3: Junger Biber.

dig. Biberteiche verlanden, Bäume treiben neu aus und verdichten das Ufergehölz. Letztendlich werden sie dann auch wieder vom Biber als Nahrung genutzt. Der Biber schafft mit seinen vielfältigen Lebensweisen ein dynamisches Mosaik von Lebensräumen, in denen die Artenvielfalt stark anwächst (Meßlinger 2011).

Die Lebensweisen des Bibers schützen bei Hochwasser und vor Trockenheit

Das Bauen von Biberdämmen erbringt nicht nur aus naturschutzfachlicher, sondern auch aus wasserwirtschaftlicher Sicht wertvolle Revitalisierungsleistungen. Es bewirkt ein Zurückverlegen aufgesattelter Gewässer in das ursprüngliche Bett, Sedimentation großer Geschiebemengen und Förderung der Ausbreitung ufertypischer Gehölze sowie die Neuschaffung von Stillgewässern, Flachwasserzonen und Kleinbächen. Diese Faktoren führen zu erheblicher Abflussverzögerung. Dies sorgt in der Landschaft für zusätzlichen Rückhalteraum bei Hochwässern (Schwab 2014). Wie in Belgien festgestellt wurde, kann dies bereits im Kleinen dazu führen, dass das Wasser in Biberlebensräumen oberhalb der Siedlung steht und nicht in den Kellern der Häuser (Nyssen et al. 2011). Auf größerer Fläche können die Wasserrückhaltung und die Abflussverzögerung die Hochwasserspitzen flussabwärts absenken.

Das Wasser bleibt zwischen den Dämmen. Der Nährstoffabbau in den Biberteichen verbessert die Selbstreinigungskraft und Wasserqualität der Fließgewässer. Auch dem Grundwasser tun Biberteiche gut. Anstatt möglichst schnell abzulaufen, bleibt das Wasser stehen, kann versickern und die Grundwasservorräte wieder auffüllen (GWV 2008, Schwab 2014). In Zeiten starker Trockenheit bedeutet der verstärkte Rückhalt von Wasser in der Landschaft einen Zugewinn für das Ökosystem. Wasser verweilt länger in der Landschaft, Böden bleiben feuchter und Pflanzen werden besser mit Wasser versorgt – eine kostenlose Renaturierungsleistung in unseren Auen, die sich als Kohlenstoffsenken positiv auf das Klima auswirken.

Der Biber braucht weiter Schutz

Die Biberausbreitung wurde vom NABU Thüringen über 10 Jahre im Rahmen verschiedener Projekte und mit einem fachlich fundierten Bibermanagement begleitet. Dank dieses kontinuierlichen Engagements konnte sich der Biber relativ störungsarm ausbreiten. Die umfangreichen Beratungsangebote vor Ort, Konfliktprävention und Beratung zum Biber, Maßnahmenumsetzung und eine weitreichende Öffentlichkeitsarbeit mit Exkursionen, Vorträgen, Veröffentlichungen, Fernsehbeiträgen usw. leisteten zum Biberschutz einen großen Beitrag.

Bedeutsam für den Schutz des in Ausbreitung befindlichen Bibers und seiner Lebensräume ist zudem der Erhalt der naturnahen Flüsse. Uferbegleitende Gehölze sind sehr wertvoll und sollten, wenn überhaupt, äußerst sensibel und zurückhaltend entnommen werden. Gefällte Bäume sind am Gewässer zu belassen, damit der Biber die Rinde und Zweige noch bis zum Ende nutzen kann. In den Gewässerauen sind extensiv bewirtschaftete oder unbewirtschaftete Uferstreifen von mindestens 10m Breite anzustreben. Hierdurch werden unter anderem auch Konflikte durch die Nutzungen des Menschen am Gewässer vermieden, z.B., dass Fahrzeuge der Landwirtschaft in Baue einbrechen oder Biberfällungen die Bewirtschaftung beeinträchtigen (Klaus & Orlamünder 2015).

Zur Habitataufwertung sollten möglichst auf ufernahen, häufig überschwemmten Flächen Auwälder mit Weide, Pappel, Esche und Erle etabliert werden. Diese erhöhen das Nahrungsangebot für den Biber, werten das Gewässer ökologisch auf und lenken Biberansiedlungen weg von Konflikt- und Gefahrenquellen.

Will der Mensch die positiven Leistungen des Bibers weiterhin nutzen, brauchen Gewässer und Auen mehr Raum. Denn nur so können die Nager weiterhin ihren wertvollen Beitrag für die Biodiversität, den Hochwasserschutz, Klimaschutz und die ausgleichende Wirkung des Rückhalts von Wasser in der Landschaft leisten.

Biberschutz bedeutet in erster Linie, die Lebensräume des Bibers zu schützen und Raum für die Gewässer sowie deren Auenbereiche bereitzustellen. Wo dies nicht möglich ist, sollen Konflikte durch Beratung, Prävention und Anpassung landwirtschaftlicher Förderprogramme minimiert werden. Die NABU-Broschüre „Mit dem Biber leben - Handlungsleitfaden für die Praxis“ zeigt mögliche Konfliktbereiche auf und gibt Handlungsempfehlungen, wie diese bewältigt werden können (www.NABU-Thueringen.de/handlungsleitfaden/biber).

Literaturverzeichnis

- Djoshkin, W. W., Safonow, W. G. (1972). Die Biber der alten und neuen Welt. Wittenberg Lutherstadt, 168 S.
- GWV (2008). Gas- und Wasserversorgung Fulda GmbH u. Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Fulda. 2008. Unser unbekannter Freund: der Biber, 24 S.
- Heidecke, D. (1997). Erfahrungen bei der Wiederansiedlung des Elbebibers. In: Ministerium f. Umwelt, Energie u. Verkehr (Hg.), Der Biber in der Kulturlandschaft - eine Illusion?. Saarbrücken 1997, 69-78.
- Heidecke, D., Ibe, P. (1997). Der Elbe-Biber. Biologie und Lebensweise. Biosphärenreservat Mittlere Elbe. Dessau, 25 S.
- Klaus, S., Orlamünder, M. (2015). Der Biber *Castor fiber* Linnaeus 1758 kehrt nach Thüringen zurück. Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, 52 (4), 152-156.
- Meßlinger, U., Franke T., Chamsa, C. (2011). Monitoring von Biberrevieren in Westmittelfranken. Gutachten im Auftrag des Bund Naturschutz in Bayern e.V., 136 S.
- Nitsche, K.-A. (2003). Biber - Schutz und Probleme. Dessau, 52 S.
- Nyssen, J., Pontzele, J., Billi, P. (2011). Effect of beaver dams on the hydrology of small mountain streams; example from the Chevrail in the Ourthe Orientale Basin, Ardennes, Belgium. Journal of Hydrology, 402, 1-2.
- Remmert, H. (1988). Naturschutz. Springer -Verlag, Berlin, Heidelberg, 212 S.
- Schwab, G. (2014). Handbuch für den Biberberater. Bund Naturschutz in Bayern e.V., Mariaposching, 240 S.
- Schwab, G. (1994). Biber (*Castor fiber* L.) - Systematik, Verbreitung, Biologie. In: Bayrisches Landesamt für Umweltschutz (Hg.), Beiträge zum Artenschutz, 18 (128), 5-7.
- Zahner, V., Schmidtbauer, M., Schwab, G. (2005). Der Biber - Die Rückkehr der Burgherren. Amberg, 136 S.

Abb. 1: Aufnahme eines Luchses im Wildkatzenort Hütsheroda.



Die Rückkehr des Luchses nach Thüringen

Markus Port

Der Eurasische Luchs (*Lynx lynx*, Abb. 1) war ursprünglich über weite Teile Europas und Asiens verbreitet. Spätestens ab Mitte des 19. Jahrhunderts verschwand der Luchs jedoch aus weiten Teilen Europas, so dass zu Beginn des 20. Jahrhunderts nur noch wenige autochthone (d.h. ursprüngliche) Populationen in Skandinavien, im Baltikum, in den Karpaten sowie auf dem Balkan existierten (Breitenmoser & Breitenmoser-Würsten 2008). Gründe für den Rückgang der Luchsbestände waren die Zerstörung des Lebensraumes, vor allem aber die Nachstellung durch den Menschen. Auch auf dem Gebiet des heutigen Thüringens sind die letzten Luchse vermutlich um die Mitte des 19. Jahrhunderts erlegt worden. Im Harz ist der letzte Luchsabschuss aus dem Jahr 1818 dokumentiert, im Thüringer Wald aus dem Jahr 1848 (Heurich & Sinner 2012).

Seit den 1970er Jahren wurden in vielen europäischen Ländern Projekte zur Wiederansiedlung des Luchses durchgeführt (Breitenmoser & Breitenmoser-Würsten 2008). Vielen dieser Projekte ist es gelungen, Europas größte Katze wieder in mitteleuropäischen Wäldern anzusiedeln. In Deutschland ist der Luchs durch Wiederansiedlungen in drei Verbreitungsgebieten wieder heimisch geworden: im Bayerischen Wald, im Harz und seit einigen Jahren auch wieder im Pfälzerwald (Wölfel et al. 2021). Der Gesamtbestand des Luchses in Deutschland wird derzeit auf 125-135 selbstständige Tiere geschätzt (Bundesamt für Naturschutz 2021).

Die Rückkehr des Luchses nach Thüringen begann mit der Wiederansiedlung von Luchsen im Nationalpark Harz (Niedersachsen) in den Jahren 2000 bis 2006. In diesem Zeitraum wurden dort insgesamt 24 Luchse (9 Männchen, 15 Weibchen) aus Gehegen in die Freiheit entlassen (Anders 2016). Die Luchse breiteten sich schnell über die Grenzen des Nationalparks hinaus aus und erschlossen in der Folge den gesamten Harz als Lebensraum. In den Folgejahren wurden Luchse auch in den außerhalb des Harzes gelegenen Waldgebieten der Landkreise Nordhausen und Eichsfeld nachgewiesen, später auch in weiter vom Harz entfernten Gebieten wie dem Hainich, der Hohen Schrecke oder dem Thüringer Wald.

Lange Zeit war jedoch unklar, wo in Thüringen Luchse leben und wie viele der scheuen Katzen durch den Freistaat streifen. Das änderte sich erst mit dem Beginn systematischer Bestandserfassungen, die der BUND Thüringen gemeinsam mit Partnern (u.a. der Georg-August-Universität Göttingen und ThüringenForst) seit 2019 durchführt. Dabei kamen großflächig automatische Kameras (sogenannte Fotofallen) und erstmals in Thüringen eine Methode zum Einsatz, die es den Forschenden ermöglicht, einzelne Luchse anhand ihrer Fellzeichnung zu identifizieren (Abb. 2). Mit dieser Methode konnten zwischen 2019 und 2021 insgesamt 13 Luchse



Abb. 2: Individuelle Unterscheidung von Luchsen anhand ihrer Fellmuster. Zu sehen sind zwei Aufnahmen, die zu unterschiedlichen Zeiten an unterschiedlichen Kamerastandorten entstanden sind, und die jeweils die linke Körperflanke eines Luchses zeigen. Die Fellmuster im markierten Bereich sind identisch, es handelt sich also in beiden Fällen um denselben Luchs.

in den Landkreisen Nordhausen und Eichsfeld nachgewiesen werden, von denen mindestens fünf Tiere feste Streifgebiete in Thüringen hatten (Port et al. 2021). Alle Luchse lebten jedoch entweder im Harz oder in den unmittelbar südlich an den Harz angrenzenden Waldgebieten. Eine dauerhafte Ausbreitung der Harzer Luchspopulation in weiter südlich gelegene Waldgebiete ist bisher nicht erfolgt. Im Hainich und im Thüringer Wald konnten trotz umfangreicher Untersuchungen bisher nur vereinzelt Durchzügler nachgewiesen werden.

Grund für die zögerliche Ausbreitung des Luchses ist das sehr konservative Ausbreitungsverhalten der Luchsweibchen (Zimmermann et al. 2007). Während männliche Tiere auch Distanzen von mehreren hundert Kilometern zurücklegen können, siedeln sich weibliche Luchse meist in der Nähe ihres Geburtsreviers an. Größere Distanzen in ungeeignetem Lebensraum werden von weiblichen Luchsen in der Regel nicht überwunden. Dies hat zur Folge, dass viele geeignete Lebensräume in Thüringen, Deutschland und Europa noch nicht dauerhaft von Luchsen besiedelt sind.

Gelingt es dem Luchs auch in Zukunft nicht, neue Lebensräume zu erschließen, könnte dies das langfristige Überleben der Art in Mitteleuropa gefährden. Denn die

wenigen wieder angesiedelten Populationen in Mitteleuropa liegen weit voneinander entfernt und ein Austausch von Individuen zwischen diesen Populationen findet derzeit nicht statt. Dies hat bereits zu einem messbaren Verlust an genetischer Vielfalt in einigen der wiederangesiedelten Populationen geführt (Mueller et al. 2020). Eine kürzlich entwickelte Strategie zur Erhaltung des Luchses in Europa schlägt daher vor, durch weitere Wiederansiedlungen sogenannte Trittsteinpopulationen zwischen den bestehenden Luchsvorkommen zu schaffen, um diese zu einer mitteleuropäischen Metapopulation zu vernetzen (Bonn Lynx Expert Group 2021).

Auf dem Weg zu einer solchen mitteleuropäischen Metapopulation kommt dem Thüringer Wald eine wichtige Bedeutung zu: Ein stabiles Luchsvorkommen in dem über 2000 km² großen, zusammenhängenden Waldgebiet wäre das bislang fehlende Bindeglied, um die existierenden Populationen im Harz und im Bayerischen Wald miteinander in Kontakt zu bringen. Unter Federführung des BUND Thüringen möchte ein breites Bündnis aus zehn Organisationen innerhalb und außerhalb Thüringens den Luchs daher im Thüringer Wald wieder dauerhaft heimisch machen. Zu diesem Zweck sollen ab Frühjahr 2024 bis zu 20 Luchse im mittleren Thüringer Wald ausgewildert werden. Bei etwa der Hälfte der Luchse soll es sich um sorgfältig ausgewählte Gehege-Nachzuchten handeln, bei der anderen Hälfte um Wildfänge aus den rumänischen Karpaten. Die Freilassung der Luchse soll durch ein umfangreiches Monitoring-Programm begleitet werden, um die Entwicklung des neuen Luchsvorkommens kontinuierlich zu überwachen. Das neue Luchsvorkommen im Thüringer Wald soll langfristig Teil einer vernetzten, mitteleuropäischen Metapopulation werden.

Literaturverzeichnis

- Anders, O. (2016). Die Auswilderung des Luchses im Harz, Leipziger Blaue Hefte, 8. Leipziger Tierärztekongress, Tagungsband 1.
- Bonn Lynx Expert Group (2021). Recommendations for the conservation of the Eurasian lynx in Western and Central Europe. CATnews Special Issue 14, 78–86.
- Breitenmoser, U., Breitenmoser-Würsten, C. (2008). Der Luchs. Ein Großraubtier in der Kulturlandschaft. Salm Verlag, Bern, 600 S.
- Bundesamt für Naturschutz (2021). Luchsvorkommen in Deutschland im Monitoringjahr 2019/ 20. Stand: 06.01.2021.
- Heurich, M., Sinner, K. F. (2012). Der Luchs. Die Rückkehr der Pinselohren. Buch und Kunstverlag Oberpfalz, Amberg, 140 S.
- Mueller, S. A., Prost, S., Anders, O., Breitenmoser-Würsten, C., Kleven, O., Klinga, P., Konec, M., Kopatz, A., Krojerová-Prokešová, J., Middelhoff, T. L., Obexer-Ruff, G., Reiners, T. E., Schmidt, K., Sindičič, M., Skrbinšek, T., Tám, B., Saveljev, A. P., Naranbaatar, G., Nowak, C. (2022). Genome-wide diversity loss in reintroduced Eurasian lynx populations urges immediate conservation management. *Biological Conservation* 266(4). DOI: 10.1016/j.biocon.2021.109442 109442
- Port, M., Mölich, T., Vogel, B. (2021). Die Rückkehr des Luchses nach Thüringen. *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 57, 99–106.
- Wölfel, S., Anders, O., Middelhoff, T. L., Hohmann, U., Back, M., Idelberger, S., Krebsühl, J., Ohm, J., Prüssing, A., Herdtfelder, M., Böcker, F., Erretkamps, J., Kopaniak, L., Wölfel, M., Jokisch, S., Hucht-Ciorga, I., Teubner, J., Trost, M., Zschille, J., Jeß, E., Steinberg, C. (2020). Status des Luchses in Deutschland. *Natur Und Landschaft* 96, 2–10.
- Zimmermann, F., Breitenmoser-Würsten, C., Breitenmoser, U. (2007). Importance of dispersal for the expansion of a Eurasian lynx (*Lynx lynx*) population in a fragmented landscape. *Oryx* 41 (3), 358–368. DOI: 10.1017/S0030605307000712

5.

Land- schaften im Wandel

Ob Land oder Stadt, Wald oder Fluss - wir verändern unsere Umwelt. Im Laufe der Geschichte wurde die Natur auf vielfältige Weise genutzt, um unseren Bedürfnissen gerecht zu werden. Durch den technischen Fortschritt hat sich der Einfluss der Menschen auf ihre Umgebung verstärkt und beschleunigt.

Die meisten Landschaften hierzulande sind Kulturlandschaften. Durch Jahrhunderte der Bewirtschaftung haben Menschen das Bild unserer Umwelt gestaltet und geformt. So sind viele Waldflächen weitgehend künstlich zur Holzgewinnung angepflanzt. Unsere Flüsse sind nicht mehr nur natürliche Wasserläufe, sondern oft durch gezielte Uferbefestigungen reguliert und kontrolliert, die örtlichen „Seen“ sind vielfach ehemalige Kiesgruben oder Tal-sperren. Jüngeren Datums ist die Prägung der Landschaft durch Windkraft- und Solaranlagen. Durch all diese Facetten zieht sich ein roter Faden von Wechselwirkung und Veränderung. Es ist eine Geschichte von Anpassung, Innovation und damit einhergehender Verantwortung für die Umwelt, die wir aktiv gestalten.



Abb. 1: Apfelstädt unterhalb von Wechmar, 01.05.2008.

Die Apfelstädt – unsere Lebensader und ihre Gefährdungen

Ronald Bellstedt

Die Apfelstädt entspringt oberhalb der Stadt Tambach-Dietharz im Mittelgebirge Thüringer Wald an der Nordabdachung nahe des Rennsteiges (Thüringen, Landkreis Gotha). Durch die Gothaer Talsperre (erbaut 1905, 11 ha Wasserfläche) wird ihr Wasser (sowie der Mittelwasser-Bach) oberhalb der Ortslage zunächst angestaut. Gleiches gilt auch für das rechtsseitig innerhalb der Stadt einmündende Schmalwasser („Schmalwassertalsperre“). Unterhalb von Georgenthal verlässt der Bergbach das Gebirge und die Mulde aus Rotliegend-Sandstein, fließt entlang der Ohrdruffer Muschelkalkplatte, wo Versickerungserscheinungen auftreten (Karst), durch die Ortschaften Wechmar, Wandersleben, Apfelstädt, Neudietendorf und Ingersleben nach 34 km Lauflänge der Gera zu (Keuper mit Aufschlüssen des Rhät/Lias).

Die Apfelstädt kann neben der Schwarza oberhalb von Bad Blankenburg (Thüringer Schiefergebirge) zu den großen Gebirgsflüssen Thüringens gezählt werden, welche



Abb. 2: Eisvogel *Alcedo atthis* mit erbeuteter Westgroppe.



Abb. 3: Wasserramsel *Cinclus cinclus*.

durch starke Abflussschwankungen geprägt sind und eine sehr starke Geschiebebewegung mit entsprechenden Schotterbänken aufweisen. Die natürliche Dynamik der Flüsse schafft besondere Habitate, wie Uferabbrüche oder Kiesinseln (Abb. 1). Regelmäßig brütet der Eisvogel (*Alcedo atthis*, Abb. 2) in den steilen Lehmwänden entlang der Apfelstädt. Auch die Wasserramsel (*Cinclus cinclus*, Abb. 3) und Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*) sind eng an den Lebensraum Fließgewässer gebunden. Zur Zugzeit und als Nahrungsgäste sind Schwarzstorch (*Ciconia nigra*) und Waldwasserläufer (*Tringa ochropus*) gelegentlich in der Apfelstädt-Aue zu beobachten.

Der Bachgrund wird durch Schotter (Urgestein, meist Porphyre des Mittelgebirges), Siedlungsschutt sowie sandige und schlammige Ablagerungen in Stillwasserbereichen, geprägt. Ein flankierender Gehölzstreifen ist überwiegend gut und beidseitig ausgebildet. Die Apfelstädt weist eine sehr schwankende Strukturgüte (Uferverbauungen in der Ortslage, Sohlabstürze) auf, besitzt aber eine relativ hohe biologische Selbstreinigungskraft (Abb. 4).

Die Apfelstädt ist durch starke Abflussschwankungen mit Maxima im Frühjahr (Schneesmelze) geprägt und weist dadurch eine sehr starke Geschiebebewegung mit entsprechenden Schotterablagerungen auf. Die Fauna der Schotterbänke und

Abb. 4: Die Steinfliege *Perlodes microcephalus* ist ein Indikator höchster Gewässergüte.



auch des unterirdischen Lückensystems (Interstitial) sind hier noch unzureichend erforscht. Bemerkenswert sind hier Nachweise von Quell- und Grundwasserbewohnern, wie der blinde Höhlenkrebs *Niphargus schellenbergi* und der Brunnengräberwurm *Haplotaxis gordioides*, welche auf eine ursprüngliche Fauna schließen lassen! Nur durch hohe Sedimentdynamik mit vegetationsfreien Kiesbänken (Initialstadien für Sukzessionen) kann die Refugial- und Lebensraumfunktion der Fließgewässer mit ihrer spezifischen und bedrohten Fauna erhalten werden.

Hochwasserereignisse laufen natürlicherweise ab und die Wasserorganismen sind an die starke Strömung durch vielerlei Anpassungen bestens vorbereitet. Auch besteht die Möglichkeit des Ausweichens vor starker Strömung durch Abwandern in das Interstitial (Kieslückensystem), in Uferbereiche oder Seitenbäche. Der Verdriftung wird durch Aufwanderung und Kompensationsflug der Imagines zur Eiablage begegnet. Einige Wasserbewohner des Bachgrundes, wie Larven der Steinfliegen und die Westgroppe *Cottus gobio*, FFH-Art, Anhang II, Abb. 5) unter den Fischen, haben allerdings Schwierigkeiten, künstlich errichtete Wehre bzw. Sohlverbauungen zu überwinden. Die Westgroppe, ein Grundfisch ohne Schwimmblase, ist nicht nur durch Sohlabstürze in der Ausbreitung behindert, sondern auch durch das regelmäßige Austrocknen des Flussbettes in den Sommermonaten zwischen dem

Abb. 5: Westgroppe *Cottus gobio*.



Standortübungsplatz der Bundeswehr in Ohrdruf und Schwabhausen (Abb. 6). Der Wassermangel resultiert aus geringen Mindestwasserabgaben der Talsperren sowie der Etablierung der Westringkaskade zur Stromerzeugung, wo das Wasser am Ökosystem der Apfelstädt vorbei, bis nach Erfurt in einer Rohrtrasse geleitet wird. Hinzu kommt der anthropogen bedingte Klimawandel mit Niederschlagsdefiziten im letzten Jahrzehnt. Ohra und Apfelstädt fallen auf vielen Kilometern immer öfter während der Sommer- und Herbstmonate trocken oder haben Niedrigwasser. Ein Teil des Wassers versinkt in Karstlöchern (natürliche Bachschwinden) des Muschelkalkes zwischen Ohrdruf und Schwabhausen. Jahrzehntelange Wasserentnahme durch die Talsperren und die Zurückhaltung von Feinsedimenten durch die Vorsperren spielen hier eine Rolle. Der Grundwasserkörper ist ungenügend aufgefüllt.

