

Thüringer Landesanstalt
für Umwelt und Geologie



*Schriftenreihe
der TLUG*



Naturschutz im Wandel

Ministerium für Landwirtschaft,
Forsten, Umwelt und Naturschutz

FREISTAAT
THÜRINGEN 

Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) Jena zur Verfügung gestellt.

Sie darf weder von Parteien noch Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf diese Veröffentlichung nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesanstalt zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den Parteien ist es gestattet, die Veröffentlichung zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Impressum

Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 94

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Göschwitzer Straße 41, 07745 Jena
Tel.: 03641/6840
E-Mail: Poststelle@TLUG.Thueringen.de
Internet: <http://www.tlug-jena.de>

Redaktion: O. Bellstedt
Titelbild: Kulturlandschaft Geba
Foto: BR Rhön, K.-F. Abe

Jena, im September 2011

Klimawandel im Offenland und Wald

Herbert Michel, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena

Nico Frischbier, Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, Gotha

Der Bericht von Herrn Michel ist als PDF-Download auf den Internetseiten der TLUG unter der Rubrik „Veranstaltungsmaterialien“ abrufbar.

Klimawandel in Wald und Forstwirtschaft

Nico Frischbier

Herr Frischbier war zwischen 2007 und 2009 Referent im Sachgebiet *Klimaschutz und Klimafolgen* im Referat *ökologischer Waldbau der Abteilung 2 Waldbau, Waldnaturschutz, Wildbewirtschaftung und Fischerei* an der TLWJF und ist seit 2010 wissenschaftlicher Bearbeiter im INTERREG IVB-Projekt HABIT-CHANGE.

Zusammenfassung

Im Beitrag wird umrissen, warum der Sektor Wald und Forstwirtschaft im besonderen Maße vom Klimawandel betroffen ist. Nach einigen Beispielen zur Verwundbarkeit des Waldes und spezieller Baumarten in ihm werden die bisherigen Arbeiten der Thüringer Landesforstverwaltung zum Themenkomplex vorgestellt. Das Spektrum dieser Arbeiten umfasst die forstspezifische Aufbereitung von Klimainformationen, detaillierte Risikoanalysen, flächendeckende Empfehlungen angepasster Baumarten und passender Waldbewirtschaftungen. Es folgen Anmerkungen zum Waldnaturschutz und ein Ausblick.

Einleitung

Der globale anthropogene Klimawandel beeinträchtigt zukünftig immer stärker die Leistungsfähigkeit der Waldökosysteme auch in Thüringen. Direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels lassen sich bereits beobachten und stellen künftig Gefahren für die Wälder, deren Arten- und Bestandesgefüge und letztlich auch für deren vielfältige Funktionen dar (TMLNU, 2009; LINDNER et al., 2010). Betroffen ist nicht nur die

Holzproduktion, sondern die gesamte Vielfalt der Leistungen eines multifunktionalen Waldes bzw. einer multifunktional ausgerichteten Waldbewirtschaftung, so wie sie im § 2 Abs. 1 des Thüringer Waldgesetzes festgeschrieben ist. Zum Prinzip der multifunktionalen Waldbewirtschaftung zählt auch die heutige und zukünftige Gewährleistung von (Natur-)Schutzfunktionen (ThürWaldG: „...der heimischen Tier- und Pflanzenwelt einen Lebensraum zu bieten“).

Aus für Thüringen bereits im Zeitraum 1951-2000 bestätigten jahreszeitlich und regional variierenden Zunahmen der Durchschnittstemperatur mit Auswirkungen auf die Länge der tatsächlichen Vegetationszeit, aus Niederschlagszunahmen im Herbst und Winter, aus geringeren Niederschlagsmengen innerhalb der Vegetationszeit und dem sehr wahrscheinlichen Anhalten dieser Trends in künftige Dekaden hinein ergeben sich kaum wahrnehmbare, aber permanent ablaufende Veränderungen wichtiger Standortswerte für das Waldwachstum. Ob dieser schleichende Prozess durch die Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit jetziger Wälder und Waldstrukturen oder durch Anpassungsmaßnahmen kompensiert werden kann, wird im Kreis der Experten intensiv diskutiert. Mögliche Zunahmen von extremen Wetterereignissen wie Trockenheit, Hitzewellen, Hagel und Sturm bilden eine zweite, abrupte Gefahrenquelle, die auch für die Wälder in Thüringen an Bedeutung gewinnt.

Alleinstellungsmerkmale von Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel

Im Vergleich zu Land- und Wasserwirtschaft, zu Gesundheit, Verkehr und zu anderen Sektoren menschlichen Handelns sind Wald und Forstwirtschaft im besonderen Maße abhängig von einwirkenden Umweltbedingungen. Wälder sind in Mitteleuropa bereits seit den Rodungsperioden des Mittelalters nahezu immer nur noch dort zu finden, wo flachgründige Böden, Nährstoffarmut, Steillage, Exponiertheiten, Frostgefahren, Wassermangel oder Vernässung usw. Landwirtschaft und Siedlungstätigkeit unrentabel und risikoreich machten.

Waldstandorte sind damit zum überwiegenden Anteil prädisponiert für klimatische Extreme und klimatisch begründete Mangelerkrankungen. Die Veränderung dieser – auch für Waldökosysteme – suboptimalen Standortbedingungen z.B. durch großflächiges Be- bzw. Entwässern oder Düngen ist nahezu unmöglich, mit Ausnahme der Bodenschutzkalkung, die seit 1986 unterschiedlich intensiv in Thüringen betrieben wird (bis zu 26.000 ha Kalkungsfläche im Jahr, im Durchschnitt der letzten Jahre aber eher 5-8.000 ha), um den neuartigen Waldschäden der goiger Jahre zu begegnen (Bilanz und Methode für Thüringen bei WENZEL (2011)).