Bedrohungen der Populationen der aquatischen und semiaquatisch lebenden Fauna bestehen in erster Linie durch Verschlammung und Eutrophierung der Kiesufer. Verschiedene Faktoren wirken auf das Ökosystem der Apfelstädt ein, wie eingeschränkte Dynamik des Fließgewässers durch fehlende Hochwässer und Veränderungen des natürlichen Abflussregimes durch die drei Talsperren im Quellbereich.

Abb. 6: Ausgetrocknetes Flussbett der Apfelstädt.





Abb. 7: Kreuzkröte *Epidalea calamita*,
Männchen, Apfelstädt-Aue bei
Schwabhausen, 19.04.2018

Weiterhin bewirken Düngung und Gülle der intensiven Landwirtschaft eine Nährstoffanreicherung, was ein Überwachsen der Kiesbänke durch nitrophile Staudenfluren, auch Neophyten, wie das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*), befördert. Dies betrifft eine ganze Zönose von stenöken Tieren der kiesigen Uferzonen, wie z. B. Lauf- und Kurzflügelkäfer (Carabidae, Staphylinidae) oder auch Springwanzen (Saldidae) und Spinnen (Arachnida). Vegetationsfreie Kiesbänke entlang der Apfelstädt werden von der stenöken „Fluss-Kiesuferspinne“ *Piratula knorri* an der Apfelstädt besiedelt. Diese in Thüringen sehr seltene und vom Aussterben bedrohte Art gilt in ganz Deutschland als gefährdet.

Die Wasserinsekten-Fauna des Apfelstädt-Systems und deren Gefährdungen sind besonders durch die jahrzehntelangen Forschungen am Museum der Natur Gotha recht gut bekannt. Hervorzuheben sind hierbei die wissenschaftlichen Untersuchungen der Limnofauna am Bergbach Spitter oberhalb von Tambach-Dietharz mit Einsatz eines Emergenz-Zeltes in den Jahren 1975-1977 (Brettfeld et al. 2004). Die hohe Zahl von 78 Köcherfliegen-Arten besiedelt den Mittel- und Unterlauf der Apfelstädt (Mattern 2021).

Die Wasserkäferfauna der Apfelstädt und ihrer Nebenbäche ist von der Quelle bis zur Mündung in die Gera bei Ingersleben relativ gut erforscht (u. a. Bellstedt 1987, Bellstedt et al. 2015). Die einzelnen Arten an aquatischen und semiaquatischen Coleopteren erweisen sich als gute Indikatoren für den ökologischen Zustand der Apfelstädt im Längsverlauf. Auf die Gewässergüte reagieren besonders die Hakenkäfer (Elmidae). Ausgestorben ist der winzige Schwimmkäfer *Bidessus delicatulus* (Rote Liste Thüringen Kategorie O, letzter Nachweis 1921, Bellstedt & Förster 2021). Dieser besiedelte das Kieslückensystem (Interstitial) im Unterlauf bei Wandersleben. Die flachen, vegetationsarmen Schwemmbänke aus Kies und Sand zählen zu den Trittsteinbiotopen und besitzen eine besonders hohe Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz in Thüringen und Deutschland (Bellstedt 2001).

Die in Thüringen aktuell vom Aussterben bedrohte Kreuzkröte *Epidalea calamita* (Abb. 7) war in den 1990er Jahren im Gebiet der „Drei Gleichen“ mit mehreren tausend Individuen mit Schwerpunkt auf dem naheliegenden Truppenübungsplatz Ohrdruf vertreten. Die Art zeigt ganzjährig eine deutliche Präferenz für vegetationsarme Flächen. Relativ lockerer Boden und Badlands in unseren Naturschutzgebieten erfüllen die Ansprüche, der auch in Sand- und Kiesgruben lebenden Kreuzkröte, offenbar gut. Die Pionierart Kreuzkröte führt umfangreiche Wanderungen durch und ist in der Lage, auch kleinste Tümpel und Feldwegpfützen als Laichgewässer zu nutzen (Bellstedt 2002).

Literaturverzeichnis

- Bellstedt, R. (1987). Die Wasserkäfer der Bergbäche Spitter und Vesser im Thüringer Wald (Coleoptera: Hydradephaga, Palpicornia, Dryopoidea et Helodidae). Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha, 14, 64–68.
- Bellstedt, R., Zimmermann, W. (1989). Zur Gefährdungssituation aquatischer Insektengruppen in Thüringen. Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha, 15, 18–24.
- Bellstedt, R. (2001). Zur Tierwelt der Apfelstädt-Aue um Günthersleben-Wechmar. In: Chronik der Gemeinde Günthersleben-Wechmar, 31–36.
- Bellstedt, R. (2002). Lurche und Kriechtiere im Landkreis Gotha. Vorkommen und Schutz ihrer Lebensräume. 2. überarb. u. aktual. Aufl., Hg. NABU KV Gotha e.V. u. UNB LRA Gotha, 36 S.
- Bellstedt, R. (2004). Zur Fauna von Tambach-Dietharz im Thüringer Wald. In: Tambach-Dietharz. Eine Kulturgeschichte über 750 Jahre. 1. Aufl., S. 38–42.
- Bellstedt, R., Förster, T. (2021). Rote Liste der Wasserkäfer (Insecta: aquatische Coleoptera) Thüringens. Naturschutzreport, Jena, 30, 172–178.
- Bellstedt, R., F. Petzold, Schuster, C. (2015). Der Kleine Blaupfeil *Orthetrum coerulescens* im Thüringer Wald (Insecta: Odonata). Mitt. Thür. Entomologenverband, 22 (1), 16–17.
- Brettfeld, R., Bock, K.-H., Bellstedt, R., Nixdorf, F., Zimmermann, W. (2004). Bergbäche in Thüringen. Sonderheft Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, 41 (4), 101–132.
- Mattern, D. (2021). Die Köcherfliegenfauna (Insecta: Trichoptera) des Mittel- und Unterlaufes der Apfelstädt und ihrem unmittelbaren Einzugsgebiet. Thüringer Faunistische Mitteilungen, 26, 129–138.
- Weipert, J. (1996). Flora und Fauna des geplanten Naturschutzgebietes „Apfelstädtäue Wechmar-Wandersleben“ (Landkreis Gotha/Thüringen). Veröff. Naturkundemus. Erfurt, 15, 78–139.

Renaturierungen - Chancen und Grenzen

Christian Göcke

Einleitung

Funktionierende Ökosysteme erbringen wichtige, sogenannte „Ökosystemdienstleistungen“. Wälder zum Beispiel speichern CO₂, produzieren Bau- und Brennholz, treiben den Wasserkreislauf durch Verdunstung an, festigen Böden, liefern Nahrung und vieles mehr. Gewässer regulieren das Klima, sichern die Wasserversorgung der Landschaft und bei Starkregen den Wasserabfluss, bieten Lebensgrundlagen für Pflanzen und Tiere und vernetzen Lebensräume (Baur 2021). Entsprechende Beispiele lassen sich für jedes beliebige Ökosystem finden. Von vielen dieser Ökosystemdienstleistungen sind wir Menschen direkt abhängig, beispielsweise von der Sauerstoffproduktion der Wälder. Andere bemerken wir erst nach Jahren, wenn sie fehlen. Ein Beispiel hierfür ist etwa die ausfallende CO₂-Speicherung der trockengelegten Moore, die sich erst allmählich auf den Klimawandel auswirkt. Es gibt auch verschiedene Ansätze, Ökosystemdienstleistungen monetär zu bewerten. Hierzu gibt Baur (2021) einen Schätzwert von 33 Billionen US-Dollar an, der von Ökosystemen weltweit erbracht wird.

Der Mensch hat im Laufe der Zeit durch seine Aktivitäten immer schwerwiegenderen Einfluss auf die Natur genommen. Dies beginnt bereits mit der Sesshaftwerdung in der Jungsteinzeit durch die weiträumige Urbarmachung der Landschaft, hatte aber zunächst oft positive Effekte, indem neue Habitats entstanden sind und die Artenvielfalt gefördert wurde, insbesondere die sogenannten Kulturfolger (siehe hierzu den Artikel „Vom Kommen und Gehen - Biodiversität im Wandel“ in diesem Band). Seit Beginn der Industrialisierung hat sich dieser Effekt umgekehrt, Vielfalt und Funktion der Ökosysteme nehmen immer stärker ab. Dies betrifft alle Bereiche und ist vielerorts für jeden sichtbar. Es braucht nicht viel Fantasie, um sich vorstellen, dass in einem Acker, der bis zum Horizont Weizen oder Mais in Reinkultur trägt, nicht mehr viele Tier- und Wildkräuterarten leben können, zumal der Einsatz von Pestiziden seine Wirkung tut. Natürlich optimieren Reinkulturen zunächst den Ertrag, doch sind solche Flächen anfällig für Bodenerosion, der Wasserhaushalt der Landschaft wird beeinträchtigt und vieles mehr. Ebenfalls deutlich sichtbar ist der massive Ausbau von Gewässern, die begradigt werden und befestigte, naturferne Ufer enthalten (Abb. 1a). Gemäß dem aktuellen Auenzustandsbericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) / Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2021) sind an den großen Flüssen im Elbeinzugsgebiet rund 90% der natürlichen Auenflächen durch Begradigung und Landnutzung verloren. Das hat nicht nur einen großen Verlust an natürlicher Viel-



(Digitales Orthophoto: © GDI/7h)



Abb. 1: Charakteristische Abschnitte an Thüringer Gewässern.
 A) Begradigter und massiv befestigter Abschnitt der Gera. Eine Aue ist nicht mehr vorhanden.
 B) Renaturierter Abschnitt der Gera innerhalb des Stadtgebietes von Erfurt.
 C) Naturnaher Bereich der Apfelstädt.

falt zur Folge, sondern führt auch zu einem Mangel an Speicherkapazität der Landschaft im Falle von Hochwasserereignissen (BMU/BfN 2021). Begradigungen führen darüber hinaus zu einer Beschleunigung des Wasserflusses durch eine Steigerung des Gefälles. Die Folge ist, dass sich das Gewässer stärker in den Boden gräbt, wodurch der Grundwasserspiegel sinkt und es zu einer zunehmenden Trockenheit an der Oberfläche kommt, was am Beispiel der Apfelstädt besonders markant zu sehen ist (TLUBN 2019, Baur 2021).

Da inzwischen erkannt wurde, welche zum Teil schwerwiegenden Auswirkungen der Funktionsverlust unserer heimischen Ökosysteme hat, gibt es zunehmend Bestrebungen, ihre Funktionsfähigkeit wiederherzustellen. Hierzu werden sogenannte Renaturierungen durchgeführt. Maßnahmen, die weite Teile der Ökosystemfunkt-

tionen wie auch der bodenständigen Biodiversität wiederherstellen sollen. Dabei müssen sich diese Maßnahmen meist deutlich an die Nutzungsansprüche in dem jeweiligen Raum anpassen, so dass niemals eine neue „Wildnis“ entsteht, sondern eben im Raum der Gegebenheiten möglichst funktionsfähige Strukturen und Lebensgemeinschaften. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen einfachen Ansätzen, die der Natur minimalinvasiv helfen sollen, sich aus eigener Kraft zu erholen, und Maßnahmen von weit größerem Aufwand, die eine Landschaft völlig neu strukturieren, um eine naturnahe Entwicklung auf stark veränderten Flächen zu erreichen (Baur 2021). Ein Beispiel für einen einfachen Ansatz ist das Entfernen von jungen Gehölzen auf artenreichen Offenlandflächen oder die Wiedervernässung von Mooren. Eine aufwändige Renaturierungsmaßnahme ist z. B. die Anlage einer Sekundärraue mit entsprechend großem Abtrag von Bodenmaterial (s. Beispiel unten). Im Folgenden sollen Chancen und Grenzen möglicher Renaturierungen am Beispiel von „Fließgewässer“ erläutert werden. Bei der ökologischen Entwicklung von Gewässern ist oft besonders großer Aufwand nötig, außerdem sind für diese bereits viele standardisierte Ansätze vorhanden (z. B. LANUV 2011).

Grundlagen Gewässerrenaturierung

Die Wasserrahmenrichtlinie der EU (EU-WRRL) regelt seit ihrem Inkrafttreten im Jahr 2000 die Zielsetzung der Gewässerbewirtschaftung und -entwicklung in der EU. So wird das Ziel formuliert, dass alle Oberflächengewässer in Europa mindestens den „guten ökologischen Zustand“ erreichen sollen. Dieser wird in der Richtlinie näher definiert und ist die zweite Stufe aus einer fünfstufigen Skala von „sehr gut“ bis „schlecht“. Ausgenommen davon sind Gewässer, bei denen Umfeldnutzung und andere irreversible Faktoren einer naturnahen Entwicklung dauerhaft im Wege stehen. Diese werden als „heavy modified waterbodies (HMWB)“ eingestuft. Sie müssen laut WRRL allerdings mindestens das sogenannte „gute ökologische Potential“ erreichen. Ursprünglich sah die WRRL vor, diese Ziele bis 2015 umzusetzen. Da sich dies als unmöglich herausgestellt hat, wurde die Deadline inzwischen gestrichen, die Optimierung der Oberflächengewässer ist eine Daueraufgabe geworden. In Deutschland wurden die Regelungen der WRRL in das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes (WHG) übernommen. Die Umsetzung ist je nach Zuständigkeit an den einzelnen Wasserkörpern Aufgabe von Ländern, Kommunen oder privaten Wasserrechtsinhabern.

Als Grundlage für die Planung von Konzepten zur ökologischen Entwicklung von Gewässern dient heute zumeist das Strahlwirkungskonzept (LANUV 2011), das in manchen Ländern teilweise an die örtlichen Begebenheiten angepasst wurde (z. B. RP Tübingen 2023). Dieses Konzept erlaubt die ganzheitliche Beplanung und Entwicklung eines Gewässers unter Einbezug auch weniger gut entwickelbarer Abschnitte. Dieses Konzept funktioniert folgendermaßen (LANUV 2011): Es ist deutlich festzustellen, dass auch anspruchsvolle Tierarten von strukturell besonders gut er-

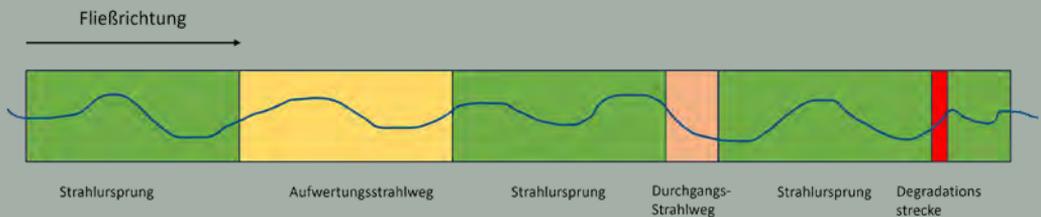


Abb. 2: **Modell einer Gewässerplanung nach Strahlwirkungskonzept, Abfolge verschiedener Elemente der Strahlwirkung in (theoretisch) maximaler Ausdehnung. Die kurze Degradationsstrecke rechts erfordert direkt einen neuen Strahlursprung, um die Besiedlung des Gewässers neu zu starten** (Abb. verändert nach LANUV 2011).

haltenen Gewässerabschnitten aus ebenfalls die umgebenden weniger gut entwickelten Abschnitte besiedeln, sofern diese nicht vollständig degradiert sind. Diese Strahlwirkung kann man sich nun zunutze machen, in dem man eine Abfolge von besonders hochwertigen und weniger hochwertigen Abschnitten schafft (Abb. 2). Auf diese Weise lassen sich Kosten und Flächenbedarf in Grenzen halten und Abschnitte, die nicht WRRL-konform entwickelt werden können, im Rahmen des Gesamtkonzeptes aufwerten. Hierbei werden in der Planung vier verschiedene Typen von Abschnitten unterschieden: 1. Strahlursprünge, von denen die Besiedlung ausgeht; 2. Aufwertungsstrahlwege, die strukturell gut genug sind, dass sich anspruchsvolle Arten mindestens temporär ansiedeln können; 3. Durchgangsstrahlwege, die lediglich als Wanderungskorridore dienen; 4. Degradationsstrecken, die aufgrund ihrer ökologischen Mängel keine Durchwanderung zulassen. Letztere sind im Sinne einer ökologischen Entwicklung der Gewässer zu beseitigen, bzw. durchgängig zu gestalten. Für die einzelnen Arten der Strahlwege wurden unterschiedliche Minimal- bzw. Maximallängen definiert, die vom Gewässertyp und -umfang abhängig sind. Generell lässt sich sagen, dass ein Strahlursprung in kleineren Gewässern mindestens 500 Meter lang sein muss, in großen Flüssen werden bis zu 4000 Meter notwendig. Aufwertungsstrahlwege sollen maximal so lang sein wie die Strahlursprünge, wobei es gewässertypabhängig noch weitere Einschränkungen gibt. Durchgangsstrahlwege dürfen maximal ein Viertel der Länge des Strahlursprungs betragen, mit entsprechenden typspezifischen Einschränkungen. Degradationsstrecken unterbrechen die Strahlwirkung meist vollständig und sollten deshalb nach Möglichkeit mindestens zu Durchgangsstrahlwegen aufgewertet werden.

Eine wichtige Grundlage der Gewässerplanung sind dabei die bereits mehrfach genannten Fließgewässertypen. Je nach Art des Geländes (geologische und klimatische Bedingungen etc.) sowie des Wasserabflusses bilden sich sehr unterschiedliche Typen von Gewässern. Jede Renaturierung oder anderweitige naturnahe Entwicklung eines Gewässers muss sich dabei an dem Ausgangszustand bzw. den Gewässertypspezifischen Charakteristika orientieren, um eine optimale Entwicklung zu garantieren. Da in vielen Fällen der Ausgangszustand (also vor Begrädnung, Uferbefestigung etc.) nicht mehr sicher festzustellen ist, muss man sich daher an den

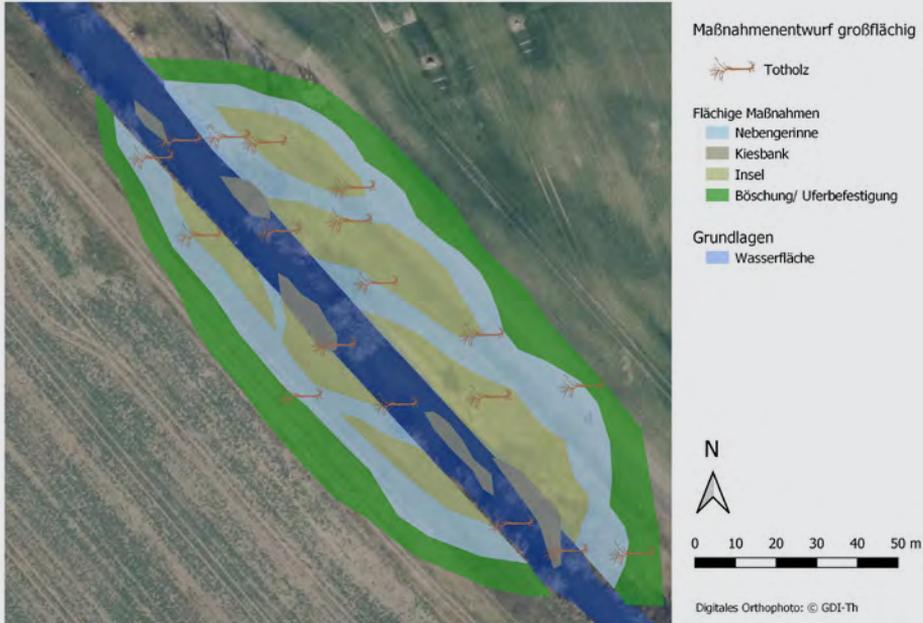


Abb. 3: **Skizze einer modellhaften, sehr aufwändigen Renaturierungsmaßnahme.**

typspezifisch und anhand von guterhaltenen Beispielgewässern definierten Leitbildern orientieren. In Thüringen kann man die gut erhaltene Apfelstädtaue (siehe Abb. 1c) als Referenz für den Typ 9.1 „Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“ betrachten. Definitionen und ökologische Charakterisierungen der in Deutschland vorkommenden Gewässertypen finden sich in Pottgiesser (2018). Leitbilder für die strukturelle Entwicklung der Fließgewässer, die als Grundlage für Maßnahmen zur strukturellen Optimierung von Gewässern dienen können, sind in Umweltbundesamt (UBA 2014) veröffentlicht.

Beispielplanung

An dieser Stelle sollen für einen willkürlich ausgewählten, stark ausgebauten und begradigten Abschnitt eines Flusses zwei modellhafte Renaturierungsansätze vorgestellt und erläutert werden. Bei der Erstellung der Skizzen wurden die örtlichen Begebenheiten nicht weiter berücksichtigt, wie es in einem tatsächlichen Planungsverfahren der Fall wäre.

Der erste Ansatz (Abb. 3) zeigt eine großflächige, aufwändige Renaturierung, die die Erreichung des guten ökologischen Zustandes sicherstellen würde und damit auch die Schaffung eines Strahlursprunges im Sinne des Strahlwirkungskonzeptes. Die Konzeption orientiert sich an dem Leitbild für den entsprechenden Ge-



Abb. 4: Skizze einer modellhaften, kleinräumigen Renaturierungsmaßnahme.

wässertyp 9.1 „Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“ (UBA 2014). Der Kern des Ansatzes ist die Anlage einer Sekundäraue. Die Flüsse in unserer modernen Landschaft haben sich aufgrund des beschleunigten Abflusses meist tief eingegraben. Daher ist eine Revitalisierung der ursprünglichen, natürlichen Auen meist nicht möglich, da diese inzwischen zu hoch über dem Wasserspiegel liegen. Deshalb wird in diesem Fall ein Bereich im Umfeld des Gewässers abgegraben, so dass ein Geflecht aus Inseln und Nebengerinnen entsteht, die sich möglichst eigendynamisch weiterentwickeln sollen. Die Einbringung von Totholz schafft direkt neue Habitate, außerdem wird dadurch das Wasser gezwungen, in die neuen Nebengerinne auszuweichen. Durch die naturnahe Verbreiterung des Gewässers wird sich eine stärkere Abfolge von stark und schwach durchströmten Bereichen einstellen, was zur Bildung von tiefen Kolken und flachen Sand- bzw. Kiesbänken führt. Diese stellen vielfältige Habitate für Wirbellose und insbesondere auch Fische dar. Die Inseln werden im Rahmen der Renaturierungsmaßnahme mit Weidengehölzen oder Hochstauden bestockt, so dass sich ein naturnahes Auenökosystem entwickeln kann. In diesem neuen Ökosystem kann insbesondere der geschützte Biber (*Castor fiber*) nicht nur einen geeigneten Lebensraum finden, sondern durch seine Aktivität die naturnahe Dynamik der Aue noch weiter steigern. Auch für andere seltene Arten wie den Fischotter (*Lutra lutra*) entstehen Lebensräume. Dies unter der Voraussetzung, dass ein entsprechend umfangreicher

Bereich des Gewässers gemäß dem Beispiel entwickelt wird. Die äußere Böschung ist in diesem Beispiel befestigt, um eine Abgrenzung zu umgebenden, landwirtschaftlich genutzten Flächen zu gewährleisten.

Maßnahmen in diesem Umfang scheitern oft an Kosten und mangelnder Flächenverfügbarkeit. Es ist zu beachten, dass durch die Anlage einer Sekundäraue Retentionsräume entstehen, die im Falle von Hochwassern viel Wasser zurückhalten können.

Der zweite Ansatz (Abb. 4) zeigt eine deutlich einfachere Aufwertung innerhalb des bestehenden Bettes. Hierdurch würde der gute ökologische Zustand nicht erreicht, aber die Besiedlungsmöglichkeiten für viele Tier- und Pflanzenarten deutlich verbessert. Es entsteht ein Aufwertungsstrahlweg. Kernidee ist, innerhalb der bestehenden Deiche die Ufer bestmöglich aufzuweiten (bei gleichzeitiger Sicherung der Deiche), so dass mittels Totholzes eine strukturelle Verbesserung der Gewässersohle inklusive der Bildung von Kolken und Sand-/ Kiesbänken initiiert werden kann. Aufgrund der Umfeldnutzung ist dieser Ansatz in vielen Fällen die einzige Möglichkeit zur Optimierung von Fließgewässern.