Dem Klimawandel kann also im Wald normalerweise nicht durch ingenieurtechnische Maßnahmen zur Standortverbesserung begegnet werden. Abgesehen von den Wirkungen der Bodenschutzkalkung bleibt das einzelne Waldökosystem trotz sehr facettenreicher Waldentwicklungsstadien fest an die Umweltbedingungen der jeweiligen Region gebunden, und zwar über die Jahrzehnte hinweg, die der einzelne Baum im Waldbestand bis zur Ernte im reifen Stadium oder bis zum natürlichen Zerfallsprozess durchlebt. Damit ist auch jede Investition in den Wald z.B. die Pflanzung einer nächsten Bestandesgeneration, Eingriffe zur Waldpflege oder Astungen zur Qualitätssteigerung langfristig gebunden und muss gut abgewogen werden. Nur die Waldwirtschaft und die Planung von Verkehrs- und städtebaulichen Infrastrukturen umfassen zeitliche Planungsperspektiven von deutlich mehr als 60 Jahren und müssen daher auch den Klimawandel in gleicher zeitlicher Skala berücksichtigen.

Die Dynamik eines sich wandelnden Klimas prallt dabei auf einen aktuellen Waldzustand, dessen Handlungsspielräume auf das eingegrenzt sind, was die naturale Ausstattung vorhält und zulässt. Für Thüringen bedeutet das, dem Klimawandel begegnen oder seine Folgen abmildern auf etwa 520.000 ha Waldfläche (TMLFUN, 2010):

- mit 43 % durch Fichte dominierter Bestockung, weiteren 19 % Kiefer und Lärche sowie 38 % Laubbaumarten (unterschiedlichste Anpassungspotenziale der Baumarten),

- mit eng verzahnten Waldbesitzverhältnissen aus Staats- und Privatwald (je 41 %), Körperschafts- und Treuhandwald (unterschiedlichste Interessen am Wald, die mit geeigneten umweltpolitischen Instrumenten gesteuert werden müssen) und
- mit einer Altersausstattung, die einerseits auch über die nächsten Jahrzehnte hinweg den Umgang mit der Fichte vorschreibt, andererseits aber auch die Weichenstellung für ca. 100.000 ha verjüngungsnotwendige Waldfläche (≥100 Jahre) abverlangt (unterschiedlichste Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Waldentwicklungsstadien).

Die Anpassungspotenziale – also Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit – im Waldökosystem sind dabei aus Sicht der Genetik, der Strukturvielfalt und des Artenreichtums im Vergleich zu anderen Regionen der Erde erheblich eingeschränkt, weil unsere Kulturlandschaft eine geringere Biodiversität vorhält, Arten bereits verloren gegangen sind und andere aufgrund der Rückzugsräume während der eiszeitlichen Vergletscherung bzw. der Rückwanderungswege nach den Eiszeiten genetisch verarmt und spezialisiert sind (für Weißtanne und europäische Lärche, vgl. LANGER (1963), GUGERLI und SPERISEN (2010)). Darüber hinaus ist der Erfahrungsschatz, aus dem Forstwirtschaft und -wissenschaft schöpfen, eine Gemengelage retrospektiver Daten, die fast ausschließlich auf Annahmen zur Klimastabilität beruhen. Die Auswirkungen einer drastischen Veränderung des Klimas waren bisher nur selten Inhalt forstlicher Forschung. Streng genommen unterliegt auch die Ausweisung und Kartierung der potenziellen natürlichen Vegetation (pnV) für Thüringen durch BUSHART und SUCK (2008) diesem methodischen Problem.

Trotz oder eben gerade wegen dieser Besonderheiten widmet sich die Thüringer Landesforstverwaltung im Sachgebiet Klimaschutz und Klimafolgen an der TLWJF zwei Schwerpunkten zum Themenkomplex Wald-Holz-Klima. Arbeiten zum Schwerpunkt 1 sollen Inhalt dieses Berichtes sein.

1. Risikoanalysen, Klimafolgenforschung und Anpassungsmaßnahmen und

2. Klimaschutzbeiträge und -potenziale durch Wald und Holznutzung.

Die besondere Vulnerabilität von Wäldern

Mit der Verwundbarkeit verschiedener deutscher Regionen und unterschiedlicher Sektoren beschäftigen sich ZEBISCH et al. (2005). Danach werden Forst- und Landwirtschaft in Thüringen im Bereich der südostdeutschen Becken- und Hügellandschaft als besonders vulnerabel eingestuft, der Thüringer Wald dagegen nur als mäßig verwundbar. Für die Fachbereiche Biodiversität und Naturschutz wird in der Studie eine hohe Unsicherheit bei der Bewertung deutlich, die z.B. darauf zurückzuführen ist, dass das künftige Erreichen von unterschiedlichsten Schutzzielen trotz Klimawandel zu abweichenden Einstufungen führen kann (Erhaltungs- oder Prozessschutz). Hier entwickelt sich offenbar eine Kontroverse zwischen nicht selten konservierenden, statischen Ansätzen des Naturschutzes und einer notwendigen, unerlässlichen Klimaanpassung im Rahmen einer verträglichen, akzeptierten und nachhaltigen Nutzung von Landschaftsbestandteilen (vgl. BOLTE und IBISCH, 2007; REIF et al., 2010).

Inzwischen existieren mehrere abgestimmte, überregionale und deutschlandweite Positionspapiere zu Forstwirtschaft und Klimawandel wie die Deutsche Anpassungsstrategie (BUNDESREGIERUNG, 2008), die Eberswalder Erklärung (SPATHELF et al., 2008); die 20 Freisinger Punkte (AMERELLER et al., 2009), die Empfehlungen des BFN (2009) oder das Ergebnis der Bund-Länder-Expertengruppe im Auftrag der Forstchefkonferenz (BOLTE et al., 2009). Insbesondere in der letztgenannten Studie werden die besonders besorgniserregenden Aspekte einer drohenden Klimaveränderung aufgezählt: Trockenheit, Hitzewellen, sommerliche Wärme, Sturm, veränderte Schaderregersituationen und zunehmende Waldbrandgefahren. Dagegen erhoffen sich einige Regionen in Deutschland aus verlängerten Vegetationsperioden gesteigerte Wuchsleistungen und eine breitere Auswahl aus angepassten Baumarten (vgl. auch LINDNER et al., 2010). Mehrheitlich werden allerdings eher negative Konsequenzen befürchtet: höhere

Mortalitäten, abnehmende Produktivitäten und riskantere Waldverjüngungen. Befragungen ergaben, dass Veränderungen von Waldhabitatqualitäten im Allgemeinen eher nicht erwartet werden (BOLTE et al., 2009).

Insbesondere der Baumart Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) wird eine besonders hohe Vulnerabilität zugesprochen, während die heimischen Laubbaumarten, Weißtanne und auch die Neophyten Roteiche (*Quercus rubra* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) häufig günstiger beurteilt werden. Einige Fallbeispiele aus Thüringen untermauern die Anfälligkeit der Fichte:

Die Schadensbilanz zum Ausmaß des Sturmes „Kyrill“ in Thüringen beweist einmal mehr die Sturmanfälligkeit der Fichte (CLASEN et al., 2008; TLWJF, 2008). 88,5 % aller Kyrill-Schadflächen in Thüringen waren mit Waldbeständen aus dominanter Fichte bestockt. Das entspricht immerhin 5 % aller Fichtenflächen in Thüringen. Dagegen wurden thüringer Laubbaumarten nie zu mehr als 0,4 % geschädigt. Auf 6.270 ha Kahlfläche, weiteren 4.710 ha stark geschädigten Flächen und auf zusätzlichen 200.000 ha Bestandesfläche mit Einzelbrüchen sind durch Kyrill etwa 3 Mio. Festmeter Schadholz angefallen (etwa die doppelte Menge des durchschnittlichen, jährlichen Einschlages). Es entstanden Schäden durch Zwangsnutzung hiebsunreifer Hölzer (ca. 11 Mio. €), Wegeschäden (ca. 47,5 Mio. €) und immense Kosten für die Wiederaufforstung (ca. 33,7 Mio. €).

Vor Kyrill sorgten in Thüringen ein Sturm im Jahr 1946 (ca. 1 Mio. Fm) und „Vivian und Wiebke“ 1990 (1 Mio. Fm) für ähnlich hohe Schäden am Wald und am Holz (Zusammenstellungen der Abteilung Waldschutz und Waldzustandüberwachung an der TLWJF). Ein Jahr nach Kyrill führte der Sturm „Emma“ zu regional sehr hohen Schadholzmengen, 2010 folgte „Xynthia“. Daneben können im Nadelholz hohe Schneebruchschäden auftreten (1980: 1,5 Mio. Fm und 1980/81: 2,5 Mio. Fm). Sturm und Schnee wirken dabei vielerorts auf Herkünfte und Strukturen der Baumart Fichte ein, die dort natürlicherweise nicht hingehören und aufgrund ihrer Kronenmorphologie und Bestandesstrukturierung



Abb. 13: Sturm-„Kyrill“-Schadfläche im nordwestlichen Thüringer Wald. (Foto: K. Kahlert)

zu überdimensionalen Schäden neigen (z.B. Notaufforstungen nach dem Sturm 1946 im Thüringer Wald mit Tieflandsherkünften in einschichtiger Monokultur).

Solche Schädgeschehen sind häufig Initiale für Massenvermehrungen forstlicher Schadinsekten, weil großflächig bruttaugliches Material anfällt, das nicht rechtzeitig aus dem Wald abtransportiert oder vorsorglich begiftet werden konnte. Besondere Probleme bereiten der Fichte dabei die Borkenkäfer-Arten Buchdrucker (*Ips typographus* L.) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus* L.). Sie folgen in fester Regelmäßigkeit anderen Schädgeschehen und verursachen dabei zusätzliche Schadholzmengen von bis zu 250 Tausend Fm je Jahr und mehr (BAIER et al., 2010, vgl. Abb. 14 allein zum Schadholz durch Buchdruckerbefall). Höchste Käfer-Schadholzmengen in Thüringen stammen jedoch aus dem Jahr 2003 (über 500.000 Fm), weil die Fichte durch die besondere Trockenheit in diesem Jahr bereits deutlich in ihrer Vitalität herabgesetzt war und dem Anflug und Fraßgeschehen der Borkenkäfer nicht durch baumeigene Abwehrmechanismen begegnen konnte. Ein langjähriger Überblick zum Schaden durch Borkenkäfer an der Fichte machte bereits 2008 deutlich, dass relativ hohe Schäden dort zu beklagen sind, wo

die Fichte aufgrund ihrer klimatischen Ansprüche an Kühle und Niederschlagsreichtum nur suboptimal gedeiht und daher eine geringere Vitalität und Abwehrkraft besitzt (PROFFT et al., 2008).

Das Waldschutzmeldewesen verzeichnet für Schadinsekten und pathogene Pilze insgesamt Arealveränderungen (z.B. beim Eichenprozessionsspinner, *Thaumetopoea processionea* L.), veränderte Gradationsverläufe (Roßkastanienminiermotte, *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic) und neue Arten (Eschentriebsterben, *Chalara fraxinea* KOWALSKI, Abb. 15), wobei sich ein kausaler Zusammenhang zum Klima und dessen bisheriger Veränderung allerdings nicht immer zweifelsfrei herstellen lässt.

Was Waldbesitzer von uns verlangen

Dass die Waldbesitzer in Thüringen den Klimawandel durch veränderte Witterungsverhältnisse, Stürme, Veränderungen in der Vegetation und im Schädgeschehen feststellen, ließ sich im Rahmen einer Befragung von fast 200 Privatwaldbesitzern belegen (RIMKUS et al., 2010). Im Rahmen dieser Befragung und in den Verhandlungen zum Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm (TMLNU, 2009) wurde deutlich, welche Informationen