Fazit

Renaturierungen helfen, die Funktionen von Ökosystemen ganz oder teilweise wiederherzustellen. Ziel ist dabei nicht, eine neue „Wildnis“ zu schaffen, sondern in der bestehenden, genutzten Landschaft die Ansiedlung von Tieren und Pflanzen zu ermöglichen. Abbildung 1b zeigt ein typisches Ergebnis der Renaturierung eines Gewässers im Innenstadtbereich, in diesem Fall die Gera in Erfurt: Innerhalb des zur Verfügung stehenden Bereiches kann der Fluss eine neue Dynamik gewinnen. Die Einbindung in eine Parkanlage schafft zusätzlich einen Mehrwert für die Naherholung.

Literaturverzeichnis

- Baur, B. (2021). Naturschutzbiologie. UTB-Band-Nr.: 5416, Haupt Verlag, Bern, 440 S.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit / BfN - Bundesamt für Naturschutz (Hsrg.) (2021). Auenzustandsbericht 2021 - Flussaunen in Deutschland. DOI: 10.19217/brs211
- LANUV - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2011). Strahlwirkungs- und Trittssteinkonzept in der Planungspraxis, Arbeitsblatt 16, Recklinghausen.
- Pottgiesser, T. (2018). Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. www.gewaesser-bewertung.de
- RP Tübingen - Regierungspräsidium Tübingen, Geschäftsstelle Gewässerökologie (2023). Landesweite Grundlagen und Methodik zur Planung und Priorisierung hydromorphologischer Maßnahmen in Fließgewässern in Zuständigkeit der Landesbetriebe Gewässer. Kurzbericht Stufe 1 (G.I.O.). https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Themenportal/Wasser_und_Boden/Geschaeftsstelle_Gewaesseroekologie/Landesstudie_Gewaesseroekologie_G..I..O/_DocumentLibraries/Documents/Kurzbericht_Landesstudie_GOE.pdf
- TLUBN - Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (Hsrg.) (2019). Managementplan (FB Offenland) für das FFH-Gebiet Nr. 55 „Apfelstädttaue zwischen Wechmar und Neudietendorf“ und Teile des SPA 29. https://natura2000.thueringen.de/fileadmin/000_TLUBN/Naturschutz/Dokumente/9_natura2000/FFH_Gebiete_MaP/ffh_055_spa_29_MaP_AB.pdf
- UBA - Umweltbundesamt (Hg., 2014). Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“. Texte 43/2014. Dessau-Roßlau, Juni 2014.

Waldumbau und Wiederbewaldung – altbekannte Wege für den Wald von morgen

Ingolf Profft

Spätestens seit den zurückliegenden Jahren 2018 bis 2023 mit ihren Witterungsextremen – extreme Trockenheit, überdurchschnittlich hohe Temperaturen, Stürme und Spätfröste – wird deutlich, welche Folgen der Klimawandel für unsere heimischen Wälder hat. Durch fehlende Niederschläge, erhöhte Verdunstung und hohe Sonneneinstrahlung verlieren die Bäume an Vitalität und Widerstandsfähigkeit, Schadinsekten können sich in bislang unvorstellbarer Dynamik entwickeln und ausbreiten und vermehrt treten neue Pilze und andere Krankheitserreger auf. Dies betrifft nicht nur die in Thüringen und vielen anderen Regionen Deutschlands häufigste Baumart, die Gemeine Fichte (*Picea abies*). Bei der Fichte jedoch ist das Ausmaß der Schäden durch die deutliche Sichtbarkeit der abgestorbenen Waldbestände unverkennbar. Ursache dieser Schäden ist das Zusammenspiel von Trockenheit und verschiedenen Borkenkäferarten, in erster Linie des Großen Achtzähligen Fichtenborkenkäfers, auch Buchdrucker genannt (*Ips typographus*) und des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus*). Auch viele andere Baumarten sind massiv betroffen: erhebliche Trockenschäden und Absterbeerscheinungen, verbunden mit dem starken Auftreten verschiedener Schadpilze sowie Insekten bei der Rot-Buche (*Fagus sylvatica*), Anstieg der Schäden bei der Eiche, vor allem durch die starke Zunahme von blattfressenden Insekten, z. B. des Schwammspinners (*Lymantria dispar*), sowie holzbürtigen Insekten, wie des Zweipunkt-Eichenprachtkäfers (*Agrilus biguttatus*), Zunahme des Käferbefalls bei Kiefer (v. a. des Zwölfzähligen Kiefernborkekäfers (*Ips sexdentatus*) und des Blauen Kiefernprachtkäfers (*Phaeonops cyanea*)) sowie Lärche (insbesondere des Großen Lärchenborkekäfers (*Ips cembrae*)). Zusätzlich sind ein stark zunehmender Befall des Berg-Ahorns mit der Rußrindenkrankheit (Erreger: *Cryptostroma corticale*) in verschiedenen Regionen Thüringens wie auch Deutschlands, ein verstärktes Auftreten des Diplodia-Triebsterbens (*Sphaeropsis sapinea*) an der Kiefer, eine weitere Zunahme lokaler Befallsherde des Eichenprozessionsspinners (*Thaumtopoea processionea*) sowie ein überdurchschnittlich hohes Waldbrandgeschehen für die zurückliegenden Jahre festzustellen. Verschärft wird diese Situation durch singuläre Extremereignisse, die zusätzlich die Baumarten und damit Wälder schwächen. Beispielsweise führte der ausgeprägte Spätfrost zu den Eisheiligen im Mai 2020 zu erheblichen Frostschäden in vielen Regionen und bei vielen Baumarten. Bei der Buche sind in Thüringen regional große Verjüngungskomplexe komplett erfroren.

Dringender denn je stellt sich die Frage nach einer geeigneten Strategie zur Anpassung unserer Wälder an den sich vollziehenden Klimawandel. Welche Baumarten sind langfristig geeignet? Hilft es, die Wälder sich selbst zu überlassen, also auf die Kräfte der Natur zu setzen? Welche Wege und Maßnahmen gibt es, proaktiv stabile, vitale und zugleich wertvolle Wälder zu entwickeln?

Unsere heutigen Waldbilder

Die heutigen Wälder in Thüringen, in Deutschland und weitestgehend in Mitteleuropa sind insgesamt das Ergebnis menschlichen Handels seit vielen Jahrhunderten. Seit der Sesshaftwerdung des Menschen wurden Wälder gerodet - für Weideland und Ackerbau, für Siedlungen, für Gewerbe. Der Wald blieb dort erhalten, wo das Klima zu rau für die Landwirtschaft, der Boden zu arm an Nährstoffen für landwirtschaftliche Erträge und durch Fels, Gestein oder Relief zu schwierig zu bewirtschaften ist. Dies zeigt sich auch in Thüringen: Bis auf wenige Ausnahmen finden wir die Wälder in den Hügelländern und bergigen Regionen, wie dem Thüringer Gebirge (Thüringer Wald und Thüringer Schiefergebirge).

Gleichzeitig hat der Mensch die verbliebenen Wälder seit Jahrhunderten zu seinen Gunsten verändert, indem er sie für seine Zwecke genutzt und schrittweise immer intensiver bewirtschaftet hat. Brennholz, Bauholz, Holz für den Bergbau und die Gewinnung bzw. Herstellung von Metallen, wie auch von Glas - der durch das Wachstum der Städte und der Bevölkerung immer weiter ansteigende Bedarf an Holz, also die Ansprüche von uns und unseren früheren Generationen, führten dazu, dass einzelne Baumarten aus den Wäldern verschwanden (z. B. die Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) aus den Bergwäldern im Zuge der Köhlerei zur Gewinnung der leichteren und zugleich energiereicheren Holzkohle), der Holzvorrat in den Wäldern immer weiter abnahm und schließlich die Wälder bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts devastierten, also durch maß- und regelloses Übernutzen zerstört wurden und vielerorts eine regelrechte, oftmals zitierte Holznot drohte (von einer Waldnot finden sich dagegen keine Notizen in den früheren Aufzeichnungen und Schriften). Um diesem regional und überregional teilweise dramatische Ausmaße annehmenden Holz-mangel entgegenzuwirken, wurde in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts das Prinzip der Nachhaltigkeit entwickelt (Carl von Carlowitz, 1713) und als Grundprinzip für die Waldbewirtschaftung aufgestellt. Vereinfacht ausgedrückt verstand man damals darunter: Nutze nicht mehr, als wieder nachwächst, pflanze Bäume wieder nach.

Schrittweise wurden Anbau- und Bewirtschaftungsprinzipien aus der Landwirtschaft auf den Wald übertragen und damit die Wälder im großen Stil umgebaut. Die Verfahren zur Baumsaat und Pflanzung von Bäumen zur Sicherung der Wälder - in erster Linie für die Erzeugung des dringend benötigten Holzes - wurden verbessert. Schnell zeigte sich, dass Fichten und Kiefern einerseits schneller wachsen als Eichen und Buchen, andererseits anspruchsloser hinsichtlich des Bodens,



Abb. 1: Der naturnahe Dauerwald ist das aktuelle waldbauliche Leitbild.

der Wuchsbedingungen insgesamt, aber auch robuster gegenüber Wildverbiss und Wetterunbilden und dadurch deutlich besser für Freiflächen geeignet sind. Somit etablierte sich das Kahlschlagsprinzip vielerorts ab dieser Zeit und hielt sich bis in die 1980er Jahre - Anpflanzen und Roden in einem sich wiederholenden System. Je gleichförmiger die Wälder waren, desto effektiver war die Forstwirtschaft, dies oftmals unter Vernachlässigung der Standortgerechtigkeit, d.h. der Fichten- und Kiefernanbau wurde auch in die Regionen ausgeweitet, die eigentlich für Laubholz prädestiniert waren.

Bäume wachsen Jahrzehnte und Jahrhunderte. Unsere Wälder sind das Ergebnis menschlichen Handels seit mehr als 300 Jahren. Egal ob anfangs die alten Hute-wälder, später dann Mittelwälder oder schließlich Fichtenforste - sie waren immer das Ergebnis einer gezielten Veränderung der früheren, teilweise noch „wildern“ Wälder durch den Menschen. Auch der Ursprung unsere heutigen Wälder liegt viele Jahrzehnte in der Vergangenheit. Zumeist sind sie in den 1940er und 1950er Jahren, nach den Reparationshiebsen als Folge des II. Weltkrieges, nach großen Schadereignissen in den zurückliegenden Jahrzehnten und in den 1970er und 1980er Jahren entstanden - entsprechend der jeweiligen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Zielsetzungen, Ansprüche und Zwänge.

Ein neues Bild vom Wald entsteht

Seit Ende der 1980er und verstärkt seit den 1990er Jahren entwickelte sich ein neues Verständnis von Wald. Umwelt- und Naturschutz, Schutz heimischer Tier- und Pflanzenarten rückten zunehmend in den Fokus. Die etablierten Prinzipien der Forstwirtschaft – Kahlschlagswirtschaft, Altersklassenwald, Nadelholzreinbestände – zeigten ihre Schwächen und Nachteile. Nach solchen Prinzipien entstandene Wälder waren und sind anfällig für Stürme und Schadinsekten sowie arm an Tier- und Pflanzenarten. Sie sind nicht in der Lage, die vielfältigen Funktionen und Leistungen für die Natur, aber auch für den Menschen zu erbringen. Immer stärker zeigt sich, dass wir andere Wälder benötigen – Wälder, die vitaler, stabiler und gesünder sind. Dies wird noch offensichtlicher, noch deutlicher angesichts der sich vollziehenden Klimaveränderungen.

Es bedurfte eines grundlegenden Wandels bei der Waldbewirtschaftung mit dem Ziel, arten- und strukturreiche Mischwälder zu entwickeln, also Wälder, die einerseits geprägt sind durch eine Vielfalt an Baumarten, andererseits durch ein Nebeneinander von jungen und alten, hohen und niedrigen Bäumen, von sonnenreichen, warmen Lücken, wie auch dunklen, kühlen Bereichen, von Totholz und nachwachsenden Sämlingen. Über Mischwälder können die Risiken des Klimawandels für unsere Wälder bei allen bestehenden Unsicherheiten deutlich reduziert werden.

Aus den vielerorts noch vorhandenen Nadelholzreinbeständen, die keine oder nur wenige Mischbaumarten aufweisen, können sich solche Waldbilder jedoch kaum entwickeln. Zwar sind Bäume in der Lage, sich über ihre Samen auszubreiten und im Zuge dessen auch in neue Gebiete „einzuwandern“ – sei es über den Wind, wie beispielsweise Ahorn, Birke und Weiß-Tanne, oder über die Tiere, in erster Linie Vögel. Jedoch dauert dies Jahrzehnte bis Jahrhunderte. Im Vergleich hierzu vollzieht sich der Klimawandel deutlich schneller – schneller als die Natur mit ihren über Jahrtausende herausgebildeten Evolutions-, Anpassungs- und Verbreitungsprozessen.

Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass Maßnahmen zur Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel entwickelt und umgesetzt werden. Dabei spielt der sogenannte Waldumbau die Hauptrolle. Darunter ist jedoch nicht eine einzelne Maßnahme zu verstehen, sondern vielmehr eine Vielzahl an Maßnahmen, die alle dazu dienen, Initiale für zukünftige arten- und strukturreiche Wälder zu schaffen. Dabei gilt es generell, die Kräfte der Natur zu nutzen, gleichzeitig jedoch auch aktiv die Waldentwicklung durch eine gezielte, bewusste Waldbewirtschaftung zu lenken. U. a. sind hierbei zu nennen:

- **Die aktive Einbringung von Mischbaumarten durch Pflanzung oder Saat in derzeit noch vorhandene Reinbestände, wobei es aufgrund der generellen Risikoanfälligkeit von Reinbeständen keine Rolle spielt, ob es sich um Nadel- oder Laubholzreinbestände handelt.**

- **Der Erhalt und die Förderung von noch vorhandenen Mischbaumarten in den Reinbeständen durch eine bewusste Freistellung, also die Entnahme von Bäumen, die den Mischbaumarten Licht und Nährstoffe nehmen. Auf diese Weise können die Mischbaumarten eine größere Krone ausbilden und mehr Samen für die natürliche Ausbreitung bilden.**
- **Für Schadflächen, also infolge von Witterungsextremen oder Schädlingsbefall flächig geschädigte Waldgebiete, bedarf es einer konkreten Wiederbewaldungsstrategie unter Ausnutzung von natürlichen Sukzessions- also Wiederbewaldungsinitialen durch Pionierbaumarten, wie Birke, Weide oder Pappel, und die aktive Pflanzung von verschiedenen, langfristig geeigneten Baumarten.**
- **Durch die Verbesserung der waldökologischen Rahmenbedingungen, beispielsweise durch den Erhalt und die Förderung von Waldstrukturen sowie das Belassen von Totholz in den Waldbeständen ebenso wie auf den Schadflächen, kann eine artenreiche Baumartenverjüngung unterstützt werden.**

In Thüringen wird dieses Thema seit rund 20 Jahren intensiv bearbeitet. Schrittweise wurden und werden entsprechende Handlungsempfehlungen für die Waldbesitzenden und Waldbewirtschaftenden – unabhängig von der Waldeigentumsform – herausgegeben. Ein erster Meilenstein war die Erstellung und Veröffentlichung von Baumartenempfehlungen vor mehr als zehn Jahren, bei deren Erstellung das Wissen über die Klimaveränderungen in Thüringen direkt eingeflossen ist. Diese Baumartenempfehlungen sind heute fester Bestandteil der Waldbaurichtlinie für die Bewirtschaftung des Landeswaldes in Thüringen. Das waldbauliche Leitziel ist dabei der naturnahe Dauerwald. Dazu heißt es in der entsprechenden Fachanweisung von ThüringenForst: „Der naturnahe Dauerwald ist ein standortgerechter, baumartenreicher, strukturierter und ungleichaltriger Wald, der durch seine Stabilität und Elastizität Risiken durch abiotische und biotische Einflüsse minimiert, sich selbst verjüngt und eine nachhaltige, multifunktionale Nutzung ermöglicht. Kontinuierlich werden die Altersklassenwälder in den Dauerwald überführt. Jeder Eingriff ist so zu gestalten, dass er unter den vorgefundenen Bedingungen einen Schritt in Richtung Leitbild darstellt.“

Neben den Baumartenempfehlungen sind Hinweise und Empfehlungen zur Wiederbewaldung nach großflächigen Schadereignissen erstellt und veröffentlicht worden, ebenso wie konkrete Standort- und Verwendungshinweise für verschiedene Baumarten.

Aufgrund der sich zeigenden Gefährdungen für die bisherigen Hauptbaumarten Fichte und Buche, aber auch Eiche und Kiefer werden seit einigen Jahren die Arbeiten zu alternativen Baumarten als Teil der Waldumbaustrategie bei ThüringenForst über das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha) intensiviert. Die Prämissen hierbei sind:

- 1** **Potentiale und Chancen bisher seltener heimischer Baumarten bewerten und Empfehlungen für die stärkere Berücksichtigung bei der waldbaulichen Arbeit für die Praxis entwickeln** (z. B. Sorbus-Arten, Linde, Hainbuche, Wildobst, Ahorn-Arten, Nuss-Arten und Weiß-Tanne),
- 2** **Auswertung von historischen Daten und Versuchsflächen zu nicht-heimischen Baumarten** (in Thüringen gibt es Versuchsflächen zu verschiedenen Baumarten, manche davon sind über 100 Jahre alt),
- 3** **Auswertung von bisherigen und Anlage zusätzlicher Herkunftsversuche zu heimischen Baumarten** (z. B. Spitz-Ahorn), **einschließlich nicht-heimischer Herkünfte** (z. B. rumänische Weiß-Tannenherkünfte),
- 4** **Anlage von neuen Versuchsflächen für sorgfältig und fachkundig nach einem intensiven Prüfprozess ausgewählte nicht-heimische Baumarten und langfristige Bewertung der Eignung über ein entsprechendes Monitoringprogramm** (z. B. Libanon-Zeder, türkische Tanne, Baumhasel),
- 5** **Beteiligung an Forschungsprojekten zu ausgewählten Baumarten** (z. B. Esskastanie, Rot-Eiche) sowie
- 6** **Fachkundige Beratung zur Baumartenwahl für den Privat- und Körperschaftswald.**

Die unverkennbare Verwundbarkeit unserer Wälder, über die verschiedenen Schadbilder, das Schadausmaß und die betroffenen Baumarten zeigen, wie wichtig eine forstliche Klimaanpassung ist. Nur stabile, gesunde Wälder sind in der Lage, die vielfältigen Leistungen und Funktionen, die wir als Gesellschaft von unseren Wäldern benötigen bzw. in Anspruch nehmen, zu erbringen. Der standortgerechte Waldumbau zur Anpassung unserer heimischen Wälder an den Klimawandel, also die Etablierung, Entwicklung und Förderung baumartenreicher, strukturierter Waldbilder über verschiedene waldbauliche Maßnahmen, spielt hierbei eine zentrale Rolle. Dies erfordert jedoch Ressourcen, Arbeitskräfte und vor allem viel Zeit und Kontinuität.

Literaturverzeichnis

ThüringenForst-AÖR (2023): Der Wandel des Thüringer Waldes - Abschlussbroschüre zum Projekt „Waldumbau in den mittleren, Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes“. Druckmedienzentrum Gotha, 81 S.



Abb. 1: Beispiel für ein silvoarables Agroforstsystem - hier bestehend aus Pappeln zur Energieholzproduktion in Kombination mit Weizen.

Herausforderungen der Landwirtschaft im Klimawandel und Agroforst als ein Anpassungsansatz

Manuela Bärwolff

Die Landwirtschaft steht vor einer doppelten Herausforderung, da sie nicht nur erheblich von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen ist, sondern auch maßgeblich zur Emission von Treibhausgasen beiträgt.

Der Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration kann das Pflanzenwachstum stimulieren, birgt jedoch gleichzeitig potenzielle Veränderungen in den Pflanzeninhaltsstoffen. Die steigenden Temperaturen können sich - je nach betrachteter Region und Ausgangsklima sowie betrachteter Kulturart - positiv oder negativ auf die landwirtschaftliche Produktion auswirken. Bisher zu kühle und/oder feuchte Regionen könnten besser zur landwirtschaftlichen Produktion geeignet sein, wäh-

rend in wärmeren und trockeneren Gebieten schlechtere Produktionsbedingungen erwartet werden. Diese großen Klimaveränderungen ziehen viele größere und kleinere Folgeveränderungen nach sich. Beispielsweise können mildere Winter zur verstärkten Ausbreitung von Pilzen, Viren und Schadinsekten führen und damit Ertragseinbußen verursachen bzw. einen erhöhten Pflanzenschutzmittelaufwand erfordern. Durch den früheren Vegetationsbeginn steigt zudem die Gefahr, dass die Pflanzen durch Spätfröste geschädigt werden.

Neben den genannten globalen Klimaveränderungen (höhere Durchschnittstemperatur und mehr CO₂ in der Atmosphäre), zu welchen relativ verlässliche Prognosen ableitbar sind, stellen insbesondere die regional und lokal in zunehmender Häufigkeit auftretenden Extremwitterungen wie Hitze, Kälte, Trockenheit, Dauer- und Starkniederschlag, Hagel und Sturm eine Herausforderung dar. Die Temperatur beeinflusst maßgeblich das Wachstum von Pflanzen, wobei eine Temperaturerhöhung



über den optimalen Temperaturbereich zu Hitzestress führen kann. Dies zeigt sich durch Symptome wie Welkeerscheinungen, beeinträchtigte Blütenauslösung und Fruchtentwicklung. Hitzephasen, wie im Jahr 2003 in Deutschland, korrelieren mit Ertragsrückgängen (Umweltbundesamt 2022). Kulturpflanzen variieren in ihrer Hitzeempfindlichkeit. Raps, Zuckerrüben und Kartoffeln sind eher sensibel, während Getreidearten und subtropische Pflanzen wie Mais hitzetoleranter sind. Kältestress bei niedrigen Temperaturen verlangsamt chemische Prozesse, was zu Frostschäden führen kann. Trockenstress, bedingt durch niedrigen Bodenwassergehalt, beeinträchtigt die Wasser- und Nährstoffaufnahme, führt zu Schädigungen und kann Ernteeinbußen verursachen. Dauer- und Starkniederschlag sowie Hagel und Sturm haben ebenfalls erhebliche Auswirkungen. Starkniederschläge erhöhen die Gefahr von Wassererosion (vermindern somit auch langfristig die Leistungsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden) und können zu Ertragsausfällen führen. Hagel kann lokal die gesamte Ernte zerstören, während Sturm mechanische Beschädigungen und Verluste verursacht, vor allem bei Sonderkulturen wie Obst und Wein.

Abb. 2: Beispiel für ein silvopastorales Agroforstsystem - hier Streuobstwiese mit Gänsen.



Für die Haltung von Nutztieren stellt insbesondere Hitzestress ein ernstzunehmendes Problem dar. Rinder, Schweine und Geflügel reagieren mit einer Verschlechterung von Gesundheit und Leistung, so dass neben dem Tierwohl auch die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigt wird. Gleichzeitig trägt die Landwirtschaft durch Prozesse in der Tierhaltung und im Pflanzenbau erheblich zur Emission von Treibhausgasen bei – laut Umweltbundesamt (2023) war die deutsche Landwirtschaft im Jahr 2022 für über sieben Prozent der gesamten deutschen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich.

Es ist daher entscheidend, Anpassungsstrategien zu entwickeln, die sowohl die Klimaresilienz der Landwirtschaft stärken und gleichzeitig die Emissionen senken. Dabei ist die Anpassung an im Mittel höhere Temperaturen über Arten- und Sortenwahl verhältnismäßig einfach zu bewerkstelligen. Das Abmildern von Schäden aufgrund unvorhersehbarer Extremereignisse wie Dürreperioden und Starkregen ist dagegen schwerer möglich und erfordert umfassende agronomische Maßnahmen. Beispielsweise kann zur Verbesserung von Bodenstruktur und Bodenbedeckung die Bearbeitungsmethodik angepasst werden, so dass zum einen Verdunstung reduziert und zum anderen die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens erhöht wird. Angepasste vielfältige Fruchtfolgen ermöglichen eine Risikosteuerung. Durch die Integration von Zwischenfrüchten und Untersaaten lässt sich auf geeigneten Standorten wirksamer Erosionsschutz leisten. Auch Bewässerung stellt bei zunehmenden Trockenperioden eine wirksame Anpassungsmaßnahme dar. Für einige Sonderkulturen kann Beschattung notwendig werden, wobei sich interessante Doppelnutzungsmöglichkeiten bei der Integration von Photovoltaik in landwirtschaftliche Flächen ergeben.