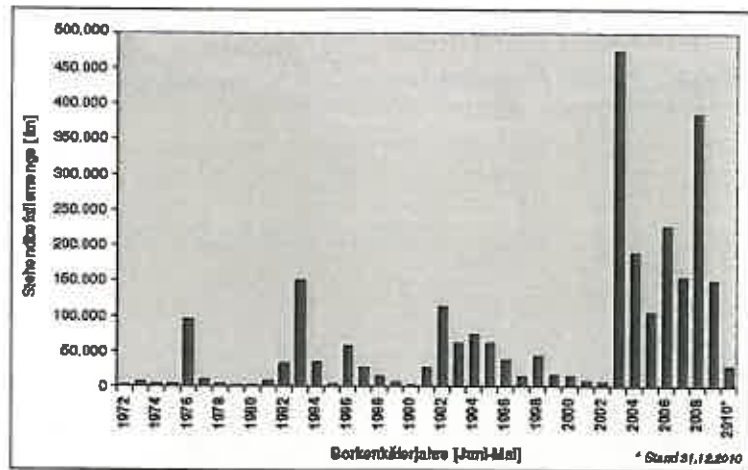


Abb. 14: Schadensfallmengen allein durch den Buchdrucker in Thüringen in zeitlicher Folge auf überregionale Schäden durch Sturm, Schnee und Trockenheit (BAIER et al., 2010)

und Empfehlungen Besitzer und Bewirtschafter privater, kommunaler und landeseigener Waldflächen in Thüringen vom Sachgebiet Klimaschutz und Klimafolgen und dem zuständigen Referat im Thüringer Ministerium für

Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz erwarten:

- die Bereitstellung aktueller, regionaler, forstlich relevanter Klimainformationen, -karten und -szenarien,

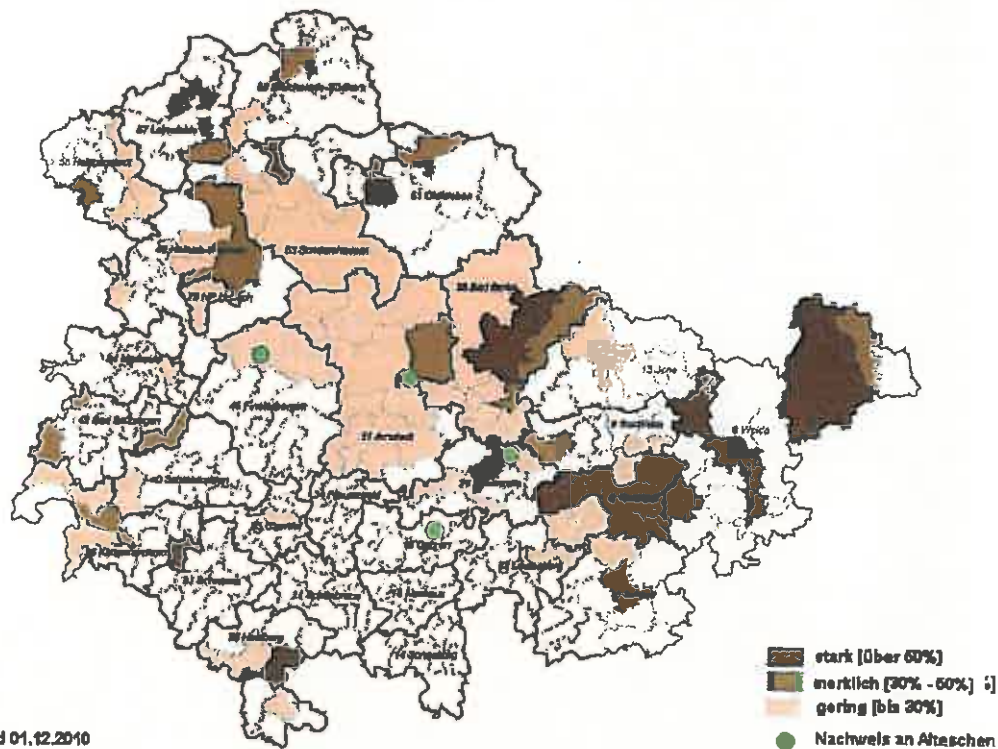


Abb. 15: Seit dem ersten Nachweis des Eschentriebsterbens auch in Thüringen aus dem Jahr 2009 breitet sich diese neue Pilzkrankheit in ganz Thüringen aus (BAIER et al., 2011)

- räumlich differenzierte Risikoanalysen angelehnt an der aktuellen Baumarten- und Altersausstattung ihrer Wälder verbunden mit dem Blick in eine klimaveränderte Zukunft,
- langfristig tragfähige Baumarten- und Anbauempfehlungen und
- plausible, umfassende Bewirtschaftungskonzepte für die Anpassung der Wälder Thüringens an den Klimawandel.

Klimainformationen

Auf Basis des interaktiven Diagnose- und Präsentationstool IDP der Firma CEC-Potsdam (KREIENKAMP und SPEKAT, 2007) und der Klimadatenbank zum Regionalklima Mitteleuropa REKLI 4.1 (mit Datenstand 2008, BERNHOFER et al., 2003 und 2005) sind für Thüringen inzwischen Klimadaten der letzten Dekaden und Klimaprojektionen der einschlägigen Emissionsszenarien und Regionalmodelle (WETTREG, REMO, CLM, STAR) bis 2100 flächendeckend und stationsbasiert aufbereitet worden und heute nutzbar i.S.v. Ablesen und Darstellen. Ähnliche Möglichkeiten ergeben sich aus der Benutzung des regionalen Klimaatlas Deutschlands der Helmholtzgemeinschaft (www.regionaler-klimaatlas.de) und aus dem Klimaatlas Deutschland des Deutschen Wetterdienstes (www.dwd.de). Kleinere Regionale Bezüge sind mit thematischen Karten möglich (z.B. seit 2009 zum Klima innerhalb eines expliziten FFH-Gebietes durch das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung).

Tatsächliche forstspezifische Klimaanalysen und Klimakarten sind aber für Thüringen erst im Rahmen der Arbeiten an der TLWJF entstanden (FRISCHBIER und PROFFT, 2008; PROFFT und FRISCHBIER, 2008). In der gewählten Klimaperiode (2041-2070) orientiert sich Thüringen dabei am SRES-Szenario A1B bzw. an dessen Regionalisierung für Deutschland (UBA-WETTREG, CEC-Potsdam) an insgesamt 32 Klimastationen im Großraum Thüringens. Es bot sich damit einerseits eine ausreichend große Stichprobe, um aus Werten dieser Stationen für Thüringen Karten einer neuen forstlichen Klimagliederung erzeugen zu können. Andererseits waren die regionalisierten

Szenariendaten auch Grundlage zur Bilanzierung neuer vegetationssensitiver Klimawerte. Vegetationszeitlänge und klimatische Wasserbilanz innerhalb der Vegetationszeit lösen in diesem Sinn bisher verwendete Klimaweiser wie Höhenlage, Jahresdurchschnittstemperatur, jährliche Niederschlagsmenge usw. zwar ab, die sorgfältig betriebene und wertvolle Untergliederung Thüringens in geländemorphologisch geprägte und daher unterscheidbare Klimaregionen (sog. Makroklimaformen) wird jedoch beibehalten, um deren Besonderheiten auch zukünftig gut berücksichtigen zu können.

Ein voranschreitender Klimawandel, der dem verwendeten A1B-Szenario folgt, führt danach in Thüringen in der Klimaperiode 2041-2070 im Vergleich zu 1971-2000 zu regional unterschiedlichen Verlängerungen der Vegetationszeit um 9 bis 17 Tage (6-15 % länger als bisher), während sich die klimatische Wasserbilanz stets und großflächig um etwa 10 bis fast 20 Liter je Vegetationsmonat verknappt (Abb. 16). Landschaftlich differenziert bietet Thüringen damit zukünftig Vegetationsphasen von ca. 140 bis 180 Tagen (mit mittleren Tagestemperaturen $\geq 10^{\circ}\text{C}$) bei Netto-Wasserdargeboten zwischen plus und minus 25 L/Monat.

Risikoanalysen

Mit Risikoanalysen wurde die heutige und zukünftige Anpassbarkeit und Leistungsfähigkeit spezieller Baumarten in Relation zu tatsächlichen Boden- und Klimabedingungen überprüft. Hierzu wurden für relevante Baumarten klimatische Areal- und Leistungsgrenzen berechnet oder recherchiert und auf Thüringen angewendet (z.B. PROFFT et al., 2007 zur Fichte; der Ellenberg-Quotient zur Markierung des Überganges von Buchen- zu Eichenwaldgesellschaften, unveröffentl. oder Klimahüllen für insgesamt 27 Waldbaumarten KÖLLING, 2007). Durch das BERN-Modell des Umweltbüros ÖKO-DATA Strausberg verfügt Thüringen außerdem über zahlreiche pflanzenphysiologische Informationen zur Existenzwahrscheinlichkeit diverser Waldgesellschaften (realisierte Nische) und Baumarten (fundamentale Nische) unter den zukünftigen Klima- und den spezifischen

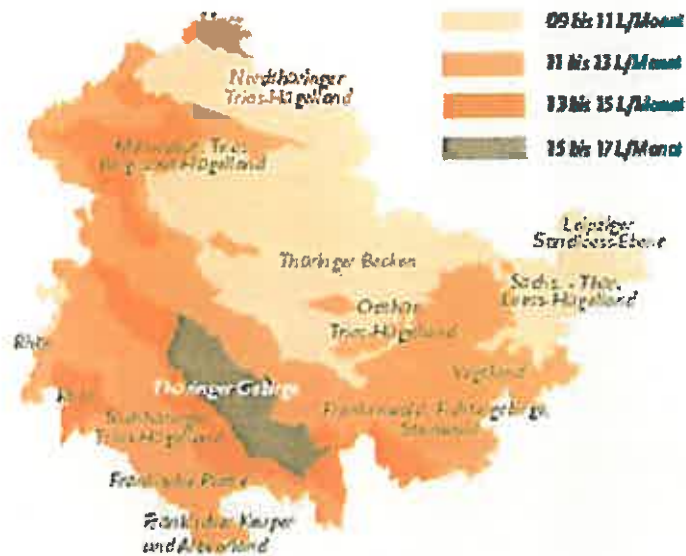


Abb. 16: Erwartete Abnahme der normierten monatlichen klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag minus Verdunstung) in den forstlichen Wuchsbezirken Thüringens im Vergleich von 1971-2000 zu 2041-2070 (A1B, WETTREG).

Bodenbedingungen Thüringens (SCHLUTOW et al., 2009). Aus diesen Informationen können für explizite Baumarten Aussagen zur Anbausicherheit, Mischbarkeit und Leistungsfähigkeit anhand der vegetationskundlichen Grundkenntnisse und waldbaulichen Erfahrungen aus natürlichen Waldgesellschaften abgeleitet werden. Dieses Konzept wurde durch Auswertungen der pnV-Kartierungen Thüringens (BUSHART und SUCK, 2008) regionalspezifisch ergänzt.

Auf Basis der Erfahrungen aus der Sturmschadensanalyse nach „Kyrill“ wurden Sturmrisikokarten erstellt, in die neben besonders disponierten Bodenbedingungen auch geländemorphologische Aspekte zu Wind-Luv- und -Lee-Lagen per GIS-Routinen (ArcGIS 9.3, Spatial Analyst) einfließen konnten.

An Borkenkäfergradationsprognosemodellen, die ganz wesentlich anhand kumulierter Jahresgänge der Temperatursummen das Generationsfolgepotenzial von Borkenkäferarten prognostizieren, wird an der TLWJF noch gearbeitet. Recherchen zu ähnlichen Prognoseansätzen für andere Schadarten sind bereits in Auftrag gegeben worden.

Anbauempfehlungen

Anhand der vorherigen Bausteine war es im Jahr 2010 möglich, die Arbeiten zur Empfehlung klimawandelangepasster Baumarten für Thüringen abzuschließen (ARENHÖVEL und KAHLERT, 2010; FRISCHBIER und PROFFT, 2010). Diesem Schritt muss die Bekanntgabe des entsprechenden Erlasses und die Schulung von Waldbesitzern und -bewirtschaftern im Umgang mit dieser Empfehlung noch folgen.