Zunehmende Aufmerksamkeit gewinnt in den letzten Jahren die Agroforstwirtschaft. Sie könnte eine Schlüsselrolle bei der Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels spielen. Mit dem Begriff Agroforst werden Landnutzungssysteme bezeichnet, bei denen Gehölze (Bäume oder Sträucher) mit Ackerkulturen und/oder Tierhaltung so auf einer Fläche kombiniert werden, dass zwischen den verschiedenen Komponenten ökologische und ökonomische Vorteilswirkungen entstehen (Nair, 1993). Typisch für alle Arten der Agroforstwirtschaft sind bewusst genutzte Wechselwirkungen zwischen Gehölz- und Ackerkulturen. Üblicherweise wird bei Agroforstsystemen zwischen der Kombination von Bäumen mit Ackerkulturen (silvoarable Systeme), Bäumen mit Tierhaltung (silvopastorale Systeme) und Bäumen mit Ackerkulturen und Tierhaltung (agrosilvopastorale Systeme) unterschieden (Nair 1985). Da Alter, Verteilung und Anordnung der Gehölze variieren können, gibt es viele verschiedene Ausprägungsformen (DeFAF 2023) (Abb. 1 und 2). Essenziell bei diesem Konzept ist die Möglichkeit der Nutzung aller Komponenten, auch der Gehölze. Diese können Energieträger (Holzhackschnitzel), Stammholz zur stofflichen Verwertung, Nahrungsmittel (Obst, Nüsse) und Futtermittel produzieren.

Agroforstsysteme können eine Reihe von Umweltvorteilen bieten, die sich positiv auf die Klimaresilienz der Landwirtschaft auswirken. Eine der herausragenden Eigenschaften von Agroforstsystemen ist ihre Fähigkeit, den abiotischen Stress auf Pflanzen und Tiere zu reduzieren. Bäume in Agroforstsystemen dienen als natürliche Schattenspendler, welche die direkte Sonneneinstrahlung verringern. Dieser Schatten kann besonders während Hitzeperioden von Vorteil sein, indem er die Auswirkungen von Hitzestress mindert. In Bezug auf weidende Tiere ist dies durchweg positiv zu betrachten, während in Bezug auf Ackerland eine Lichtkonkurrenz zu den Ackerfrüchten entsteht, die auch ertragsmindernde Effekte mit sich bringt. Auf die Gesamtfläche eines Agroforstsystems gemittelt, ist jedoch zu erwarten, dass die Lufttemperatur in besonders heißen Perioden niedriger ist als auf einer strukturlosen Ackerfläche ohne Gehölze. Geringere Lufttemperaturen reduzieren wiederum die Verdunstung von Wasser. Die Bäume erreichen mit ihren Wurzeln tiefer liegende Wasservorkommen, welche dem System zugutekommen. Die Verfügbarkeit von Wasser zur Vegetationsperiode scheint im Zuge des Klimawandels insbesondere in den ackerbaulich bedeutenden Regionen Thüringens abzunehmen und dabei häufiger eine kritische Grenze zu unterschreiten. Agroforstsysteme - insbesondere streifenförmig angelegte - haben das Potential, die Windgeschwindigkeit und damit auch die Verdunstung auf der angrenzenden Ackerfläche deutlich zu vermindern. Somit steht den Ackerkulturen in der kritischen Entwicklungsphase mehr Wasser zur Verfügung und Trockenstress wird vermindert.

Darüber hinaus tragen Agroforstsysteme zur Verbesserung der Bodenqualität bei. Die Wurzeln der Bäume und die Bodenruhe in den Gehölzstreifen fördern die Bodenstruktur und erhöhen die Infiltrationsleistung. Dies wirkt sich positiv auf die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens aus und mindert die Anfälligkeit für Erosion, insbesondere bei Starkniederschlägen. Mit gezielter hangparalleler Anlage von Gehölzstreifen auf erosionsgefährdeten Flächen kann Wasser optimal zurückgehalten und Erosion verhindert werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Biodiversitätsförderung durch Agroforstsysteme. Diese tragen maßgeblich zur Erhöhung der Struktur- und Habitatvielfalt in Agrarlandschaften bei. Durch den Wechsel zwischen Gehölz- und Ackerkultur- bzw. Grünlandflächen nimmt die Grenzliniendichte deutlich zu. Insbesondere ausgeräumte Agrarlandschaften mit großen Schlägen, wie sie in vielen Regionen Thüringens typisch sind, profitieren hiervon. Die Gehölzstreifen schaffen Lebensräume für verschiedene Pflanzen- und Tierarten (Niederwild, viele Vogelarten, Amphibien, Reptilien, Spinnen und Insekten, Bodenlebewesen).

Über die positiven Umweltwirkungen hinaus wirken die Gehölze in Agroforstsystemen als Kohlenstoff-Senke indem sie CO₂ aus der Luft aufnehmen und im Holz und den Wurzeln speichern. Somit ließe sich ein erheblicher Beitrag zum Klimaschutz

leisten. Würden auf 50 Prozent der ackerbaulich genutzten Flächen Deutschlands Agroforstsysteme mit zehn Prozent Gehölzflächenanteil etabliert, könnten nach einer vorsichtigen Schätzung jährlich dreieinhalb Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent in der Biomasse der Bäume gebunden werden (Tsonkova & Böhm 2020). Dies entspräche über sechs Prozent der im Jahr 2022 durch die deutsche Landwirtschaft emittierten CO₂-Äquivalente (Umweltbundesamt 2023).

Insgesamt zeigt sich, dass Agroforstwirtschaft nicht nur eine effektive Anpassungsstrategie gegenüber den Herausforderungen des Klimawandels darstellt, sondern auch positive Effekte auf die Umwelt, die Biodiversität und die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft hat. Gerade vor diesem Hintergrund stellt sich den uneingeweiht Betrachtenden die Frage, warum nicht alle LandwirtInnen ihre Flächen mit produktiven Bäumen aufwerten, denn in der Praxis findet man derartige Anlagen in Deutschland bisher kaum.

Die Gründe sind mannigfaltig. Pachtflächen stellen aufgrund der Langfristigkeit der Flächennutzung nahezu ein Ausschlusskriterium dar. Die Anfangsinvestition der Flächenanlage ist hoch, das Kapital ist lange gebunden, der Kapitalrückfluss über die kommenden Jahrzehnte von vielen Unbekannten abhängig und es gibt kaum etablierte Absatzmärkte für die vielfältigen möglichen Produkte aus Agroforst-Gehölzen. Die Entscheidung zur Flächenanlage ist eine langfristige und ent-



Abb. 3: Die Windbremsung durch Gehölzstreifen kann mehr Wasser für angrenzende Kulturen verfügbar machen - hier deutlich sichtbar durch den in windgeschützten Bereichen noch nicht verdunsteten (sublimierten) Schnee in einem Agroforstsystem bei Dornburg (Saale).

spricht eher dem forstlichen Denkansatz als dem landwirtschaftlichen. Häufig fehlt schlicht das Know-how zur Bewirtschaftung im Betrieb, es bestehen Bedenken hinsichtlich der Bewirtschaftbarkeit der Acker- oder Grünlandkomponente und der Einfluss auf den Ertrag des Gesamtsystems Agroforst ist unbekannt. Rechtliche Unklarheiten bestehen noch immer und das Vertrauen in die Langfristigkeit (förder-)rechtlicher Regelungen ist gering. Essenziell ist die Herstellung einer wirtschaftlichen Vorzüglichkeit, die die genannten Hemmnisse überwiegt. Hier ist die Gesellschaft gefordert, die gewünschte Umweltdienstleistung so zu entlohnen, dass auch die wirtschaftlich arbeitenden LandwirtInnen bereit sind, diesen wichtigen aber schwierigen Schritt zu gehen.

Literaturverzeichnis

- DeFAF - Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (Hg.) (2023). Was ist Agroforstwirtschaft? <https://agroforst-info.de/agroforstwirtschaft/>
- Jägermeyr, J., Müller, C., Ruane, A. C., Elliott, J., Balkovic, J., Castillo, O., Faye, B., Foster, I., Folberth, C., Franke, J. A., Fuchs, K., Guarin, J. R., Heinke, J., Hoogenboom, G., Iizumi, T., Jain, A. K., Kelly, D., Khabarov, N., Lange, S., Lin, T., Liu, W., Mialyk, O., Minoli, S., Moyer, E. J., Okada, M., Phillips, M., Porter, C., Rabin, S. S., Scheer, C., Schneider, J. M., Schyns, J. F., Skalsky, R., Smerald, A., Stella, T., Stephens, H., Webber, H., Zabel, F., Rosenzweig, C. (2021). Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models. *Nature Food* 2, 873-885. Doi: 10.1038/s43016-021-00400-y
- Nair, P. K. R. (1993). An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, 499.
- Nair, P. K. R. (1985). Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3, 97-128. Doi: 10.1007/BF00122638
- Narrowth, G., Warth, P., Böhm, C. (Hg.) (2019). Roadmap Agroforstwirtschaft: Bäume als Bereicherung für landwirtschaftliche Flächen in Deutschland. Fraunhofer Verlag Stuttgart. 64.
- Tsonkova, P., Böhm, C. (2020). CO₂-Bindung durch Agroforst-Gehölze als Beitrag zum Klimaschutz. [https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2021/02/06_CO₂-Bindung.pdf](https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2021/02/06_CO2-Bindung.pdf)
- Umweltbundesamt (Hg.) (2023). Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas>
- Umweltbundesamt (Hg.) (2022). Klimafolgen: Handlungsfeld Landwirtschaft. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland/klimafolgen-handlungsfeld-landwirtschaft#abiotischer-stress-bei-kulturpflanzen>

Gentechnik in Pflanzenzüchtung und Landwirtschaft

Josephine Franke

Einleitung

Der Anbau von Pflanzen zur menschlichen Ernährung ist eine zentrale Aufgabe der Landwirtschaft. Diese Aufgabe wird jedoch zunehmend erschwert durch den Verlust geeigneter Flächen, durch die immer weiter steigende und 2050 voraussichtlich 9,7 Milliarden Menschen umfassende Weltbevölkerung (UN 2022) sowie aufgrund des Klimawandels entstehende oder verschärfte Herausforderungen. Wir benötigen also Sorten, die diesen Anforderungen gerecht werden können. Das kann bedeuten, dass sie besser mit Trockenheit umgehen können, Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge besitzen oder besonders effektiv Nährstoffe akkumulieren können.

Seit dem Beginn des Anbaus von Pflanzen vor ungefähr 10.000 Jahren (Brown et al. 2009) werden die Merkmale jener Pflanzen beeinflusst, die wir als Kulturpflanzen nutzen. Einige Eigenschaften der Wildpflanzen sind bei daraus entstandenen Kulturpflanzen unerwünscht. Diejenigen Pflanzen mit vorteilhaften Eigenschaften wurden ausgewählt und weitervermehrt. Durch diese gezielte Auslese entstanden Pflanzen, die sich stark von ihren wilden Vorfahren unterscheiden.

Erkenntnisse im Bereich der Genetik lieferten molekularbiologische Erklärungen für beobachtete Phänomene der Kreuzung und brachten weitere Fortschritte der Pflanzenzüchtung. Inzwischen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Möglichkeiten, das Erbgut von Pflanzen zu beeinflussen und Kultursorten zu optimieren.

Veränderung pflanzlicher DNA

Grundsätzlich haben alle Methoden der Pflanzenzüchtung gemeinsam, dass in das Erbgut der Pflanzen eingegriffen wird. Unterschiedlich ist, in welcher Art und Weise die DNA verändert wird, welche Gene betroffen sind und wie viele Veränderungen entstehen. In weiteren Schritten wird dann jenes Pflanzenmaterial identifiziert, welches für die weitere Züchtung von Interesse ist und weiterverwendet wird. Diese Auswahl kann anhand äußerlich sichtbarer Merkmale (Phänotyp) erfolgen, wird aber häufig auch anhand sogenannter Marker auf DNA-Ebene (Genotyp) durchgeführt. Nachfolgend werden einige grundlegende Möglichkeiten zur Veränderung pflanzlichen Erbgutes in aller Kürze vorgestellt.

Bei traditionellen Züchtungsmethoden greift man auf die gezielte Kreuzung innerhalb von Arten oder nahe verwandten Arten zurück. Nachkommen mit gewünschten Merkmalen werden anschließend über mehrere Generationen selektiert und



Abb. 1: Grapefruit-Sorten mit rotem Fruchtfleisch entstanden durch Mutationszüchtung.

unerwünschte Merkmale möglichst wieder herausgekreuzt. Die Eigenschaften der Elterngeneration werden hierbei nach den Regeln der Genetik kombiniert. Die Vielfalt der möglichen Eigenschaften ist durch die Vielfalt des genutzten Genpools begrenzt.

Bei der Mutationszüchtung oder Mutagenese werden mit Hilfe von Chemikalien oder ionisierender Strahlung Mutationen in der DNA ausgelöst. Durch dieses absichtliche Hervorrufen von Mutationen vergrößert man die genetische Variabilität und hofft auf Genvarianten mit positiven Eigenschaften. Diese ausgelösten Mutationen sind zufällig und ungerichtet, das heißt, es kann nicht beeinflusst werden, wo im Genom sie auftreten und wie viele entstehen. Durch diese ungezielte Veränderung des Erbgutes können auch eigentlich erwünschte Merkmale verloren gehen, die im weiteren Prozess „wiederhergestellt“ werden oder es entstehen unerwünschte Merkmale oder Mutationen, die die Lebensfähigkeit der Pflanzen beeinträchtigen. Nur wenn entstandene Merkmale auch erblich sind - also auch an nachfolgende Generationen weitergegeben werden - können sie für die Züchtung

genutzt werden. Sorten, die entweder direkt durch Mutagenese entstanden sind oder durch Kreuzungen mit solchen Mutanten, sind keine Seltenheit. Es gibt über 3400 Sorten, deren Züchtung auf ionisierender Strahlung basiert und die in verschiedenen Teilen der Welt angebaut werden (MVD 2024). Dazu gehören z.B. die meisten Hartweizensorten für die Nudelproduktion, Gerstensorten, die beim Brauen von Bier verwendet werden oder Grapefruits mit rotem Fruchtfleisch (Abb. 1) (Aloowhalia et al. 2004, Kharkwal & Shu 2009).

Wenn von Gentechnik gesprochen wird, denken die meisten an die Veränderung von Eigenschaften durch den Transfer von Genen. Dabei können die Gene von artfremden Organismen stammen (transgen) oder von Individuen derselben Art oder sehr nah verwandter Arten (cisgen). Durch unterschiedliche Methoden können Pflanzen mit Genen aus Pflanzen, Tieren, Viren oder Bakterien transformiert werden. Bereits bestehende Merkmale können verstärkt, abgeschwächt oder ausgeschaltet werden. Zusätzlich ermöglicht Gentechnik aber auch das Einbringen völlig neuer Eigenschaften.

Weitere Methoden, die immer mehr in den Fokus der Öffentlichkeit geraten sind, sind sogenannte Genome-Editing-Verfahren oder Neue genomische Techniken (NGT). Als Sammelbegriff beinhalten sie solche Methoden, die präzise Eingriffe in das Erbgut erlauben. Anders als bei Techniken der sogenannten alten Gentechnik, der klassischen Mutagenese oder auch der Kreuzung können mit ihnen Veränderungen gezielt an spezifisch ausgewählten Orten im Genom vorgenommen werden. Gene können ein- und ausgeschaltet oder aber eingefügt und entfernt werden. Im Ergebnis können mit diesen Methoden transgene Pflanzen erzeugt werden, aber auch Pflanzen, die lediglich punktgenaue Mutationen an ausgewählten Stellen im Erbgut enthalten, welche sich nicht von spontan auftretenden Mutationen unterscheiden.

Genome-Editing und CRISPR/Cas

Gerade Genome-Editing-Verfahren sind der eigentliche Fokus aktueller Diskussionen rund um das Thema Grüne Gentechnik. In der öffentlichen Diskussion scheint aber häufig das Grundlagenwissen für diese „Gentechnikdiskussion 2.0“ zu fehlen. Aufgrund der Komplexität des Themas ist das auch kaum verwunderlich. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Verfahren, dennoch ist das grundlegende Prinzip immer gleich.

Spezielle Enzyme werden eingesetzt, um an ausgewählten Stellen einen Bruch im Doppelstrang der DNA zu erzeugen. Dieser Bruch wird dann von den Zellen repariert. Die Art der Reparatur kann auf unterschiedliche Weise mit verschiedenen Ergebnissen erfolgen. Die Reparatur macht das Einfügen und Entfernen von Abschnitten möglich. Auch punktuelle Veränderungen nur einzelner Basen (Bausteine der DNA) können vorgenommen werden. So können Gene inaktiviert, eingefügt oder verändert werden (Abb. 2).

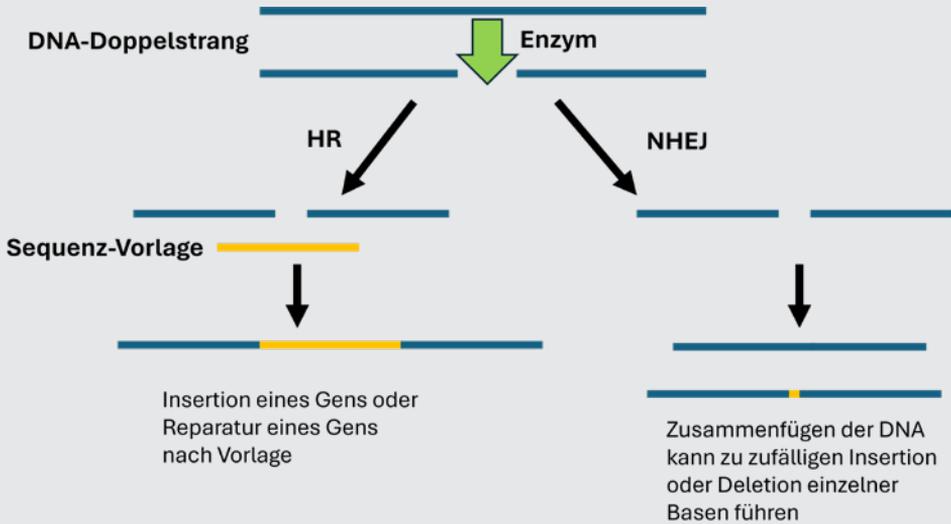


Abb. 2: Reparatur eines Doppelstrangbruchs durch die zelleigenen Mechanismen der Homologen Rekombination (HR) und Nicht-homologen Endverknüpfung (NHEJ). Durch HR ergeben sich gezielte Insertionen und Reparaturen. Durch NHEJ erfolgen zufällige Insertionen oder Deletionen, die zu einer Inaktivierung der Gene führen können (Abb. verändert nach Khalil 2020).

Eine Gruppe solcher Enzyme sind Cas-Proteine, die im CRISPR/Cas-System bei einigen Bakterien und Archaeen als Schutzmechanismus vor Viren vorhanden sind (Jore et al. 2012). Die Entdeckung des Systems und vor allem die Erkenntnis, dass es als Werkzeug verwendet werden kann (Jinek et al. 2012), gelten als wichtige Meilensteine der Wissenschaft und haben das Genome-Editing geradezu revolutioniert (Oost & Patinios 2023). Das Protein wird mit einer Art Erkennungssequenz ausgestattet (die sogenannte gRNA oder guide RNA), deren Sequenz (Basenabfolge) sich beliebig designen lässt. Mit Hilfe dieser Sequenz findet das Protein auf der Ziel-DNA das passende Gegenstück und schneidet die DNA. Inzwischen dominieren die Methode und ihre Weiterentwicklungen dieses Forschungsfeld, da sie einfacher und flexibler anwendbar sowie weniger teuer sind als andere Genome-Editing-Verfahren (Bortesi & Fischer 2015). Die beiden Wissenschaftlerinnen Emmanuelle Charpentier und Jennifer Doudna bekamen im Jahr 2020 für die Entwicklung von und Arbeiten mit der CRISPR/Cas-Methode den Nobelpreis für Chemie. Die Anwendung wird ständig weiterentwickelt, angepasst und verbessert (vgl. z. B. Hille et al. 2018, Nidhi et al. 2021).

Die Diskussion um Gentechnik, GVOs und Genome-Editing

Die Regulierungen der EU bezüglich genomeditierter Pflanzen gehören im weltweiten Vergleich zu den strengsten (Eriksson et al. 2019). Viele andere Länder bewerten vor allem das Ergebnis (product based), während die EU-Regulierungen auf den Prozess selbst abzielen (process based). So gelten genomeditierte Pflanzen beispielsweise in den USA nicht als gentechnisch verändert und werden entsprechend auch nicht als GVOs (gentechnisch veränderte Organismen) reguliert, vorausgesetzt sie sind nicht transgen und die Mutationen bzw. Veränderungen hätten auch durch Kreuzung oder spontan entstehen können (van Esse et al. 2020). In der EU dagegen wurden 2018 durch eine Entscheidung des Gerichtshofes der Europäischen Union (EuGH) genomeditierte Pflanzen als GVOs klassifiziert und denselben strengen Regulierungen unterworfen – unabhängig davon, ob die Pflanze transgen ist oder aber keine Fremd-DNA enthält (Rechtssache C-528/16). Die Richtlinie 2001/18/EG aus dem Jahr 2001 hatte Mutagenese explizit als Ausnahme genannt, womit Organismen aus Mutageneseverfahren zwar als GVO gelten, aber nicht in den Anwendungsbereich der Richtlinie fallen. Mit dem Urteil des EuGH musste geklärt werden, ob diese Ausnahmeregelung auch für Mutagenese durch solche Genome-Editing-Verfahren gilt, die es zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der Richtlinie aus dem Jahr 2001 noch nicht gab.

An dem Urteil gab es viel Kritik von Wissenschaftler*innen. Dass eine pauschale Einstufung geneditierter Organismen als GVO aus wissenschaftlicher Sicht keine nachvollziehbare Entscheidung ist, argumentierten beispielsweise 2019 in einer gemeinsamen Stellungnahme die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Union der deutschen Akademien der Wissenschaften. Sie kritisierten unter anderem, dass durch diese rechtliche Regelung Organismen, die dieselbe Mutation tragen, unterschiedlich reguliert würden, basierend darauf, ob die Veränderung natürlicherweise, durch konventionelle Mutagenesezüchtung oder Genome-Editing entstanden sei.

Es ergeben sich auch praktische Probleme der Umsetzung dieser Regulierungen. So setzten sie voraus, dass genomeditierte Pflanzen auch als solche identifiziert werden können, wenn sie beispielsweise aus anderen Ländern importiert werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn in anderen Ländern die Kennzeichnung nicht verpflichtend ist. Gerade bei den punktuellen Mutationen wie sie durch NGT möglich sind, lässt sich zwar die Veränderung des Genoms durch Sequenzierung ermitteln, aber wie diese Veränderung entstanden ist, lässt sich in der Regel nicht feststellen.

Die Europäische Kommission hat 2021 eine Studie veröffentlicht, die zu dem Schluss kommt, dass die aktuelle Gesetzgebung zu Gentechnik innerhalb der EU nicht zweckmäßig für NGT sei und entsprechend des technologischen sowie wissenschaftlichen Fortschritts angepasst werden sollte (Europäische Kommission

2021). Die Europäische Kommission strebt an, die strengen Vorschriften für NGT zu lockern und hat im Sommer 2023 eine neue Verordnung zu NGT-Pflanzen vorgeschlagen (Europäische Kommission 2023). Transgene Pflanzen würden auch weiterhin den strengen Regulierungen unterliegen.

Fazit

Auch wenn Genome-Editing sicherlich kein Allheilmittel für die Probleme der Landwirtschaft darstellt, so handelt es sich doch um Verfahren, die großes Potential für Anpassungsstrategien bieten. Nach wie vor sind nachhaltige und standortangepasste Agrartechniken Voraussetzung für gute und zukunftsfähige Landwirtschaft. Genome-Editing-Verfahren können eine Ergänzung im Werkzeugkoffer von Züchter*innen und Landwirt*innen sein (und sind dies in anderen Ländern bereits). Die Beurteilung der Risiken und entsprechende Regulierungen sollten vor allem anhand der Produkte und nicht pauschal anhand der eingesetzten Methode vorgenommen werden.