Mit der Definition und Zuordnung expliziter Bestandeszieltypen (BZT's) zu speziellen Standorten wird die Vielfalt anbaumöglicher Baumarten in Thüringen bewusst auf relativ wenige anbauwürdige Waldbilder reduziert, in denen z.B. intra- und interspezifische Konkurrenzen beherrscht werden können, Risiken minimal ausfallen und das Standortpotenzial optimal ausgenutzt wird. Jeder potenziellen Standortssituation in Thüringen (Kombination aus Standortsnährkraft, Bodensubstrat, Bodenwasserhaushalt und zukünftigem Klima) wurden schrittweise auf Basis der aufbereiteten Entscheidungshilfen und naturnahen Vorbilder besonders anbauwürdige Bestandeszieltypen zugeordnet. Diese wurden anschließend in Quervergleichen

und Sortierungen auf Konsistenz und Plausibilität geprüft und vervollständigt. Letztendlich liefert die Zuordnung für die einzelnen Bewertungseinheiten mehrere anbauwürdige Bestandeszieltypen, wobei diese in der Regel auch unterschiedliche Hauptbaumarten abdecken. Auf diese Weise soll für die Umsetzung in die Praxis ein ausreichend großer Spielraum bei Bestandesbegründung und Bestandesentwicklung ermöglicht werden. Jeder vorgeschlagene BZT gewährleistet vom Grundsatz her die Einhaltung des Dreiklanges der Waldfunktionen, wie sie im Thüringer Waldgesetz gefordert wird. Für Wälder, die Nutz-, Schutz- oder Erholungsfunktionen vorrangig erfüllen sollen, sind Modifikationen dieser allgemeinen Empfehlung erforderlich.

Letztlich lässt sich das Anbaupotenzial für die jeweiligen Baumarten aus dem neuen Bestandeszieltypenkatalog ableiten. Demnach könnte beispielsweise die Buche auf ca. 65 % der Waldfläche Thüringens als bestandesbildende Hauptbaumart angebaut werden und zusätzlich auf 13 % als Mischbaumart. Die Fichte kann als Hauptbaumart auf ca. 18 % und als Mischbaumart auf zusätzlichen 20 % empfohlen werden (Abb. 17). Damit wird eine Größenordnung bestätigt, die bereits 2007 über einen methodisch anderen Weg hergeleitet werden konnte (SEILER et al., 2007).

Bewirtschaftungskonzepte

Dort, wo aktuelle Waldstruktur, Alter und Art der Bestockung kurz- oder mittelfristig einen Baumartenwechsel erlauben, wird dieser Baumartenwechsel im Sinne der erarbeiteten Baumartenempfehlungen vorangetrieben. Für wenig natürliche und erheblich risikobehaftete Waldbilder werden nach pedologischen und klimatischen Gesichtspunkten Waldumbauempfehlungen gegeben. Ein wesentlicher Antrieb für diese aktuellen Arbeiten der Landesforstverwaltung findet sich in der THÜRINGER KOALITIONSVEREINBARUNG der CDU und SPD (2009): „Um den Folgen des Klimawandels zu begegnen, sind in Thüringen Waldumbaumaßnahmen auf einer Fläche von mehr als 100.000 ha erforderlich. [...] Dieser Prozess soll an herausragender Stelle beispielhaft gestaltet werden.“

Steht eine Waldverjüngung kurz- und mittelfristig nicht an, so sind Wissenschaft und Praxis in der Pflicht, geeignete Konzepte zu entwickeln, um auch in arten- und strukturarmen Altersklassenwäldern die Vulnerabilität gegenüber Klimaänderung herabzusetzen. Hier gilt es, über die kommenden Jahrzehnte hinweg die Klimaplastizität und -elastizität im Wald durch passende Bewirtschaftung zu erhöhen. Das heißt u.a.:

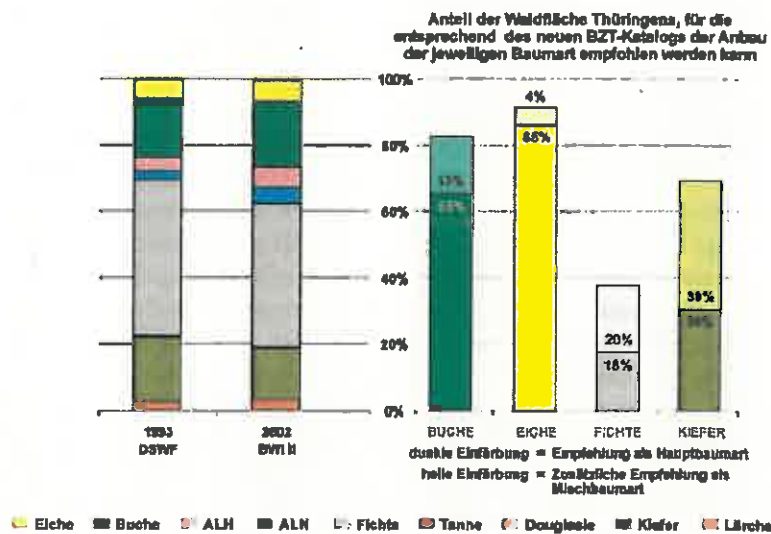


Abb. 17: Spielräume für den Anbau der Hauptbaumarten in Thüringen auf Basis der neuen Anbauempfehlungen im Vergleich zur Bestockungssituation von 1993 (Daten-Speicher-Wald-Fond) und von 2002 (Bundes-Wald-Inventur II) (aus ARENHÖVEL und KAHLERT, 2010, eingekürzt).

- Verjüngungsvorräte aufbauen (Risikovorsorge),
- Baumartenvielfalt fördern und genetische Vielfalt erhalten durch lange Verjüngungszeiten, geeignete Verjüngungsverfahren, Strukturreichtum, Waldrandgestaltung und Mischungsregulierung (Risiko verteilen, breites Reaktionsspektrum),
- sinkenden Erträgen und Überlebenswahrscheinlichkeiten entgegensteuern durch angepasste Produktionszeiten, Vorwaldstrukturen und Zeitmischungen,
- stabilisierende und vitalisierende Waldpflegen, um passende Walddichten und -strukturen zu gestalten, stabile und vitale Einzelbäume zu erziehen und zu erhalten.

Klimawandel und Waldnaturschutz

Sind im Wald Schutzgüter des Naturschutzrechtes von Anbauempfehlungen und Bewirtschaftungskonzepten betroffen, so müssen selbstverständlich potenzielle forstliche Anpassungsmaßnahmen im Einklang mit den Grundsätzen zum Schutz bestimmter Teile von Natur und Landschaft und dem Schutz der wild lebenden Tier- und Pflanzenarten, ihrer Lebensstätten und Biotope erfolgen. Aus einer an den Klimawandel angepassten forstlichen Bodennutzung ergeben sich jedoch grundsätzlich keine Verschlechterungen hinsichtlich der Anforderungen nach §5 Abs.3 des BNatschG und einer guten fachlichen Praxis. Der Aufbau naturnaher, reich strukturierter Wälder, deren nachhaltige Bewirtschaftung ohne Kahlschläge und die hinreichende Berücksichtigung standortsheimischer Forstpflanzen sind ohne Zweifel Instrumente einer forstlichen Anpassungsstrategie und zugleich geeignete Managementmaßnahmen eines erfolversprechenden Waldnaturschutzes. In einer neuen Studie (ARAUJO et al., 2011) wurde auf europäischer Ebene demonstriert, dass ein allmählicher Klimawandel die bisher passenden klimatischen Bedingungen für etwa 60 % aller terrestrischen Tier- und Pflanzenarten unwiederbringlich verschlechtert, wenn diese Arten nicht durch Anpassungsmaßnahmen und Biotopverbund unterstützt werden. Kontrovers diskutiert werden nach REIF et al. (2010) jedoch strategische Überlegungen zu

unterschiedlichen Anteilen fremdländischer Baumarten und Herkünfte, zur Verkürzung von Produktionszeiten, zur Absenkung von Vorräten und zum Zulassen oder Vermeiden von Kalamitäten.

An dieser Stelle sollte aber auch nicht vergessen werden, dass Veränderungen der Biodiversität im globalen und europäischen Maßstab nicht ausschließlich die Folge eines (zukünftigen) Klimawandels sind. SALA et al. verdeutlichen im Jahr 2000 differenziert nach Biomen und geografischen Regionen, dass Biodiversitätsänderungen in Wäldern der Nordhalbkugel vorrangig aufgrund weiterer Stickstoffeinträge erwartet werden müssen. Als Hauptverursacher von Biodiversitätsänderungen ist der Klimawandel lediglich in der Arktis, im alpinen Raum und in der borealen Zone verortet. Global gesehen sind Landnutzung und Landnutzungsänderung dominierende Antriebsquellen für Veränderungen.

Für den speziellen Fall der Erhaltung von Lebensraumtypen in FFH-Gebieten trotz Klimawandel ist THÜRINGENFORST eine Kooperation mit 17 nationalen und internationalen Partnern und weiteren 24 assoziierten Institutionen im Rahmen des Projektes HABIT-CHANGE eingegangen (www.habit-change.eu). HABIT-CHANGE wird im CENTRAL EUROPE Programm INTERREG IVB bis 2013 umgesetzt und durch den European Regional Development Fund kofinanziert. Neben Feuchtgebieten und Flusslandschaften stehen Graslandschaften, alpine Flächen und Wälder im Fokus der Untersuchungen zu möglichen Gefahren durch den Klimawandel, einem angepassten Monitoring und zur Entwicklung von Managementstrategien. Als Thüringer Modellregion wurde das Biosphärenreservat Vessertal-Thüringer Wald integriert, um speziell die dort vorhandenen Waldlebensraumtypen Luzulo- und Asperulo Fagetum, Tilio Acerion, Moorwälder und montane bis alpine bodensaure Fichtenwälder in das Spektrum untersuchter Lebensräume aufnehmen zu können.

Ausblick

Wald- und Forstwirtschaft nehmen die drohenden Gefahren eines zunehmenden Klimawandels ernst. Nicht zuletzt, weil sie aufgrund der Besonderheiten ihres Sektors dazu gezwungen sind, weit in die Zukunft gerichtet zu denken und zu handeln. Erste Bausteine für eine umfassende Anpassungsstrategie sind für Thüringen erstellt. Weitere müssen fraglos folgen. Dass der Blick in eine ungewisse Zukunft mit Unsicherheiten behaftet ist, darf dabei nicht verschwiegen werden. Trotz der zahlreichen Diskussionen zur Unsicherheit zukünftiger klimatischer Entwicklungen und zum tatsächlichen Anpassungspotenzial natürlicher Systeme sollte man Aussagen wie die des führenden deutschen Klimawissenschaftlers Prof. H.J. Schellnhuber gebührend berücksichtigen: „Alle Erkenntnisse über den Klimawandel weisen darauf hin, dass die Situation noch schwieriger ist als vor wenigen Jahren befürchtet. Viele Worst-Case-Szenarien werden von der Wirklichkeit übertroffen.“ (DIE ZEIT, 26.03.2009). Auch die jährlichen Meldungen zur tatsächlichen globalen CO₂-Emission (z.B. bei www.globalcarbonproject.org) lassen im Vergleich zu den Emissionsannahmen der Klimaprojektionen des IPCC (2000: B₂, A_{1B}, A_{1F} usw.) keinen Zweifel daran, dass die abgesteckten umweltpolitischen Ziele heute noch verfehlt werden. Man tut daher gut daran, beim Zielen gebührend vorzuhalten.

Literatur

Amereller, K.; Kölling, C.; Bolte, A.; Eisenhauer, D.-R.; Groß, J.; Hanewinkel, M.; Profft, I.; Röhe, P. (2009): Die „20 Freisinger Punkte“. Gemeinsame Basis der deutschsprachigen forstlichen Ressortforschung. *AFZ-DerWald* (17), S. 916-918.

Araujo, M. et al. (2011): Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters* 14, S. 484-492.

Arenhövel, W.; Kahlert, K. (2010): Klimawandelangepasste Baumartenempfehlungen für die forstliche Praxis in Thüringen. *Mitteilungen der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei* 30, S. 35-42.

Baier, U.; Thiel, J.; Stürz, M.; Völker, L. (2010): *Waldschutzbericht 2010 und prognostische Hinweise für 2011*. Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, Gotha, 83 S.