GLOSSAR

BASEN: Bausteine der DNA und RNA, die durch ihre Abfolge die Erbinformation kodieren. DNA beinhaltet die Basen Adenin (A), Thymin (T), Cytosin (C) und Guanin (G). RNA beinhaltet statt Thymin Uracil (U)

HR: Homologe Rekombination bzw. homologous recombination; zelleigener Reparaturmechanismus der DNA, bei dem eine defekte DNA-Sequenz durch Kopieren einer intakten DNA-Sequenz repariert wird. HR wird in der Genomeditierung verwendet, um gezielte Genveränderungen einzuführen

NHEJ: Nicht-homologe Endverknüpfung bzw. non-homologous end joining; zelleigener Reparaturmechanismus der DNA, bei dem DNA-Fragmente wieder miteinander verbunden werden, ohne dass eine homologe DNA-Vorlage verwendet wird. Kann zu Insertionen, Deletionen und Mutationen führen und wird beim Genome-Editing genutzt

CAS-PROTEINE: CRISPR associated proteins; Proteine, die Teil des CRISPR-Cas-Systems sind und bei der Erkennung und dem Schneiden von spezifischen DNA-Sequenzen helfen

CRISPR: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats; sich wiederholende Abschnitte gleicher DNA-Sequenz im Erbgut verschiedener Bakterien und Archaeen

DNA: Desoxyribonukleinsäure bzw. deoxyribonucleic acid; molekulare Struktur, die die genetische Information trägt

GEN: Abschnitt der DNA, der die genetische Information für ein bestimmtes Merkmal oder eine bestimmte Funktion trägt

GENOME-EDITING: auch NGT (Neue Genomische Techniken bzw. new genomic techniques); Techniken zur gezielten Veränderung der DNA-Sequenz eines Organismus

GENOTYP: genetische Zusammensetzung eines Organismus, die seine spezifischen genetischen Merkmale oder Eigenschaften bestimmt

GENPOOL: Gesamtheit aller genetischen Varianten einer Population

GENTECHNIK: biotechnologische Verfahren zur Veränderung des Genoms

GRÜNE GENTECHNIK: Bereich der Gentechnik mit Fokus auf Pflanzen

GVO: gentechnisch veränderter Organismus; nach Richtlinie 2001/18/EG biologische Einheiten mit Ausnahme des Menschen, deren genetisches Material so verändert wurde, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und/oder natürliche Rekombination nicht möglich wäre

MUTAGENESE: Prozess, bei dem Mutationen in der DNA eines Organismus induziert werden

MUTATION: Veränderung in der DNA-Sequenz, die Auswirkungen auf Merkmale haben kann; kann spontan entstehen oder erzeugt werden

PHÄNOTYP: beobachtbare Merkmale oder Eigenschaften eines Organismus, die das Ergebnis seiner genetischen Zusammensetzung und seiner Interaktion mit der Umwelt sind

RNA: Ribonukleinsäure bzw. ribonucleic acid; Nukleinsäure, die in Zellen unter anderem eine wichtige Rolle bei der Genexpression hat. DNA wird abgelesen und in RNA als funktionelle Einheit übersetzt (Transkription)

Literaturverzeichnis

- Ahloowalia, B. S., Maluszynski, M., Nichterlein, K. (2004). Global impact of mutation derived varieties. *Euphytica*, 135, 187 - 204. Doi: 10.1023/B:EUPH.0000014914.85465.4f
- Bortesi, L., Fischer, R. (2015). The CRISPR/Cas9 system for plant genome editing and beyond. *Biotechnology Advances*, 33(1), 41 - 52. Doi: 10.1016/j.biotechadv.2014.12.006
- Brown, T. A., Jones, M. K., Powell, W., Allaby, R. G. (2009). The complex origins of domesticated crops in the Fertile Crescent. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(2), 103 - 109. Doi: 10.1016/j.tree.2008.09.008
- Eriksson, D., Kershen, D., Nepomuceno, A., Pogsos, B.J., Prieto, H., Purnhagen, K., Smyth, S., Wesseler, J., Whelan, A. (2019). A comparison of the EU regulatory approach to directed mutagenesis with that of other jurisdictions, consequences for international trade and potential steps forward. *New Phytologist*, 222(4), 1673 - 1684. Doi: 10.1111/nph.15627
- Europäischer Gerichtshof, Große Kammer (2018). Urteil des Gerichtshofs (Große Kammer) 25. Juli 2018. Rechtssache C-528/16. Abgerufen unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A62016CJ0528> (27.02.2024)
- Europäische Kommission (2021). Study on the status of new genomic techniques under Union law and in light of the Court of Justice ruling in Case C-528/16. Commission Staff Working Document, SWD(2021), 116. Abgerufen unter https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/gmo_mod-bio_ngt_eu-study.pdf (27.02.2024)
- Europäische Kommission (2023). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the council on plants obtained by certain new genomic techniques and their food and feed, and amending Regulation (EU) 2017/625. Abgerufen unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2023:411:FIN> (27.02.2024)
- Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union (2001). Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates. Abgerufen unter <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2001L0018:20080321:DE:PDF> (27.02.2024)
- Hille, F., Richter, H., Wong, S. P., Bratovič, M., Ressel, S., Charpentier, E. (2018). The Biology of CRISPR-Cas: Backward and Forward. *Cell*, 172(6), 1239 - 1259. Doi: 10.1016/j.cell.2017.11.032
- Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A., Charpentier, E. (2012). A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science*, 337(6096), 816 - 821. Doi: 10.1126/science.1225829
- Jore, M. M., Brouns, S. J. J., van der Oost, J. (2012). RNA in defense: CRISPRs protect prokaryotes against mobile genetic elements. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4(6), 1-12. Doi: 10.1101/cshperspect.a003657
- Khalil, A. M. (2020). The genome editing revolution: review. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 18(1):68. Doi: 10.1186/s43141-020-00078-y
- Kharkwal, M. C., Shu, Q. Y. (2009). The Role of Induced Mutations in World Food Security. In Shu, Q. Y. (Hg.) *Induced Plant Mutations in the Genomics Era*, 33-38. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Mutant Variety Database (MVD) 2024. The Joint FAO/IAEA Centre of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Abgerufen unter <https://nucleus.iaea.org/sites/mvd> (27.02.2024)
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Deutsche Forschungsgemeinschaft, & Union der deutschen Akademien der Wissenschaften. (2019). Stellungnahme: Wege zu einer wissenschaftlich begründeten, differenzierten Regulierung genomeditierter Pflanzen in der EU. Abgerufen unter https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2019_Stellungnahme_Genomeditierte_Pflanzen_web.pdf (27.02.2024)
- Nidhi, S., Anand, U., Oleksak, P., Tripathi, P., Lal, J.A., Thomas, G., Kuca, K., Tripathi, V. (2021). Novel crispr-cas systems: An updated review of the current achievements, applications, and future research perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 1-42. Doi: 10.3390/ijms22073327
- United Nations (UN) Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). *World Population Prospects 2022*. Abgerufen unter www.un.org/development/desa/pd/ (27.02.2024)
- van der Oost, J., Patinios, C. (2023). The genome editing revolution. *Trends in Biotechnology*, 41(3), 396 - 409. Doi: 10.1016/j.tibtech.2022.12.022
- van Esse, H. P., Reuber, T. L., van der Does, D. (2020). Genetic modification to improve disease resistance in crops. *New Phytologist*, 225(1), 70 - 86. Doi: 10.1111/nph.15967

6.

Die Natur von morgen

Rasante Veränderungen bestimmen die Natur von heute und formen die Natur von morgen. Verantwortlich dafür sind viele Faktoren, einer davon ist der Klimawandel. Natur und Klima waren noch nie statische Systeme. Dennoch ist der Einfluss des Menschen immens und durchaus problematisch. Der menschengemachte Klimawandel ist wissenschaftlicher Konsens. Laut dem aktuellen Bericht des Weltklimarates IPCC ist es eindeutig, „dass der Einfluss des Menschen die Atmosphäre, den Ozean und die Landflächen erwärmt hat“. Diese beobachtete Erwärmung lässt sich nur durch die Zunahme an Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) oder Lachgas (N₂O) in der Atmosphäre erklären. Auch lokal macht sich der Klimawandel bemerkbar und ist entsprechend für jede und jeden ein wichtiges Thema. Um die Erwärmung auf 1,5°C oder zumindest auf 2°C zu beschränken, braucht es drastische und vor allem schnelle Handlungen zur Emissionsreduktion. So oder so wird die globale Erwärmung mindestens bis Mitte des Jahrhunderts weiter ansteigen. Wie stark dies geschieht und wie es danach weiter geht, hängt davon ab, welche Entscheidungen heute getroffen werden. Wie wird unsere Zukunft aussehen?

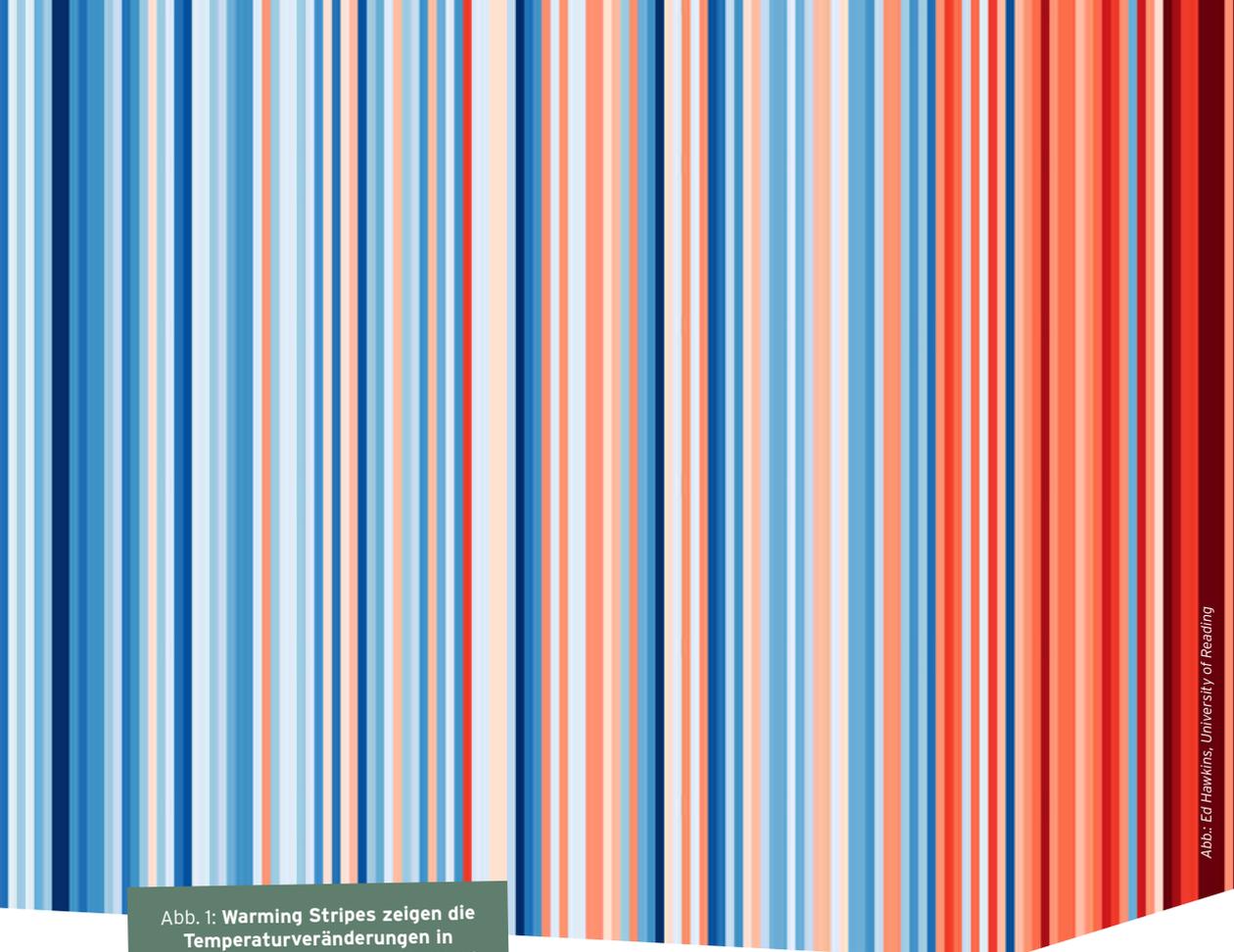


Abb. 1: Warming Stripes zeigen die Temperaturveränderungen in Thüringen im Zeitraum 1881-2022.

Kleines Klimawandel-Lexikon

Josephine Franke

Der Klimawandel, mögliche Folgen und Zukunftsszenarien, Anpassungsstrategien und Handlungsmaßnahmen sind mittlerweile fast alltägliche Themen. Der Klimawandel betrifft uns alle in vielerlei Hinsicht und wird uns zwangsläufig zukünftig weiterhin begleiten. Durch die Komplexität des Themas kann es allerdings schwierig sein, im Durcheinander der Fachausdrücke und Themen den Überblick zu behalten. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollen hier einige Begriffe erläutert werden. Dabei sind sie im Folgenden nicht alphabetisch sortiert, um Sinnzusammenhänge beizubehalten.

BEGRIFFE RUND UMS KLIMA

Klima und Wetter

Bevor man sich weiter mit dem Klimawandel auseinandersetzen kann, muss erstmal geklärt werden, was Klima ist. Und vor allem auch, was Klima nicht ist, nämlich **Wetter**. Unter Wetter versteht man den Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt oder kürzeren Zeitraum an einem definierten Ort oder Gebiet. Wenn es also in Gotha regnet oder es Anfang Mai nächstes Jahr in Deutschland heiß ist, dann ist das Wetter. Wetter beschreibt einen Istzustand. **Klima** hingegen beschreibt eine statistische Zusammenfassung von Wettererscheinungen über ausreichend lange Zeitabschnitte von in der Regel mindestens 30 Jahren. Es ist der mittlere Zustand der Atmosphäre über einen längeren Zeitraum an einem definierten Ort oder Gebiet. Verkürzt gesagt ist Klima also der Durchschnitt des Wetters. Wetter und Klima unterscheiden sich im Faktor Zeit.

Klimasystem

Da die Atmosphäre kein isoliertes System ist, sondern mit vielen weiteren Komponenten zusammenhängt, definiert der IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change, Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) Klima im weiteren Sinne als Zustand des Klimasystems einschließlich der statistischen Beschreibung. Dieses System beinhaltet fünf Hauptkomponenten (IPCC 2018):

- **Atmosphäre** (gasförmige Schicht oberhalb der Erdoberfläche)
- **Hydrosphäre** (Ozeane, Seen, Flüsse)
- **Kryosphäre** (Eis, Schnee)
- **Lithosphäre** (Erdkruste)
- **Biosphäre** (alle Ökosysteme und Organismen sowie daraus entstandenes totes organisches Material)

All diese Systeme stehen in ständiger Wechselwirkung miteinander und sind auf vielfältige Weise miteinander verknüpft. Veränderungen in einem Subsystem können Veränderungen in anderen sowie im gesamten Klimasystem hervorrufen.

Klimaelemente und Klimafaktoren

Auf den ersten Blick scheinen sich diese Bezeichnungen sehr ähnlich zu sein. **Klimaelemente** sind die beobachtbare und messbare meteorologische Größen (Wetterelemente), die zur Beschreibung des Klimas verwendet werden. Sie und ent-

sprechend das Klima werden beeinflusst von **Klimafaktoren**. Es gibt natürliche und anthropogene, also vom Menschen geschaffene, Klimafaktoren.

Tabelle 1: **Auswahl einiger Klimatelemente und Klimafaktoren**

KLIMAELEMENTE	KLIMAFAKTOREN
Temperatur	Geographische Breite
Luftfeuchte	Topographische Höhe und Exposition
Luftdruck	Entfernung vom Meer
Niederschlag	Bodenart
Windrichtung und Windgeschwindigkeit	Bodenbedeckung
Bewölkung	Neigung der Erdachse
Sichtweite	Emissionen
Sonnenscheindauer	Bebauung
Strahlung	Abwärme

Normalperiode

Die Normalperiode oder auch Klimatologische Referenzperiode wird in der Klimatologie und Klimaforschung verwendet, um auf bestimmte Zeiträume als Vergleichsgrundlage für die Analyse von Klimamustern und -änderungen zu verweisen. Die Normalperiode bezieht sich nach Empfehlung der WMO (World Meteorological Organization, Weltorganisation für Meteorologie) auf einen Zeitraum von 30 Jahren.

Klimawandel

Das Klima unterliegt natürlicherweise Schwankungen. Diese natürlichen Schwankungen haben vielfältige Ursachen unter anderem die Zusammensetzung der Atmosphäre, Sonnen- und Vulkanaktivität oder Plattentektonik. Das bedeutet aber nicht, dass es den **menschengemachten Klimawandel** nicht gibt. Die aktuelle Erderwärmung vollzieht sich in einer Geschwindigkeit und einem Ausmaß, welche verglichen mit Veränderungen seit dem Höhepunkt der letzten Kaltzeit vor 24.000 Jahren ungewöhnlich sind (Osman et al. 2021). Innerhalb der letzten 150 Jahre hat sich die Erde bereits um 1,1 Grad erwärmt (IPCC 2023: 42). Dass der menschengemachte Klimawandel existiert, ist wissenschaftlicher Konsens: Mehr als 99 % der wissenschaftlichen, extern begutachteten (peer-reviewed) Literatur ist sich einig, dass der aktuelle Klimawandel hauptsächlich durch menschengemachte Treibhausgasemissionen hervorgerufen wird (Lynas et al. 2021). Es gibt also in der Wissenschaft keine Debatte über die Existenz des menschengemachten Klimawandels.

Global temperature change

Relative to average of 1971-2000 [°C]

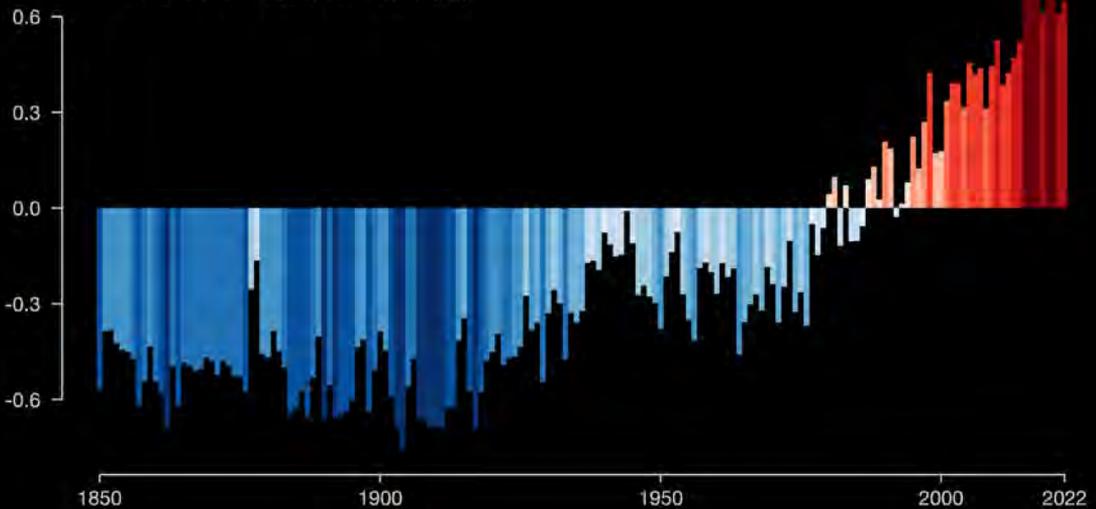


Abb. 2: **Globaler Temperaturanstieg seit Beginn der Industrialisierung (Referenzzeitraum 1971-2000).**

Wenn von „dem“ Klimawandel die Rede ist, ist damit meist die globale Erwärmung in Folge der gestiegenen Treibhausgasemissionen seit der Industrialisierung gemeint (Abb. 2). Dabei handelt es sich um einen Temperaturanstieg der erdnahen Atmosphäre, Landflächen und Ozeane.

Wichtig an dieser Stelle ist die Erinnerung an die Definition von Klima. Es geht um langfristige Mittelwerte. Beim Klimawandel geht es entsprechend um die Veränderung dieser Trends. Dabei kann es durchaus zu Ausreißern kommen. Ein auffällig kaltes Jahr kann daher nicht als angeblicher Beweis gegen eine Erderwärmung infolge des menschengemachten Klimawandels angeführt werden.

Treibhauseffekt, Treibhausgase und CO₂-Äquivalente

Der **Treibhauseffekt** ist ein natürlich auftretender Prozess, ohne den die Durchschnittstemperatur bis zu 33 Grad unter der aktuellen liegen würde. Ein Großteil der kurzwelligen Sonnenstrahlung wird von der Erdoberfläche absorbiert. Dadurch erwärmt sich diese und gibt langwellige Wärmestrahlung ab. **Treibhausgase** absorbieren und emittieren diese teilweise, wodurch sie die Atmosphäre und Erdoberfläche zusätzlich erwärmt (Berger & Tricot 1992). Je höher der Anteil an Treibhausgasen in der Atmosphäre ist, desto stärker ist der Effekt. Wegen der Erhöhung der Konzentrationen von Treibhausgasen durch den Einfluss des Menschen spricht man vom anthropogenen Treibhauseffekt.

Besonders relevant im Kontext des anthropogenen Treibhauseffekts sind z. B. Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid bzw. Lachgas (N_2O), wobei CO_2 den größten Anteil anthropogener Emissionen ausmacht (Crippa et al. 2023). Diese Treibhausgase besitzen jeweils unterschiedlich lange Verweildauern in der Atmosphäre sowie einen unterschiedlich starken Effekt. Zu einer besseren Vergleichbarkeit der Klimawirkung werden Treibhausgasemissionen daher in der Regel in **CO_2 -Äquivalenten** angegeben. Diese geben die Menge an CO_2 an, welche den gleichen Effekt auf die Erderwärmung über einen definierten Zeithorizont hätte, wie die betrachtete Menge eines anderen Treibhausgases.

Kippelemente des Klimas

Von Kippelementen des Klimas spricht man bei Komponenten im Klimasystem, deren Veränderungen ab einem bestimmten Punkt irreversible und unumkehrbare Auswirkungen auf das gesamte System zur Folge haben. Beim Überschreiten dieser Kippunkte kann es zu Rückkopplungseffekten kommen, die die Auswirkungen des Klimawandels weiter verstärken. Dazu gehören unter anderem das Abschmelzen des Grönlandeisschildes oder der Rückgang des Amazonasregenwaldes (Lenton et al. 2008).

Strahlungsantrieb

Der Strahlungsantrieb bezieht sich auf eine Veränderung der Energie- und Strahlungsbilanz (Abb. 3) der Atmosphäre aufgrund externer Einflüsse. Angegeben wird er in W/m^2 (Watt pro Quadratmeter). Ein positiver Strahlungsantrieb hat eine Erwärmung zur Folge, während ein negativer Strahlungsantrieb eine Abkühlung verursacht (IPCC 1994).

Klimamodell

Klimamodelle sind komplexe Computerprogramme zur Analyse des Klimasystems und zur Berechnung von möglichen zukünftigen Klimaentwicklungen den sogenannten Klimaprojektionen. Klimamodelle versuchen das Klimasystem und seine Wechselwirkungen in mathematischen Gleichungen basierend auf naturwissenschaftlichen Grundlagen abzubilden. Zunächst werden Teilmodelle entwickelt, die einzelne Bestandteile des Klimasystems beschreiben und dann zu einem Gesamtmodell zusammengefasst werden. Es gibt unterschiedlich komplexe Modelle und außerdem die Unterscheidung regionaler und globaler Klimamodelle.

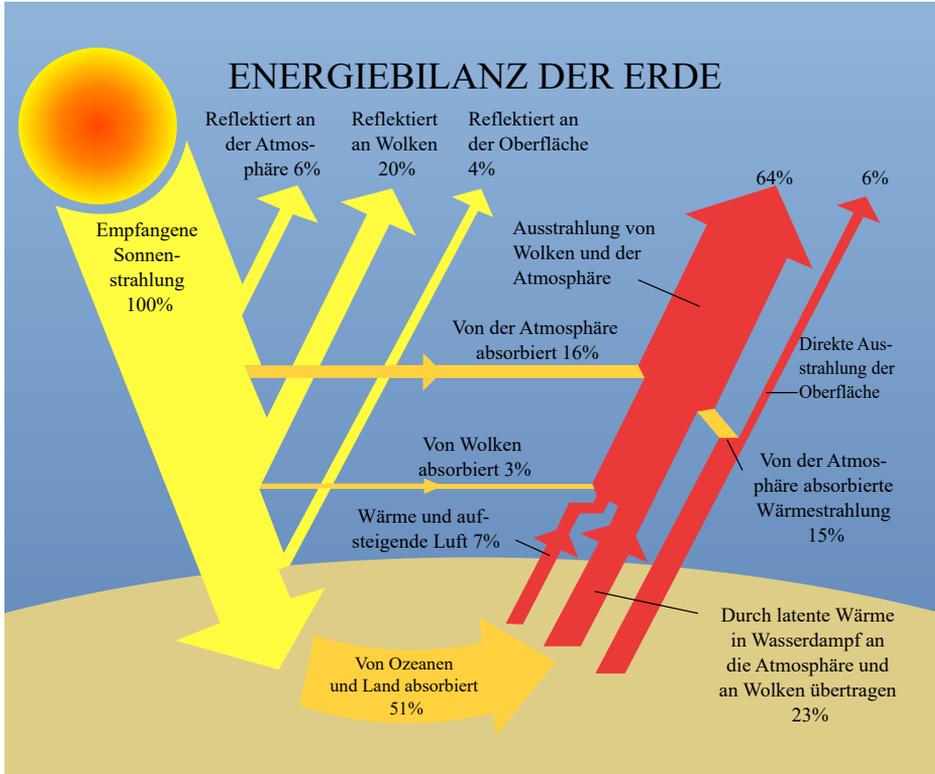


Abb.: gemeinfrei, Wikimedia Commons

Abb. 3: Wesentliche Energieflüsse der Energiebilanz der Erde.

Klimaprojektion und Klimaszenarien

Bei **Klimaprojektionen** handelt es sich um zukunftsgerichtete Schätzungen über die Entwicklungen des Klimas. Sie werden mit Hilfe von Klimamodellen erstellt. Zusätzlich werden verschiedene Annahmen über zukünftige Emissionen, Landnutzungsänderungen und weitere anthropogene Faktoren mit einbezogen. Diese werden **Klimaszenarien** genannt. In den Sachstandsberichten des IPCC wurden solche Szenarien zunächst als RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways, repräsentative Konzentrationspfade) bezeichnet. Dabei wurden unterschiedliche Emissionsverläufe dargestellt von niedrig (RCP2.6) zu hoch (RCP8.5). Im sechsten Sachstandsbericht ist die Rede von SSP-Szenarien (Shared Socioeconomic Pathways, gemeinsame sozioökonomische Entwicklungspfade), welche die angenommenen Entwicklungen durch ökonomische und gesellschaftliche Begründungen ergänzen. Oft werden dabei die Zahlen fälschlicherweise für Temperaturangaben gehalten, es handelt sich allerdings um Angaben des Strahlungsantriebs, also vereinfacht gesagt, der zusätzlichen Energiezufuhr in das System.

Diese Projektionen sind insofern mit Unsicherheiten verbunden, als dass sie auf Annahmen über zukünftige menschliche Aktivitäten, Technologien und politische Entscheidungen beruhen. Es handelt sich also nicht um Vorhersagen, sondern um „was-wäre-wenn“-Rechnungen, mit denen verschiedenen Zukunftsszenarien abgebildet werden.

INTERNATIONALE KLIMAPOLITIK

UN-Klimarahmenkonvention

Bei dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderung in Abkürzung UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), kurz auch Klimarahmenkonvention genannt, handelt es sich um eine internationale Konvention, die 1992 auf dem Weltgipfel für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro beschlossen wurde. Sie dient als völkerrechtliche Basis für einen globalen Klimaschutz.

UN-Klimakonferenz/COPs

Dabei treffen sich jährlich die Vertragsstaaten der UN-Klimarahmenkonvention. Diese Konferenzen werden mit COP nach dem englischen Begriff Conference of the Parties abgekürzt und dann entsprechend nummeriert. COP1 fand 1995 in Berlin statt, COP3 brachte den Beschluss des Kyoto-Protokolls und COP21 im Jahr 2015 die Erarbeitung des Übereinkommens von Paris.

Kyoto-Protokoll

Dabei handelt es sich um einen völkerrechtlichen Vertrag zur Eindämmung des Klimawandels, welcher 1997 in Kyoto als Zusatz der UN-Klimarahmenkonvention verabschiedet wurde. In Kraft getreten ist das Kyoto-Protokoll im Jahr 2005 mit dem Ziel, Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Verpflichtete wurden dabei lediglich teilnehmende Industriestaaten, während die Einbindung von Entwicklungsländern freiwillig erfolgte. Ab 2020 wurde es vollständig vom Übereinkommen von Paris abgelöst.

Übereinkommen von Paris und das 1,5-Grad-Ziel

Beim Übereinkommen von Paris, auch Pariser Klimaabkommen genannt, handelt es sich um ein internationales Abkommen, welches im Dezember 2015 auf der UN-Klimakonferenz in Paris (COP21) vereinbart wurde. Ziel ist es, die globale Erwär-

mung deutlich unter 2°C und möglichst auf 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau (Mittelwert der Jahre 1850–1900) zu begrenzen, die Anpassungsfähigkeit und Klimaresilienz zu erhöhen und die Förderung einer emissionsarmen Entwicklung. Beigetretene Länder verpflichten sich dazu, nationale Anstrengungen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen voranzutreiben, regelmäßig zu überprüfen und zu erhöhen. Auch die Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Implementation ist Bestandteil des Übereinkommens.

IPCC und Berichte

Der IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change), auch Weltklimarat genannt, ist eine Institution der Vereinten Nationen. Gegründet wurde er 1988 mit dem Ziel, die Folgen und Gefährdungen, die vom Klimawandel ausgehen, einzuschätzen und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Die Hauptaufgabe besteht in der regelmäßigen Erstellung von Berichten, den sogenannten Sachstandsberichten bzw. Assessment Reports, die den aktuellen Wissenstand aller Belange des Klimawandels zusammenfassen. Der IPCC ist also selbst keine Forschungseinrichtung, sondern trägt den aktuellen Stand der Forschung zusammen und bewertet diesen aus wissenschaftlicher Sicht.

Literaturverzeichnis

- Berger, A., Tricot, C. (1992). The greenhouse effect. *Surveys in Geophysics*, 13(6), 523–549. Doi: 10.1007/BF01904998
- Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf E., Becker, W., Monforti-Ferrario, F., Quadrelli, R., Riguez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Brandao De Melo, J., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J., Vignati, E. (2023). GHG emissions of all world countries. Publications Office of the European Union, Luxembourg. Doi: 10.2760/953322
- IPCC (1994). *Climate Change 1994. Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*. Houghton, J. T., Filho, L. G., Bruce, J., Lee, H., Callander, B. A., Haites, E., Narris, N., Maskell, K. (Hg.). Cambridge University Press, UK. Abgerufen unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/climate_change_1994-2.pdf (27.02.2024)
- IPCC (2018). Annex I: Glossary. Matthews, J.B.R. (Hg.). In Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Hg.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 541–562. Doi: 10.1017/9781009157940.008
- IPCC (2023). *Climate Change 2023. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, Lee, H., Romero (Hg.). Doi: 0.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- Lenton, T. M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J. W., Lucht, W., Rahmstorf, S., & Schellnhuber, H. J. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(6), 1786–1793. Doi: 10.1073/pnas.0705414105
- Lynas, M., Houlton, B. Z., Perry, S. (2021). Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature. *Environmental Research Letters*, 16(11). Doi: 10.1088/1748-9326/ac2966
- Osman, M. B., Tierney, J. E., Zhu, J., Tardif, R., Hakim, G. J., King, J., & Poulsen, C. J. (2021). Globally resolved surface temperatures since the Last Glacial Maximum. *Nature*, 599(7884), 239–244. Doi: 10.1038/s41586-021-03984-4

Von den UN bis nach Thüringen – Ein kurzer Guide der Klimapolitik

Paula Jakob

Einleitung

Die immer deutlicher werdenden Auswirkungen des Klimawandels finden seit Jahren Resonanz im politischen Geschehen. Die staatliche Ebene oder supranationale Organisationen wie die Europäische Union (EU) geben mit langfristig angelegten Richtlinien und Zielsetzungen den Weg vor. Die konkrete Umsetzung schlägt sich dann auf den tieferen Ebenen nieder. Bei vielen Maßnahmen geht es nicht mehr nur darum, den Klimawandel zu stoppen. Vielmehr verschiebt sich die Zielsetzung in Richtung der sogenannten (Klima-) Resilienz und zur Eindämmung der aktuellen Entwicklungen. Gleichzeitig sorgt die Vielzahl verschiedener Maßnahmenpakete auf unterschiedlichen Ebenen durchaus für Verwirrung. Man fragt sich, welche Regelungen durch die EU vorgegeben werden, was verbindlich ist und wer es eigentlich umsetzen muss.

Diese Abhandlung soll einen kurzen Überblick über die Bestrebungen der Politik im Angesicht der Klimawandelfolgen bieten. Natürlich kann nicht jede Maßnahme im Detail betrachtet werden; das wäre in der Kürze dieses Beitrages gar nicht umsetzbar. Nach Möglichkeit sollen für jede politische Ebene die größeren oder bekannteren Maßnahmenpakete vorgestellt werden. Auch konkrete Gesetzgebung soll abgebildet werden, wobei hier umfassende, ausgefertigte Klimagesetze gemeint sind. Begonnen wird dabei auf den obersten Ebenen der inter- beziehungsweise supranationalen Politik. Es folgen die Regelungen auf nationaler und föderaler Ebene. Der Fokus der Sonderausstellung, zu der die vorliegende Begleitpublikation gehört, liegt freilich auf Thüringen und der unmittelbaren Umgebung Gothas. Konkret befasst sich der Beitrag also mit den Vereinten Nationen, der Europäischen Union, der Bundesrepublik Deutschland und dem Bundesland Thüringen. Für Maßnahmen der Stadt Gotha sei auf den Beitrag „Klimaanpassung durch mehr vitales Stadtgrün“ in diesem Band verweisen.

Zunächst muss aber noch ein wichtiger Begriff erläutert werden: Resilienz. Die Bezeichnung wird bei verschiedensten Maßnahmen und Projekten im Laufe dieses Beitrags auftauchen (vgl. Klimaschutzplan Bund 2016, IMPAKT II 2019). Gleichzeitig macht man sich kaum Gedanken über die Bedeutung des Wortes. „Resilienz“ im weitesten Sinne umschreibt eine Form von Anpassungsfähigkeit. Flexibilität und eine gewisse Widerstandsfähigkeit finden in diesem Zusammenhang auch Verwendung. Wenn eine Person über eine gewisse Resilienz verfügt, kann sie sich an Situationen anpassen und diese relativ unbeschadet überstehen. Gerade im Kontext des Klimawandels umschreibt das Wort den Umgang mit den Folgen desselben (Lexikon der Entwicklungspolitik, Lemma „Resilienz“).

Die oberste Ebene: Vereinte Nationen und Europäische Union

Supra- beziehungsweise internationale Organisationen wie die EU oder die Vereinten Nationen (UN) formen mit ihren Beschlüssen, Organisationen und Empfehlungen das grobe Handlungsfeld der Umweltpolitik für ihre Mitgliedstaaten. Viele dieser Aspekte begegnen dem Einzelnen mittlerweile auch im Alltag. Das **Intergovernmental Panel on Climate Change** (IPCC), auch Weltklimarat genannt, ist vor allem als Herausgeber der Sachstandsberichte (Assessment Reports) zur Klimawandel-Forschung bekannt. Es ist selbst unter anderem aus dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (United Nations Environment Programme, kurz **UNEP**) hervorgegangen und ist damit eine Institution der UN. Das IPCC bündelt also Wissen für politische Entscheidungsträger (Staatsregierungen etc.) und die Allgemeinheit. Auch die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (**Sustainable Development Goals**, kurz SDGs oder Agenda 2030) wurden von den UN definiert und stellen für alle Mitgliedsstaaten eine Zielsetzung dar. Für weitere Ausführungen zum IPCC und auch zu den UN sei an dieser Stelle das „Kleine Klimawandel-Lexikon“ in diesem Band empfohlen.

Eingebettet in die Zielsetzungen der UN hat die Europäische Union eigene Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung des Kontinents entwickelt und verfeinert diese fortlaufend. Eine der bekannteren Strategien, die von der EU, genauer von der Europäischen Kommission, als Reaktion auf den Klimawandel beschlossen wurden, ist der europäische Grüne Deal (**EU Green Deal**), der 2019 präsentiert wurde. Langfristig soll das Gebiet der EU bis 2050 in puncto Emission von Treibhausgasen Klimaneutralität erreichen. Ein zentrales Zwischenziel ist dabei die Senkung besagter Emissionen um 55 % (gegenüber 1990) bis 2030. Frenz 2023 beschreibt den Green Deal auch als Basis für den Erhalt der Biosphäre sowie die nachhaltige Umgestaltung der europäischen Wirtschaft mit dem Ziel einer Kreislaufwirtschaft: „Damit reicht er weiter als der reine Klimaschutz“ (Frenz 2023: 21).

Viele solcher Aspekte des EU Green Deal sind im **Europäischen Klimagesetz** festgeschrieben. Da dieses Gesetz in Form der Verordnung (EU) 2021/1119 verabschiedet worden ist, ist es für alle EU-Mitgliedstaaten verbindlich und muss Anwendung finden (Europäisches Klimagesetz 2021). Die Ausfertigung des Klimagesetzes wird unter anderem auch explizit mit der Einhaltung der Agenda 2030 der UN begründet (Europäisches Klimagesetz 2021). Dies ist ein schönes Beispiel dafür, wie Vorgaben der nächsthöheren politischen Ebene die Ausarbeitung von Strategien mitformen. Das Gesetz bietet also die rechtlichen Vorgaben des EU Green Deal. Die konkrete Realisierung des EU Green Deal und des Europäischen Klimagesetzes findet sich im EU-Klimapaket „**Fit for 55**“ (Frenz 2023: 21f.). Der Maßnahmenkatalog beinhaltet neue Regelungen. Es werden aber auch bestehende Instrumente der EU-Klimapolitik überarbeitet und weiterentwickelt. Ein Beispiel dafür ist das **EU-Emissionshandelssystem** (EU-EHS oder ETS), also das System, das den Handel

mit CO₂-Zertifikaten regelt. Das System existiert formell seit der Veröffentlichung der entsprechenden Richtlinie im Jahr 2003 (EU-Richtlinie 2003/87/EG 2003). Das „Fit for 55“-Klimapaket umfasst weitreichende Anpassungen des Systems, die an den Zielvorgaben des Green Deal ausgerichtet sind. So sollen die Einnahmen des Zertifikathandels etwa vollständig zur Finanzierung von Klimaprojekten genutzt werden, die Grenzen der Emissionen sollen verschärft und kostenfreie Zertifikate eingeschränkt werden (EU-Pressemitteilung 14.07.2021).

Die Bundesebene

Bei den bisher vorgestellten Strategien und Maßnahmen handelt es sich nur um einen groben Überblick zu den bekannteren Ansätzen zum Umgang mit dem Klimawandel auf inter- und supranationalem Level. Da bereits erläutert wurde, dass viele dieser Vorgaben verbindlich in den Staaten umzusetzen sind, kann man erahnen, dass der Spielraum der Ausgestaltung für besagte Staaten teils recht begrenzt ist. Anhand des „Fit-for-55“-Paketes vermutet Frenz sogar, dass solche Spielräume künftig noch geringer werden könnten (Frenz 2023: 19). Dem/der aufmerksamen Leser*in wird nachfolgend auffallen, dass sich die politischen Schritte der EU-Ebene im nationalen und föderalen Rahmen im Prinzip wiederholen werden. Es wird eine längerfristige Strategie (quasi ein Fahrplan) mit Zielsetzungen ausgearbeitet. Dann werden entsprechende Gesetze auf den Weg gebracht, um die Zielvorgaben verbindlich festzuhalten. Zuletzt folgen konkrete Maßnahmen, die dann teils auf der nächstniedrigeren politischen Stufe umgesetzt werden müssen.

Die langfristige Strategie auf Bundesebene zum Umgang mit dem Klimawandel trägt den Titel „**Klimaschutzplan 2050**“ und wurde im November 2016 vom Kabinett Merkel III verabschiedet. Seine Zielvorgaben orientieren sich inhaltlich an den Vorgaben im Übereinkommen von Paris (UN) sowie den Zielen der EU. Da diese weiter oben erläutert wurden, werden sie hier nicht wiederholt. Auch dieser Plan soll ein breites Spektrum an Sektoren abdecken, darunter Energie, Gebäude, Verkehr, Industrie und Landwirtschaft (Klimaschutzplan Bund 2016: 8).

Ein bekanntes Beispiel einer Maßnahme aus diesem Plan ist die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“, besser bekannt als „Kohlekommission“. Ihre Hauptaufgabe war die Erarbeitung von Ansätzen für den Wandel der vier Braunkohlereviere in Deutschland mit dem Ziel des Ausstiegs aus dem Kohlesektor. Die Kommission empfahl bekanntlich das Jahr 2038 als Enddatum der Kohleverstromung (Kohlekommission Abschlussbericht 2019: 64). Verfolgt man die Entwicklung dieser Kommission, bemerkt man eine Art Evolution derselben. Die erste Erwähnung im Klimaschutzplan zeichnete sich durch eine eher allgemeine Ausrichtung auf regionale Entwicklung aus (Klimaschutzplan Bund 2016: 8). Bis zur Einsetzung fokussierte sich der Arbeitsbereich der Expert*innengruppe immer stärker auf den Energiesektor und dort vor allem auf die Braunkohleverstromung (Koalitionsvertrag Bund 2018: 142, Bundestag Drucksache 19/1676 2018). Mit dem

Abschlussbericht und dessen Handlungsempfehlungen endete zugleich auch die Arbeit der Kommission (BMWK-Artikel o. J.). Die Geschichte des Ausschusses zeigt letztlich schön, wie strategische Ziele und erste Vorschläge am Ende real umgesetzt werden und sich dabei verändern.

Die gesetzliche Festschreibung des Klimaschutzplans 2050 ist das **Bundes-Klimaschutzgesetz** (kurz KSG), das erstmalig 2019 ausgefertigt wurde. Es schreibt vornehmlich die Senkung des Treibhausgasausstoßes der Bundesrepublik bis 2040 um 88 Prozent vor (im Vergleich zu 1990). Dabei ist eine Anpassung dieser Klimaziele nach oben hin möglich, wenn z.B. internationale Vorgaben höher ausfallen. Eine Korrektur nach unten ist allerdings nicht möglich. Es werden vor allem folgende Sektoren in die Pflicht genommen: Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft. Für Detailregelungen sind dann jeweils die Bundesministerien zuständig (KSG 2021).

Das konkrete Programm, das die Umsetzung des Bundes-Klimaschutzgesetzes und damit des langfristigen Klimaschutzplans gewährleisten soll, heißt „**Klimaschutzprogramm 2030**“. Es wurde 2019 gemeinsam mit dem KSG vorgestellt und schildert die Maßnahmen, die in den einzelnen Sektoren (siehe oben) durchgeführt werden sollen, um die Vorgaben des Klimaschutzgesetzes zu erreichen. Vereinfacht gesagt nennt das KSG das verbindliche Ziel und das Programm zeigt den Weg dorthin auf. Zunächst verweist auch dieses Programm auf EU- und internationale Festlegungen zum Klima (Klimaschutzprogramm Bund 2019: 10–14) und verdeutlicht so den weiter oben angesprochenen engen Spielraum auf nationaler Ebene. Die vier Säulen, auf denen die Inhalte des Programms laut der Verfasser*innen fußt, setzen sich zusammen aus Impulsen zur CO₂-Reduktion via Förderung und der Festlegung eines CO₂-Preises. Hinzu kommt die Reinvestition der Einnahmen durch die Bepreisung in Projekte zum Klimaschutz oder zugunsten der Bürger*innen sowie verstärkte Regulation. Die Maßnahmen im Einzelnen beziehen sich auf die aus dem Klimaschutzplan 2050 bekannten Sektoren (Klimaschutzprogramm Bund 2019: 20–23).

Die föderale Ebene: Thüringen

Die Festlegung der aktuellen Klimaschutzmaßnahmen in Thüringen gestaltet sich tatsächlich ein wenig anders als auf Bundes- und EU-Ebene. Während bei Letzteren dem Gesetz zum Klima im Allgemeinen eine Langzeitstrategie (EU Green Deal, Klimaschutzplan 2050) vorausging, fertigte Thüringen direkt das Gesetz aus. Das **Thüringer Klimaschutzgesetz** (ThürKlimaG) trat Ende 2018 in Kraft und erschien damit sogar früher als das Bundes-Klimaschutzgesetz (2019). Ebenfalls anders als beim KSG beruft sich das ThürKlimaG in §1 Abs. 2 explizit auf die Verfassung des Freistaats Thüringen (ThürKlimaG 2018). Artikel 31 Abs. 1 der Thüringer Verfassung lautet wie folgt: „Der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen ist



Foto: Udo Pohlmann, Pixabay

Abb. 1: Klimapolitische Regelungen der EU prägen das Handeln ihrer Mitgliedstaaten.

Aufgabe des Freistaats und seiner Bewohner.“ (Verf TH 2004). Damit begründet das ThürKlimaG seine eigene Existenz mit einem Staatsziel Thüringens (ThürKlimaG 2018). Zum Vergleich: Das KSG begründet seine Existenz nicht mit dem Grundgesetz (KSG 2021), obwohl auch im Grundgesetz der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen in Artikel 20a festgeschrieben ist (GG 2022).

Das ThürKlimaG legt als wichtigstes Klimaschutzziel die Reduktion der Treibhausgasemissionen fest. Das Land soll demnach bis 2050 seine Emissionen um 80 bis 95 Prozent (gegenüber 1990) reduzieren, bereits 2030 soll eine Reduktion um 60 bis 70 Prozent erreicht sein (ThürKlimaG 2018). Ansonsten beinhaltet es Vorgaben zu den aus dem Klimaschutzplan des Bundes bereits bekannten Sektoren. Nennenswert ist auch §6, der die Ausfertigung einer **Integrierten Energie- und Klimaschutzstrategie** vorsieht (ThürKlimaG 2018). Diese Strategie wurde im Oktober 2019 kurz vor der Landtagswahl veröffentlicht. In diesem Falle folgt also die aktualisierte Strategie auf das Gesetz. Schließlich sei §11 erwähnt, der ein **Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels** festschreibt (ThürKlimaG 2018). Letzteres ist 2019 als IMPAKT II veröffentlicht worden und dient auf Thüringer Ebene als aktuelles Maßnahmenpaket für Klimawandelfolgen (IMPAKT II 2019).



Abb. 2: Der für 2038 anvisierte „Kohleausstieg“ gehört zu den bekannteren klimapolitischen Entwicklungen der letzten Jahre.

Abschließende Anmerkungen

Alle hier vorgestellten Gesetze, Strategien und Maßnahmenkataloge existieren natürlich nicht in einem Vakuum. Sie sind alle das Ergebnis langwieriger Verhandlungen oder der Weiterentwicklung bestehender Texte. Zudem sind sie auch eingebettet in ein dichtes Netz aus Gesetzen, Regelungen, Übereinkommen und Ähnlichem. Die vielen Querverweise der hier präsentierten Maßnahmen zueinander zeigen das bereits gut. Allein in Thüringen könnte man noch auf die lange Reihe an Strategien und Maßnahmenpaketen eingehen, die etwa IMPAKT II vorangegangen sind (vgl. IMPAKT 2013). Sie sind außerdem keine statischen Gebilde, sondern werden fortlaufend überarbeitet. Aktuell (Stand März 2024) befinden sich zum Beispiel Aktualisierungen des Klimaschutzgesetzes und des Klimaschutzprogramms des Bundes in der Ausfertigung (Bundesregierung Mitteilung 09.02.2024). Dieser kurze Beitrag konnte hoffentlich als kleine Orientierungshilfe im Wirrwarr der Klimaschutzverordnungen dienen.

Literaturverzeichnis

- Bundesklimaschutzgesetz (KSG). Abgerufen unter <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/> (04.03.2024)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016). Klimaschutzplan 2050. Klimapolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Abgerufen unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (04.03.2024)
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (o. J.). Lexikon der Entwicklungspolitik. Lemma „Resilienz“. Abgerufen unter <https://www.bmz.de/de/service/lexikon#lexicon=70564> (04.03.2024)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019). Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ Abschlussbericht. Abgerufen unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (04.03.2024)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o. J.). Kohleausstieg und Strukturwandel. Artikel - Regionale Wirtschafts- und Strukturpolitik. Abgerufen unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/kohleausstieg-und-strukturwandel.html> (04.03.2024)
- Bundesregierung (2019). Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Abgerufen unter <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1679914/c8724321decefc59cca0110063409b50/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf> (04.03.2024)
- Bundesregierung (2024). Klimaschutzgesetz und Klimaschutzprogramm. Ein Plan fürs Klima. Abgerufen unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/tipps-fuer-verbraucher/klimaschutzgesetz-2197410> (04.03.2024)
- Bundestag, 19. Wahlperiode (2018). Drucksache 19/1676. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Oliver Krischer, Annalena Baerbock, Lisa Badum, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN - Drucksache 19/1291. Dokumentations- und Informationssystem für Parlamentsmaterialien (DIP). Abgerufen unter <https://dserver.bundestag.de/btd/19/016/1901676.pdf> (04.03.2024)
- CDU, CSU, SPD (2018). Ein neuer Aufbruch für Europa - Eine neue Dynamik für Deutschland - Ein neuer Zusammenhalt für unser Land - Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD - 19. Legislaturperiode. Abgerufen unter https://www.bundestag.de/resource/blob/543200/9f9f21a92a618c77aa330f00ed21e308/kw49_koalition_koalitionsvertrag.pdf (04.03.2024)
- Europäische Kommission (2021). Europäischer Grüner Deal: Kommission schlägt Neuausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft in der EU vor, um Klimaziele zu erreichen. Abgerufen unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_3541 (04.03.2024)
- Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union (2003). Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates (Text von Bedeutung für den EWR). Abgerufen unter <https://eurlex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0087> (04.03.2024)
- Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union (2021). Verordnung (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 („Europäische Klimagesetz“). Abgerufen unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=FR> (04.03.2024)
- Frenz, W. (2023). Nachhaltigkeitswende durch das EU-Klimapaket “Fit for 55” nach der Klimakonferenz von Glasgow. In: Trüe, C., Scholz, L. (Hg.), The EU Green Deal and its Implementation. Nomos, Baden-Baden, 19-44.
- Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG). Abgerufen unter <https://www.gesetze-im-internet.de/gg/GG.pdf> (04.03.2024)
- Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung die Folgen des Klimawandels (ThürKlimaG). Abgerufen unter <https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/jlr-KlimaSchGTHrahmen/part/X> (04.03.2024)
- Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2013). IMPAKT - Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen. Abgerufen unter https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/000_TLUBN/Klima/Dokumente/IMPAKT/impakt_web.pdf (04.03.2024)
- Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2019). IMPAKT II - Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen. Abgerufen unter https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/Publikationen/Publikationen_TMUEN/IMPAKT_II_Broschuere_2019.pdf (04.03.2024)
- Verfassung des Freistaats Thüringen (Verf TH). Abgerufen unter <https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/jlr-VerfTHrahmen/part/X> (04.03.2024)

Kombiniertes Grün- und Freiraumkonzept mit vertieftem Stadtbaumkonzept für die Stadt Gotha – Klimaanpassung durch mehr vitales Stadtgrün

Anke Rehhausen

Hintergrund und Ziel des Konzeptes

Stadtgrün wirkt! – so lautet der Titel einer Broschüre des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR 2023). Diese zwei Worte mit Ausrufezeichen bringen die Hintergründe für das kombinierte Grün- und Freiraumkonzept mit vertieftem Stadtbaumkonzept für die Stadt Gotha beispiellos auf den Punkt.

Stadtgrün, die Grün- und Freiflächen und der Baumbestand einer Stadt, waren schon immer wichtig in der Stadtplanung. Das Stadtgrün erhält aber zu Recht durch den Klimawandel noch mehr Aufmerksamkeit. Vitales Stadtgrün, insbesondere vitale Bäume, mindern durch ihre natürliche Beschattung und Verdunstung an Sommertagen (>25 °C) und heißen Tagen (>30 °C) die Hitzebelastung in Städten. Damit trägt Stadtgrün entscheidend zum Wohlbefinden und zur Gesundheit der Stadtbevölkerung und letztendlich zur Anpassung der Städte an den Klimawandel bei.

Das Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz hat diese Notwendigkeiten ebenfalls erkannt und unterstützt mit dem Förderprogramm „Klima Invest“ kommunale Klimaschutz- und Klimafolgenanpassungsmaßnahmen, unter anderem auch das kombinierte Grün- und Freiraumkonzept mit vertieftem Stadtbaumkonzept für die Stadt Gotha. Mit dem Konzept will die Stadt Gotha ihre Grün- und Freiflächenversorgung mit einem Fokus auf Klimaanpassung weiterentwickeln und zukünftig verstärkt klimaresiliente Baumarten im Stadtgebiet einsetzen, um die Lebensqualität für die Gothaer Stadtbevölkerung langfristig zu sichern. Das Projekt läuft seit dem Sommer 2022.

In dem Projekt werden u.a. Klimadaten und Klimaprojektionsdaten für das Stadtgebiet von Gotha ausgewertet (Kap. 2), die Freiflächenversorgung von Gotha analysiert (Kap. 3), Maßnahmen und Projekte für eine bessere Grünflächenversorgung und Begrünung der Stadt entwickelt und auch der kommunale Baumbestand hinsichtlich der Klimaresilienz analysiert (Kap. 4). Über diesen Artikel hinausgehende Informationen können im entsprechenden Projektbericht erwartet werden, der voraussichtlich im Herbst 2024 zur Verfügung stehen wird.

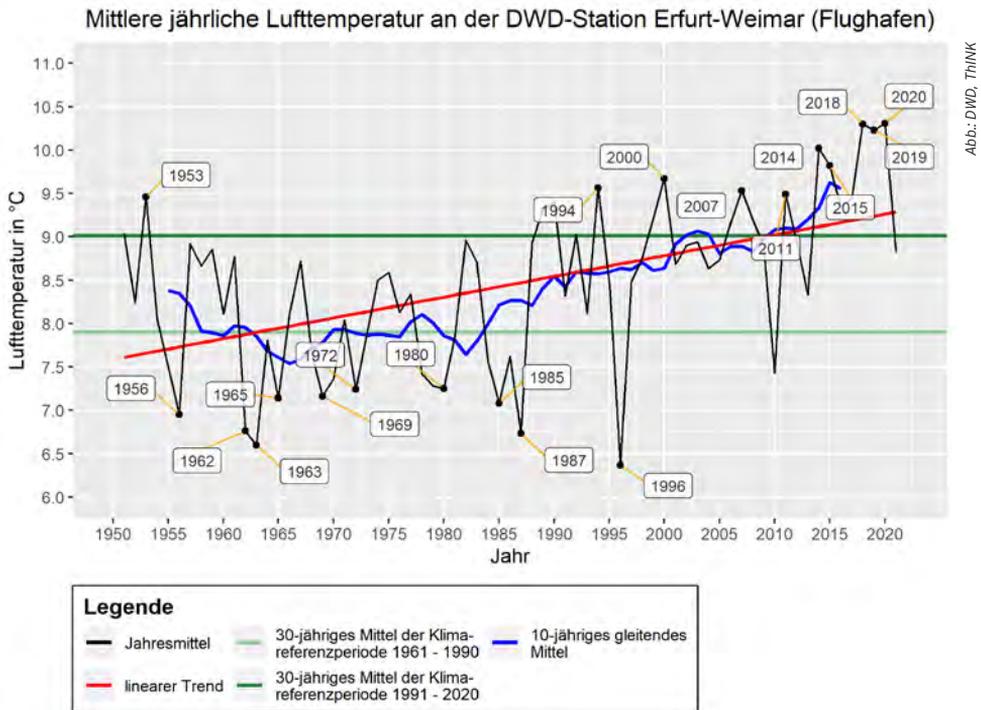


Abb. 1: **Mittlere jährliche Lufttemperatur an der DWD-Station Erfurt-Weimar (Flughafen).**
Die 10 wärmsten und kältesten Jahre sind mit den jeweiligen Jahreszahlen gekennzeichnet.

Klimawandel in Gotha

Auch in Gotha ist der Klimawandel inzwischen deutlich spürbar. Nachfolgend werden exemplarisch für die Veränderungen des Klimas die Jahresmitteltemperatur (Kap. 2.1) und die Sommer- und Heißen Tage (Kap. 2.2) gezeigt, da diese im Wesentlichen die zunehmende Wärmebelastung verdeutlichen.

Jahresmitteltemperatur

Die Jahresmitteltemperaturen sind ein wichtiger Indikator für klimatische Veränderungen. Die gemessenen Jahresmitteltemperaturen (Abb. 1) zeigen, dass seit den 1950er Jahren ein erheblicher Temperaturanstieg stattgefunden hat (linearer Trend). Das wird zusätzlich durch den Anstieg der langjährigen Mittelwerte der Klimareferenzperioden 1961-1990 und 1991-2020 verdeutlicht. In der Periode von 1961-1990 beträgt der langjährige Mittelwert noch 7,9 °C, während der langjährige Mittelwert in der Periode von 1991-2020 bereits 9 °C beträgt. Damit liegt die Temperaturerhöhung der aufeinanderfolgenden Referenzperioden an der Messstation Erfurt-Weimar (Flughafen) bei 1,1K.

Von den 10 wärmsten Jahren liegen allein 8 Jahre im Zeitraum von 2000–2020, davon nochmal 5 im Zeitraum von 2014–2020. Die kältesten Jahre sind alle vor 1996, dabei ist das Jahr 1996 mit 6,2°C im Durchschnitt das kälteste der beiden Referenzperioden. Der langjährige Mittelwert der Klimareferenzperiode von 1961 bis 1990 wurde letztmalig 2010 unterschritten.

Durch den Klimawandel ist mit einer weiteren Zunahme der mittleren jährlichen Lufttemperatur zu rechnen. Dabei wird die mittlere jährliche Lufttemperatur weiterhin schwanken. Die Klimamodelle zeigen, dass bei einem schwachen Klimawandel (RCP2.6) bis 2100 mit einem Temperaturanstieg von 1,5 K im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971–2000) auf 10°C in Gotha zu rechnen ist. Bei einem starken Klimawandel (RCP8.5) werden 10,5°C mittlere jährliche Lufttemperatur bereits bis 2060 erreicht. Bis 2100 wäre mit einem Temperaturanstieg um 4,5 K im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971–2000) auf bis zu 13°C mittlere jährliche Lufttemperatur zu rechnen.

Sommertage und Heiße Tage

Sommertage und Heiße Tage werden über die maximale Lufttemperatur gemessen. Sommertage sind Tage, an denen die Tageshöchsttemperatur mindestens 25°C beträgt. Die Heißen Tage (Hitzetage) sind eine Teilmenge der Sommertage, an denen

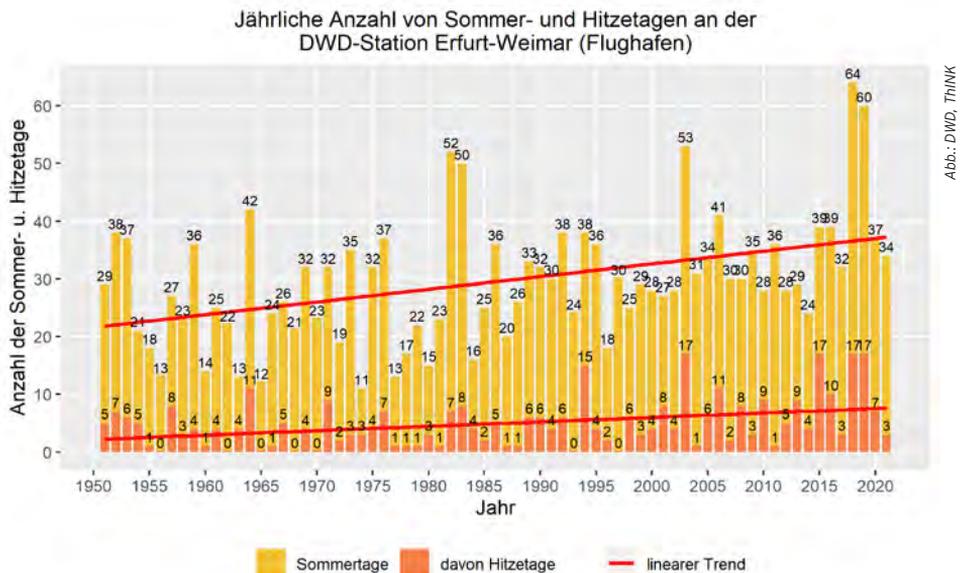


Abb. 2: **Jährliche Anzahl von Sommertagen und Heißen Tagen an der DWD-Station Erfurt-Weimar (Flughafen).**

die Tageshöchsttemperatur 30 °C erreicht oder übersteigt. Diese Tage sind besonders belastend für hitzeempfindliche Bevölkerungsgruppen (z.B. Menschen über 65 Jahre, pflegebedürftige Menschen und Kinder unter 6 Jahren).

Abbildung 2 zeigt einen klaren steigenden Trend bei der Anzahl der Sommertage und der Heißen Tage. Seit 1994 häufen sich die Jahre, in denen 10 oder mehr Heiße Tage im Jahr gemessen werden. Fünf Jahre stechen mit 50 und mehr Sommertagen besonders heraus: 1982 mit 52 Sommertagen, 1983 mit 50 Sommertagen, 2003 mit 53 Sommertagen, 2018 mit 64 Sommertagen und 2019 mit 60 Sommertagen. Bei den Heißen Tagen stechen die Jahre 2003, 2015, 2018 und 2019 mit jeweils 17 Heißen Tagen deutlich hervor.

Durch den Klimawandel ist mit einer Zunahme der Sommertage und Heißen Tage (Hitzetage) zu rechnen. Dabei wird die jährliche Anzahl von Sommertagen und Heißen Tagen weiterhin stark schwanken. Die Klimamodelle zeigen, dass bei einem schwachen Klimawandel (RCP2.6) bis 2100 eine Zunahme im 30-jährigen Mittel auf bis zu 40-45 Sommertage zu erwarten ist; bei einem starken Klimawandel (RCP8.5) ist mit einer Zunahme auf 80-85 Sommertage zu rechnen. Für die Hitzetage zeigen die Klimamodelle, dass bei einem schwachen Klimawandel (RCP2.6) bis 2100 eine Zunahme im 30-jährigen Mittel auf bis zu 7-8 Hitzetage zu erwarten ist; bei einem starken Klimawandel (RCP8.5) ist mit einer Zunahme auf 25-30 Tage zu rechnen. Dann wären Sommer wie 2003, 2018 und 2019 normal.

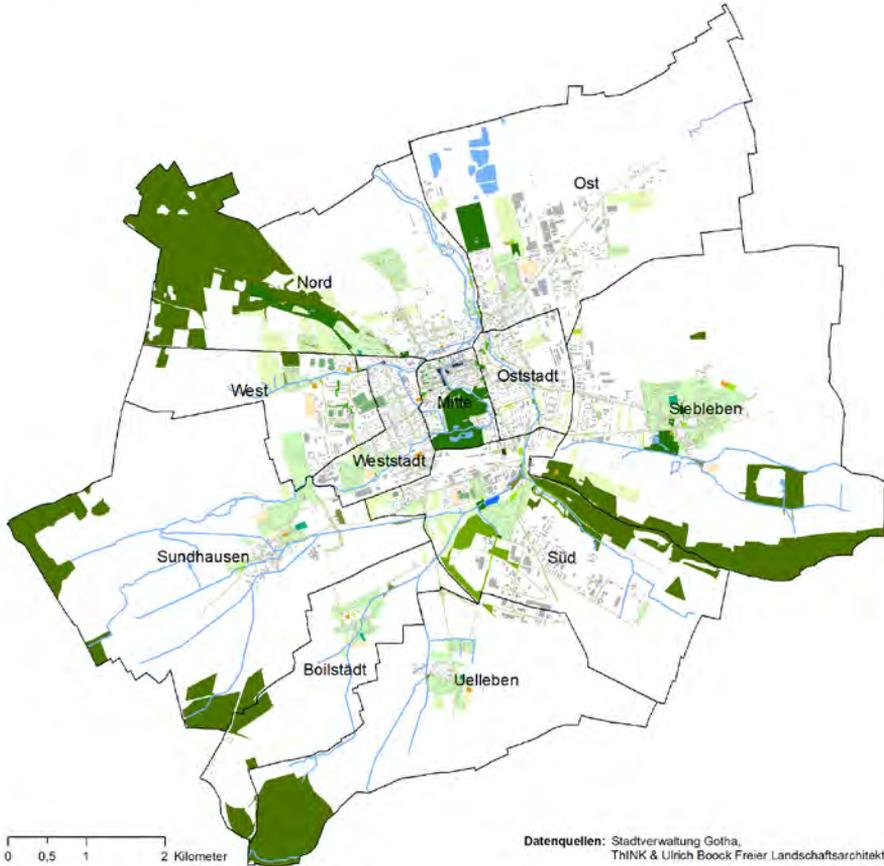
Freiflächenversorgung in Gotha

Abbildung 3 zeigt, dass Gotha über zahlreiche öffentliche und halböffentliche Grünanlagen und städtische Plätze, Straßengrün sowie Waldflächen verfügt. Außerdem gibt es Flächen der privaten Feierabenderholung: Einfamilienhaussiedlungen, Kleingartenanlagen und Hundefreilaufflächen.

Für die Analyse der Freiflächenversorgung (Abb. 4) wurden mit einem GIS (Geographisches Informationssystem) aus den Grünflächen von Gotha die frei zugänglichen Grünflächen und Stadtplätze herausselektiert, da nur frei zugängliche Grünflächen für die Bevölkerung als Klimaoasen an Heißen Tagen nutzbar sind. Die selektierten Flächen wurden mit einem Einzugsbereich von 200m versehen. Der 200m-Einzugsbereich wurde im Wesentlichen aus drei Gründen gewählt:

1. Der Aktionsradius von hitzeempfindlichen Bevölkerungsgruppen, also insbesondere Personen über 65 Jahre (ggf. mit Mobilitätseinschränkungen) und Kindern bis 6 Jahre, liegt im Bereich von 100-400m (Zimmermann 2014).
2. Je nach Gebäudebestand und Durchlüftungsmöglichkeiten zeigen Kaltluftmodelle, dass die Abkühlungseffekte von Grünflächen bis zu 200-400m reichen (Becker 2023).

Gothas Grünflächen



Legende

Öffentliche und halböffentliche Grünanlagen

- Historische Park- oder Grünanlage
- Parkanlage
- gestaltete Grünflächen
- öffentliche Grünflächen
- halböffentliche Grünflächen
- naturnahe Grünfläche
- Friedhof
- Städtischer Platz
- Spielplätze und Bolzplätze
- Sportanlagen des Vereissport
- Straßengrün

Grünflächen mit Eintritt

- Tierpark (Eintritt > 5 €)
- Freibad (Eintritt < 5 €)

Waldflächen

- Waldflächen > 2 ha

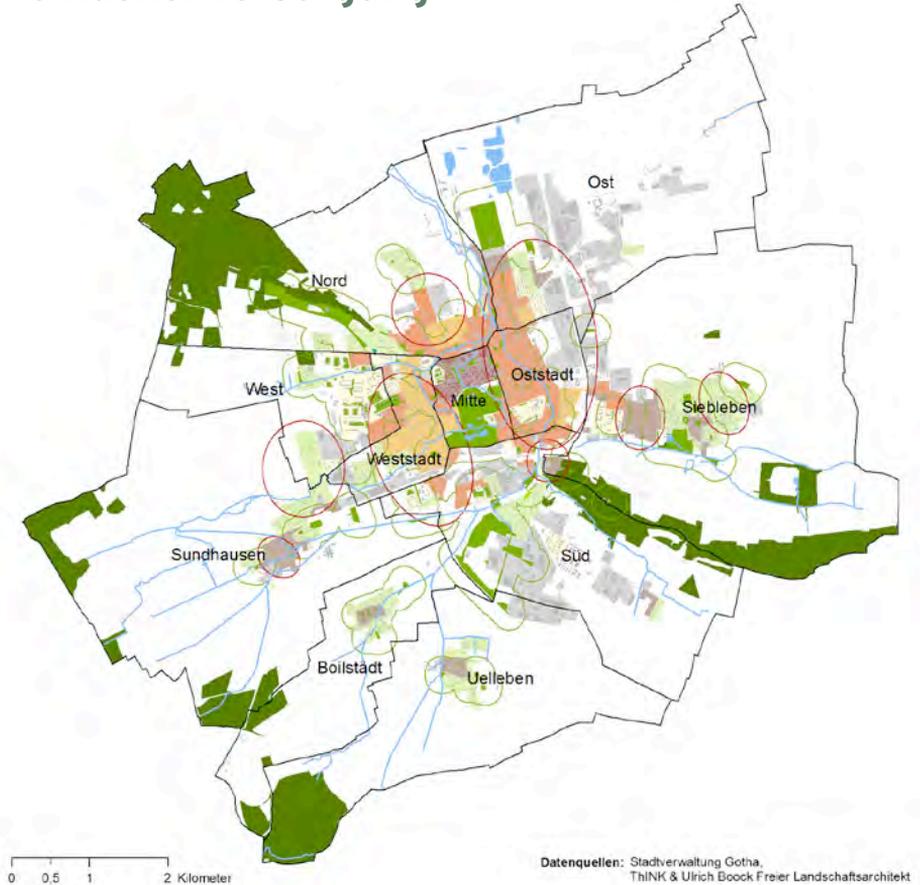
Flächen der priv. Feierabenderholung

- Einfamilienhaussiedlung
- Kleingartenanlagen
- Hundefreilaufflächen

Abb. 3: Gothas Grünflächen.

Abb.: THINK

Freiflächenversorgung



Legende

Öffentliche und halböffentliche Freiflächen

- Frei zugängliche Grünflächen und Stadtplätze
- 200m-Einzugsbereich wohnungnahe Freiflächen

Waldflächen

- Waldflächen > 2 ha

Defizitäre Bereiche

- Handlungsbereich wohnungnahe öffentliche Grünanlagen 200m

Stadtstruktur nach ISEK 2030

- Historische Altstadt
- Innerstädtisch gemischte Gebiete
- Gründerzeitlich geprägte Gebiete
- Geschosswohnungsbau
- Einfamilienhaussiedlung
- Ländlich gemischte Gebiete
- Gewerbe

Abb. 4: Freiflächenversorgung in Gotha und defizitäre Bereiche.

Abb.: ThINK

3. Die 3-30-300 Regel für grünere, gesündere und resilientere Städte des Nature Based Solution Institute (2021) besagt, dass jeder von seinem Zuhause oder dem Arbeitsplatz aus 3 ausgewachsene Bäume sehen können sollte, 30 % der Nachbarschaft durch Baumkronen bedeckt sein sollten und sich die nächstgelegene qualitativ hochwertige öffentliche Grünfläche in max. 300m Entfernung befinden sollte.

Dabei ist bei einem mit GIS ermittelten 200m-Luftlinie-Einzugsbereich je nach bestehenden Wegeverbindungen mit einem tatsächlichen Laufweg von bis zu 300m zu rechnen.

Die Analyse (Abb. 4) zeigt, dass Gotha bereits gut mit frei zugänglichen Grünflächen und Stadtplätzen versorgt ist, jedoch noch defizitäre Bereiche bestehen. Insbesondere die Oststadt und Weststadt sind im Vergleich zu den anderen Stadtteilen unterversorgt. Weitere Lücken in der Freiflächenversorgung bestehen in Sundhausen, Siebleben und im Stadtteil Nord, wobei der Handlungsdruck am Stadtrand und den Einfamilienhaussiedlungen nicht so groß ist wie im Stadtinneren. Durch den Übergang zur freien Landschaft und die eher lockere Bebauung in Einfamilienhaussiedlungen ist die Hitzebelastung an Sommertagen und heißen Tagen nicht ganz so groß wie im Stadtinneren mit einer dichteren Bebauung.

Im weiteren Projektverlauf sollen Potenzialflächen ermittelt werden, welche die vorhandenen Lücken in der Freiflächenversorgung schließen könnten.

Gothas Stadtbäume und der Klimawandel

Manche Bäume im Stadtgebiet von Gotha zeigen bereits Hitzeschäden. Für die Klimaanpassung des Baumbestandes ist es wichtig, Bestandsbäume möglichst zu erhalten und ihre Standortbedingungen (insb. die Wasserversorgung) zu verbessern, da Jungbäume die Funktionen von Altbäumen nicht unmittelbar ersetzen können. Außerdem sollte die Biodiversität unter den Stadtbäumen im Stadtgebiet erhöht werden, um bei Ausfallerscheinungen einzelner Baumarten die Funktionsverluste im Gesamtraum in Grenzen zu halten.

Die Baumartenzusammensetzung laut kommunalen Baumkataster wurde hinsichtlich der Biodiversität und der Klimaresilienz der Baumarten anhand der Klima-Arten-Matrix (KLAM) nach Roloff (2021) analysiert. Im Vergleich zu anderen analysierten mitteldeutschen Städten ist die Biodiversität der Gothaer Stadtbäume vergleichsweise gut. Der größte Anteil der Bestandsbäume in Gotha ist laut KLAM gut bis sehr gut geeignet. 3.111 Bäume sind geeignet, aber z.T. problematisch oder nur sehr eingeschränkt geeignet. Bei trockenheitsbedingten Ausfällen wären statt dieser Baumarten klimaresilientere Baumarten vorzusehen. Außerdem wurden die Standortfaktoren für Bäume (pflanzenverfügbares Bodenwasser, mögliche Grundwasseranbindung, Versiegelung, Hitzestress, Verkehrsbelastung und Streusalzbelastung) im Stadtgebiet analysiert.

Aufbauend auf den Analysen werden für die 11 Stadt- und Ortsteile von Gotha Baumartenempfehlungen entwickelt. Dabei wird in Baumartenempfehlungen für den Straßenraum, für sonstige Standorte und zur Erprobung an geeigneten Standorten unterschieden.

Ausblick

Derzeit werden die Maßnahmen und mögliche Potenzialflächen für das Grün- und Freiraumkonzept erarbeitet. Dabei werden auch Begrünungsmöglichkeiten für 15 Modellstraßen im Stadtgebiet betrachtet, drei Entwicklungskonzepte für drei ausgewählte Projekte erarbeitet und Begrünungsmöglichkeiten für drei Modellquartiere ausgearbeitet.

Das Projekt soll bis Herbst 2024 abgeschlossen sein und durch den Stadtrat der Stadt Gotha beschlossen werden. Auch eine Selbstverpflichtungserklärung der Stadt Gotha zum Baumschutz, die im Rahmen des Projektes erarbeitet wird, soll durch den Stadtrat der Stadt Gotha beschlossen werden. Anschließend beabsichtigt die Stadt Gotha mit Hilfe von unterschiedlichen Fördergeldern, die Maßnahmen des Konzeptes umzusetzen.

Literaturverzeichnis

- BBSR - Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hg., 2023). Stadtgrün wirkt! Aspekte der Pflanzenauswahl für eine leistungsfähige Vegetation für Klimaanpassung und Klimaschutz in der Stadt. Abgerufen unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/stadtgruen-wirkt-dl.pdf;jsessionid=9B1D37DF6BD53838ED3A12E6B1BED896.live21303?__blob=publicationFile&v=2 (03.01.2024)
- Becker, C. (2023). Wie kommen der politische Anspruch und die Notwendigkeit der Klimaanpassung in die konkrete Planung? Grundlagen, Strategien, Rahmenkonzepte und weitere planerische Stellschrauben. Best of Klimaanpassung. Fortbildungsveranstaltung des Bund Deutscher Landschaftsarchitekt:innen am 8.12.2023.
- Nature Based Solution Institute (2021). Introducing the 3-30-300 rule for urban forestry and greener cities: from concept to action. Abgerufen unter: <https://nbsi.eu/wp-content/uploads/2021/12/NBSI-3-30-300-Program.pdf> (04.01.2024)
- Roloff, A. (Hg., 2021). Trockenstress bei Bäumen: Ursachen, Strategien, Praxis. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim, 288 S.
- Zimmermann, A. (2014). Landschaft planen. Dimensionen, Elemente, Typologien. Birkhäuser, Basel, 384 S.

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) im UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen

Nancy Schröter, Mauro Alivernini, Sylvia Reyer-Rohde, Kerstin Fohlert, Stephan Brauner

Von 2021 bis 2023 arbeiteten unter Federführung der Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz alle acht deutschen UNESCO Global Geoparks gemeinsam mit der Deutschen UNESCO-Kommission daran, die 17 Ziele der Agenda 2030 (die SDGs - Sustainable Development Goals) durch Bildungsangebote auf lokaler Ebene begreifbar zu machen. Das Projekt wurde finanziert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt im Rahmen der Ausschreibung „Die große Transformation: Nachhaltigkeitsdilemmata und Umgang mit Unsicherheiten“. Im Fokus der Ausschreibung standen insbesondere Zielkonflikte, die sich bei der Umsetzung von Unterzielen einzelner SDGs ergeben (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien vs. Naturschutz). Im Rahmen des Projektes wurde die Rolle der UNESCO Global Geoparks als Multiplikatoren für Bildung für nachhaltige Entwicklung maßgeblich gestärkt (Franzen 2022/2023). „Zentrales Alleinstellungsmerkmal der UNESCO Global Geoparks in Bezug auf BNE ist u. a. ihr holistischer Blick auf das System Erde und das Past-Present-Future Prinzip: Durch den Blick in die Erdgeschichte lernen Teilnehmende etwas über die Vergangenheit und können mit Methoden der BNE Ideen entwickeln, um die Zukunft gemeinsam zu gestalten und ihre eigene Rolle bei der Gestaltung der dringend notwendigen sozial ökologischen Transformation zu finden“ (Franzen 2022/2023: 68). Unter anderem entwickelte jeder Geopark im Projektzeitraum ein spezifisches BNE-Angebot mit einem Nachhaltigkeitsdilemma, erprobte es in der Praxis im Geopark und evaluierte dieses auch anhand einer im Projekt erarbeiteten BNE-Handreichung.

Der UNESCO Global Geopark (UGGp) Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen entwickelte ein mehrtägiges BNE-Angebot: „Wald- und Wasserwoche in Ruhla - Wasser im Takt der Zeit“. Eines der drei Schwerpunkt-SDGs im UGGp Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen ist das SDG 6 „Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen“, da es viele wasserbezogene Geotope sowie Quellen im Geopark-Gebiet gibt und sich einige GeoRouten diesem Thema widmen. Das Jahr 2023 wurde von der Geopark-Mitgliedsgemeinschaft Stadt Ruhla als das Jahr des Wassers ausgerufen. Gleichzeitig wurden im selben Jahr ein Geopark-Projekt, welches sich mit den Quellen rund um Ruhla befasst, und ein studentisches Projekt zu dieser Thematik gestartet. Darü-



Foto: Kerstin Föllert

Abb. 1: Die Kinder erkunden mit Hammer und Bohrstock den Waldboden an der GeoRoute 10 in Ruhla.

ber hinaus bietet der Naturerlebnispfad „Am Breitenberg“ (GeoRoute 10) mit dem Grünen Klassenzimmer einen optimalen Erfahrungsraum für das Thema. Ruhla als Ausführungsort bot sich für die Erstumsetzung dieses BNE-Angebots also optimal an, zumal auch das Baumsterben und das Versiegen von Quellen dort allgegenwärtig sind. Das BNE-Angebot widmet sich an vier Projekttagen mit jeweils vier Stunden dem Thema Wasser im Wald mit seinen vielfältigen Wechselbeziehungen. Im Vordergrund stehen folgende Fragen: Wie beeinflusst der Wald das Wasser und wie beeinflusst das Wasser den Wald? Welche Konflikte können zwischen Holz- und Wassernutzung entstehen, welche Folgen für die Gesellschaft hat das und wie können diese gelöst werden? Hierbei wird der Nachhaltigkeitskonflikt zwischen SDG 6 (Trinkwasserversorgung) und SDG 7 (erneuerbare Energieerzeugung aus Holz) aufgegriffen. Aus diesen Fragestellungen ergeben sich Unterthemen, welche besprochen werden: Waldumbau, Wasserspeicherkapazität von Waldböden, die aktuelle hydrogeologische Situation (Grundwasserleiter, Waldquellen), die Bedeutung der lokalen Forstwirtschaft sowie die Herausforderungen des Klimawandels mit zunehmender Trockenheit.

Das kostenfreie Angebot wurde in Zusammenarbeit mit der Stadt Ruhla und dem AWO-Jugendclub „Freetime“ Ruhla als Ferienprogramm entwickelt. Die Kinder ex-



Abb. 2: Die Teilnehmer untersuchen verschiedene Wasserproben in der Nähe des Ruhlaer Waldbades.

perimentieren mit Wasser, Holz und Waldboden, erfahren spielerisch neues Wissen und treffen örtliche Experten. Sie sollen an den vier Projekttagen erfahren, welche einfachen Dinge jedes Kind alltäglich tun kann, um die wertvollen Ressourcen Wasser und Holz bedacht zu nutzen, damit wir diese zukünftig erhalten können. Zum Abschluss der Woche pflanzt jedes Kind seinen Zukunftsbaum an der GeoRoute 10 und übernimmt hierüber die Patenschaft (Schröter & Alivernini 2023).

Drei von vier Projekttagen wurden bereits in den Sommerferien 2023 umgesetzt. Vom 10.-12. Juli 2023 widmeten sich die Jugendlichen dem Thema Wasser und Wald mit ihren vielfältigen Wechselbeziehungen am Naturerlebnispfad „Am Breitenberg“ (die GeoRoute 10 des Geoparks) in dem dortigen Grünen Klassenzimmer. Angeleitet wurden die Kinder von den Mitarbeiterinnen des Geopark-Managementbüros (e.t.a. Sachverständigenbüro Reyer), Kerstin Fohlerlert und Nancy Schröter, sowie dem geotouristischen Mitarbeiter der Stadt Ruhla und Gästeführer der Tropfsteinhöhle Kittelsthal, Jonathan Harjes. Insgesamt entschieden sich zehn interessierte Kinder aus Ruhla der Klassenstufen 6-8 aus Gymnasium und Regelschule für dieses Ferienangebot und waren gemeinsam mit der Jugendclub-Leiterin Silvia Gürtler eifrig und interessiert bei der Sache.



Abb. 3: Für Ihre Teilnahme an der BNE-Projekt-woche erhielten die Kinder des AWO-Jugendclubs „Freetime“ in Ruhla eine Urkunde.

Am Montag erkundeten die Kinder mit Hammer und Lupe den am Breitenberg anstehenden Glimmerschiefer und untersuchten mit dem Bohrstock den sich darauf entwickelnden Waldboden (Abb. 1). An einem alten Meiler-Platz fanden die Kinder sogar Holzkohle-Reste. Außerdem baute jedes Kind seinen eigenen Wasserfilter und beobachtete, wie die Filtration im Boden mit unterschiedlichen Materialien abläuft und wieviel Wasser ein Boden aufnehmen kann. Der Dienstag stand ganz im Zeichen des Wassers. Die Kinder lernten spielerisch den Wasserkreislauf der Erde kennen und entnahmen an verschiedenen Stellen in Ruhla Wasserproben, welche im Anschluss auf pH-Wert und Leitfähigkeit getestet wurden (Abb. 2). Einer der örtlichen Bademeister des Ruhlaer Waldbades, Hans-Joachim Ziegler, erklärte den Zu- und Ablauf sowie die Reinigung des Schwimmbad-Wassers, welches vom örtlichen Bergbach gespeist wird. Am Mittwoch erhielten die Kinder einen Einblick in die Arbeit der Förster: Der Revierförster des Breitenberges, Steffen Schmuck, erläuterte den Waldumbau und die aktuellen Herausforderungen des Klimawandels für den Wald. Die Kinder erkannten, dass Holz ein wichtiger erneuerbarer einheimischer Rohstoff ist und lernten außerdem alle wichtigen Arbeitsgeräte des Försters kennen und konnten diese zum Teil selbst ausprobieren. Bei den Waldspielen ging es darum, sich in Kraft und Geschicklichkeit zu beweisen. Am Nachmittag wurde

die zweitägige Hausaufgabe ausgewertet: Jedes Kind sollte den Wasserverbrauch anhand der Wasseruhr messen und protokollieren. Gemeinsam wurde erarbeitet, für welche Aktivitäten täglich Wasser verbraucht wird und wie jeder Einzelne den Bedarf reduzieren kann. Zum Abschluss erhielten alle Kinder eine Urkunde und einen Geopark-Button und freuten sich auf den letzten Projekttag mit der Baumpflanzaktion (Abb. 3).

Dieses erfolgreich durchgeführte BNE-Angebot war ein wesentliches Kriterium für die Verleihung der „Nationalen Auszeichnung - Bildung für nachhaltige Entwicklung“ an den UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen, die am 8.11.2023 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und von der Deutschen UNESCO-Kommission vergeben wurde. Die Leiterin des Referats Bildung in Regionen, Bildung für nachhaltige Entwicklung im Bundesministerium für Bildung und Forschung, Frau Dr. Andrea Ruyter-Petznek, und der Vizepräsident der Deutschen UNESCO-Kommission, Herr Prof. Dr. Christoph Wulf, zeichneten 29 Akteurinnen und Akteure für ihr herausragendes Engagement aus. Die ausgezeichneten Initiativen erreichen Menschen mit innovativen Bildungsangeboten, Inhalten und Ideen und befähigen Lernende, aktiv und verantwortungsvoll an der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft mitzuwirken. Fast alle deutschen UNESCO Global Geoparks erhielten zur Preisverleihung gemeinsam die „Nationale Auszeichnung - Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (Abb. 4). Der UNESCO Global Geopark

Abb. 4: Verleihung der „Nationalen Auszeichnung - Bildung für nachhaltige Entwicklung“ an die deutschen UNESCO Global Geoparks am 08.11.2023 in Schwerin.



Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen überzeugte die Jury durch ein beispielhaftes Engagement für BNE und einen besonderen Einsatz für die globalen Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen.

Die „Nationale Auszeichnung - Bildung für nachhaltige Entwicklung“ würdigt Organisationen, Netzwerke und Kommunen, die sich im Rahmen des UNESCO-Programms BNE 2030 für eine lebenswerte, nachhaltige Gestaltung unserer Gesellschaft einsetzen. BNE 2030 steht für „Bildung für nachhaltige Entwicklung: die globalen Nachhaltigkeitsziele verwirklichen“. Nachhaltige Entwicklung heißt, Menschenwürde und Chancengerechtigkeit für alle in einer intakten Umwelt sicherzustellen. Bildung ist für eine nachhaltige Entwicklung zentral. Sie versetzt Menschen in die Lage, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen und abzuschätzen, wie sich eigene Handlungen auf künftige Generationen oder das Leben in anderen Weltregionen auswirken. In der Agenda 2030 der Vereinten Nationen ist die Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung als Ziel für die Weltgemeinschaft festgeschrieben. Das 2020 gestartete UNESCO-Programm BNE 2030 zielt darauf ab, die strukturelle Verankerung von BNE im gesamten Bildungssystem voranzubringen. In Deutschland wird BNE auf der Grundlage des Nationalen Aktionsplans Bildung für nachhaltige Entwicklung umgesetzt.

Das entwickelte BNE-Angebot im UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen soll 2024 wieder durchgeführt, mittelfristig ausgebaut und an weiteren Orten im Geopark mit verschiedenen Kooperationspartnern angeboten werden.

Literaturverzeichnis

- Franzen, M. (2022/2023). Kann ein Gestein politisch sein? Bildung für nachhaltige Entwicklung in den acht deutschen UNESCO Global Geoparks (be-)greifbar machen. In: Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz (Hg.), Nah dran sein - Mitteilungen aus der Naturschutzakademie, 32. Jahrgang 2022/2023 (Heft 1), Schneverdingen, 67 - 74.
- Schröter, N., Alivernini, M. (2023). Template BNE-Angebot UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg - Drei Gleichen. BNE-Handreichung zur Erstellung und Evaluation von BNE-Bildungsangeboten in deutschen UNESCO Global Geoparks (unveröffentlicht).

Impressum

Dieser Band erscheint als Begleitpublikation zur Ausstellung

S.O.S. Grünes Herz. Unsere Natur im Wandel

Friedenstein Stiftung Gotha

Herzogliches Museum

28. April bis 27. Oktober 2024

Katalog

HERAUSGEBER

Josephine Franke, Christian Göcke und Paula Jakob für die Friedenstein Stiftung Gotha

REDAKTION

Josephine Franke, Christian Göcke und Paula Jakob

AUTOREN

Mauro Alivernini (UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg-Drei Gleichen)

Manuela Bärwolff (Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, TLLLR)

Ronald Bellstedt (Naturschutzbund Gotha, NABU)

Stephan Brauner (UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg-Drei Gleichen)

Kerstin Fohlert (UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg-Drei Gleichen)

Josephine Franke (Friedenstein Stiftung Gotha, FSG)

Christian Göcke (Friedenstein Stiftung Gotha, FSG)

Paula Jakob (Friedenstein Stiftung Gotha, FSG)

Marcus Orlamünder (Naturschutzbund Thüringen, NABU)

Markus Port (Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland, BUND)

Ingolf Profft (ThüringenForst AöR, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha)

Anke Rehhausen (ThINK-Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz)

Sylvia Reyer-Rohde (UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg-Drei Gleichen)

Nancy Schröter (UNESCO Global Geopark Thüringen Inselsberg-Drei Gleichen)

Timo Trümper (Friedenstein Stiftung Gotha, FSG)

LEKTORAT

Ulrike Eydinger, Josephine Franke, Christian Göcke, Tom Hübner, Paula Jakob, Michał Maliczowski,

Agnes Strehlau, Judith Tralles

GESAMTHERSTELLUNG

Druckmedienzentrum Gotha Betriebs GmbH

Der Katalog wurde auf Papier aus nachhaltiger Waldwirtschaft gedruckt.

ISBN: 978-3-940998-53-8

Ausstellung

GEFÖRDERT DURCH

Die Beauftragung der Bundesregierung für Kultur und Medien im Rahmen des Projektes *Open Friedenstein!*

STIFTUNGSDIREKTION

Tobias Pfeifer-Helke

VERWALTUNG

Veronika Otto

PROJEKTLEITUNG UND KONZEPTION

Josephine Franke, Christian Göcke und Paula Jakob

AUSSTELLUNGSGESTALTUNG

PAPENFUSS | Atelier, Weimar

FORSCHUNG UND RECHERCHEN

Ulrike Eydinger, Andreas Fiedler, Josephine Franke, Christian Göcke, Sonja Grulke, Tom Hübner, Paula Jakob, Michał Maliczowski, Peter Mildner, Maria Schulz, Agnes Strehlau, Judith Tralles, Timo Trümper, Uta Wallenstein

KLIMASCHUTZPROJEKTE THÜRINGEN

BürgerEnergie Thüringen e.V.

Solidarische Landwirtschaft *Gemüsewerkstatt Grünschnabel* GbR Cobstädt

ThiNK - Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz

ThüringenForst AöR, Forstliches Forst- und Kompetenzzentrum Gotha

KÜNSTLERISCHE INTERVENTION

Kurator*innen: Sonja Grulke, Timo Trümper

Künstler*innen: Enrico Freitag, Ines Kley, Künstlergruppe Quatre Caps, Valencia, Thomas Lindner, Max Roßner, Simon Surjasentana, Petra Töppe

Die künstlerische Intervention ist ein Kooperationsprojekt mit der Weimarer Mal- und Zeichenschule e.V.

FACHLICHE UNTERSTÜTZUNG

Reinhard Guthke (Bürgerenergie Thüringen e.V.)

Sebastian König, Markus Port (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland BUND)

Julia Günzel (Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft e.V.)

Lutz Ehardt, Gotha

Wolfgang Hock, Neudietendorf

Manfred Großmann, Lisa Mäder, Michaela Heinemann (Nationalpark Hainich)

Naturkundemuseum Erfurt

Ronald Bellstedt, Jürgen Ehrhardt, Marcus Orlamünder, Silvester Tamás (Naturschutzbund NABU)

Oscar am Freitag

Pollmeier Massivholz GmbH & Co. KG

Sonja Keller, Alexandra Seidenstücker (Solidarische Landwirtschaft *Gemüsewerkstatt Grünschnabel* GbR)

Jens Scheffler (Stiftung Thüringer Schlösser und Gärten)

Corinna Geißler, Marion Mundhenk, Ingolf Profft, Katja Schwachheim (ThüringenForst AöR, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha)

ThiNK - Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz

Katrin Vogel, Susann Knoth (Wildkatzenhof Hütscheroda)

Klaus Bogon, Sontra

HAUSTECHNIK/AUSSTELLUNGSaufbau

Stefan Dittmayer, Oliver Friedmann, Matthias Kauk, Christian Kämpfel, Michael Thews, René Winter, Ronny Wolf

IT

Hans-Robert Fischer, Hagen Lencer, Christoph Wallenstein

KONSERVATORISCHE BETREUUNG, RESTAURIERUNG UND OBJEKTEINRICHTUNG

Susann Böhm, Andreas Fiedler, Rebekka Haschke, Thomas Huck, Peter Mildner, Gunter Rothe

OBJEKTTRANSPORT / LEIHVERKEHR / SEKRETARIAT

Christiane Backhaus, Susanne Fischer, Marit Heinig, Renate Magerl

PRESSE

Susanne Finne-Hörr, Anne Kaestner

MARKETING UND VERANSTALTUNGEN

Janine Böhm, Susanne Brumme, Annika Falk, Annekathrin Härter, Ines Kley, Mariana Musii, Luise Reiber, Dorothee Schmidt

VERMITTLUNG

Julia Boswank, Josephine Doege, Heike Faber-Günther, Josephine Franke, Cornelia Heinz, Paula Jakob, Solveig Negelen, Britta Reimann, Maria Schulz, Simon Steinecke

SPONSORING / UNTERSTÜTZUNG

Museumslöwen e.V.

Freundeskreis Kunstsammlungen Schloss Friedenstein Gotha e.V.





Das Weiße Waldvöglein
(*Cephalanthera damasonium*).
Eine typische Orchidee
im Thüringer Wald.



Rotmilan (Foto: Wolfgang Hock)

Hitzetage, Waldbrände und Überschwemmungen - die Zeichen des Wandels sind allgegenwärtig. Immer mehr Menschen engagieren sich, wollen ihre Gewohnheiten anpassen. Nur wie?

Die Sonderausstellung der Friedenstein Stiftung Gotha „S.O.S. Grünes Herz. Unsere Natur im Wandel“ setzt sich mit diesen Problemen auseinander und behandelt ein globales Thema auf lokaler Ebene. Sie nimmt dabei auch gesellschaftspolitische Themen in den Blick und lädt die Besucher*innen auf eine Reise durch die Veränderungen unserer heimischen Landschaften und Ökosysteme ein. Natur- und Artenschutz werden als wichtige Instrumente diskutiert, aber auch die Grenzen dieser Maßnahmen beleuchtet.

Diese Begleitpublikation vertieft und erweitert allgemeinverständlich verschiedene Themen der Sonderausstellung und rückt Biodiversität, Landschaften und die Natur von morgen in den Mittelpunkt - und sie stellt die Frage, was „Natur“ eigentlich ist.



Die Beauftragte der Bundesregierung
für Kultur und Medien

Thüringen
-entdecken.de 