Bernhofer, C.; Goldberg, V.; Franke, J. (2003): *REKLI – Aufbau einer Klimadatenbank und Regionale Diagnose für Thüringen*. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Institut für Hydrologie und Meteorologie der Technischen Universität Dresden, 65 S.

Bernhofer, C.; Goldberg, V.; Franke, J. (2005a & b): *REKLI II & III – Optimierung der Klimadatenbank REKLI für die Auswertungen temperaturbezogener Klimagrößen und Erweiterung für wetterlagenabhängige Analysen von Klimaelementen*. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Institut für Hydrologie und Meteorologie der Technischen Universität Dresden, 21 S. bzw. 25 S.

BFN (2009): [Bundesamt für Naturschutz] *Klimawandel, Landnutzung und Biodiversität – Chancen erkennen – Synergien nutzen*. Empfehlung des Bundesamt für Naturschutz für die nächste Legislaturperiode, Bonn, 4 S.

Bolte, A.; Ibisch, P. (2007): *Neun Thesen zu Klimawandel, Waldbau und Waldnaturschutz*. *AFZ-DerWald* 11, S. 572-576.

Bolte, A.; Eisenhauer, D.; Erhart, H.; Groß, J.; Hanewinkel, M.; Kölling, C.; Profft, I.; Rohde, M.; Röhe, P.; Amereller, K. (2009): *Klimawandel und Forstwirtschaft. Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien in Hinblick auf den Klimawandel*. *Bund-Länder-Expertengruppe der Ressortforschungseinrichtungen im Auftrag der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Forst-Forstchefkonferenz*. vTI, 26 S.

Bushart, M. & Suck, R. (unter Mitarbeit von Bohn, U.; Hofmann, G.; Schlüter, H.; Schröder, L.; Türk, W.; Westhus, W.), (2008): *Potenzielle Natürliche Vegetation Thüringens*. *Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie*, Nr. 78, 139 S.

- Gugerli, F.; Sperisen, Ch. (2010): Genetische Struktur von Waldbäumen im Alpenraum als Folge (post)glazialer Populationsgeschichte. *Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen* 161 (6), S.207-215.
- Clasen, C.; Frischbier, N.; Zehner, T. (2008): Ursachenanalyse zum Schadausmaß des Sturmes „Kyrill“ in Thüringen. *AFZ-DerWald* (14), S. 746-748.
- Frischbier, N.; Profft, I. (2008): Praxisorientierte Regionalisierung forstlich relevanter Klimawerte und –szenarien für Thüringen. *Forst und Holz* 63 (10), S. 24-29.
- Frischbier, N.; Profft, I. (2010): Grundlagen zur Ausweisung klimawandelangepasster Bestandeszieltypen für Thüringen. Mitteilungen der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei 30, S. 21-34.
- IPCC (2000): IPCC Special Report: Emissions Scenarios – Summary for Policymakers. A Special Report of IPCC Working Group II, 27 S.
- Kölling, C. (2007): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. *AFZ-DerWald* 62 (23), S. 1242-1245.
- Kreienkamp, F.; Spekat, A. (2007): IDP-Ein Werkzeug zur explorativen Datenanalyse. *Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH*, 74 S.
- Langer, H. (1963): Einwanderung und Ausbreitung der Weisstanne in Süddeutschland. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 82, S. 33-52.
- Lindner, M. et al. (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259, S. 698-709.
- PIK (2009): [Potsdam Institut für Klimafolgenforschung] Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. <http://www.pik-potsdam.de/infothek/klimawandel-und-schutzgebiete>
- Profft, I.; Seiler, M.; Arenhövel, W. (2007): Die Zukunft der Fichte in Thüringen vor dem Hintergrund des Klimawandels. *Forst und Holz* 62 (2), S. 19-25.
- Profft, I.; Frischbier, N., 2008: Möglichkeiten und Grenzen der Integration von Klimaszenarien in forstlichen Anpassungsstrategien an den Klimawandel. *Forst und Holz* 63 (9), S. 22-27.
- Profft, I.; Baier, U.; Seiler, M. (2008): Borkenkäfer als Vitalitätsindikator für einen standortgerechten Fichtenanbau. *Forst und Holz* 63 (2), S. 32-37.
- Reif, A.; Brucker, U.; Kratzer, R.; Schmiedinger, A.; Bauhus, J. (2010): Waldbewirtschaftung in Zeiten des Klimawandels – Synergien und Konfliktpotenziale zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42 (9), S. 261-266.
- Rimkus, S.; Profft, I.; Weber, N. (2010): Klimawandel und Klimaschutz: Handlungsbereitschaft privater Waldbesitzer-eine sozialwissenschaftliche Studie. *Forst und Holz* 65 (4), S. 35-41.
- Sala, O.E. et al. (2000): Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* 287, S. 1770-1774.
- Schlutow, A.; Profft, I.; Frischbier, N. (2009): Das BERN-Modell als Instrument zur Einschätzung der Angepasstheit von Waldgesellschaften und Baumarten an den Klimawandel in Thüringen. *Forst und Holz* 64 (4), S. 31-37.
- Seiler, M.; Arenhövel, W.; Profft, I. (2007): Waldbauliche Konsequenzen für Thüringen. Mitteilungen der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei 29, S. 28-41.
- Spathelf, P.; Bilke, G.; Bolte, A.; Foos, E.; Höppner, K.; Ibsch, P.; Kätzel, R.; Luthardt, M. Nusko, N.; Steinhardt, U. (2008): Eberswalder Erklärung – Waldmanagement im Klimastress. *AFZ-DerWald* 63 (23), S. 1254-1255.
- Thüringer Koalitionsvereinbarung zwischen CDU- und SPD-Landesverband Thüringen (2009): 65S.
- TMLFUN (2010): [Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz] Forstbericht 2009, 104 S.
- TMLNU (2009): [Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt] Gemeinsam Klimabewusst handeln. Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm. Druckhaus Gera, 63 S.
- TLWJF (2008): [Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei] Schadursachen infolge von „Kyrill“. Ergebnisse der Untersuchungen der TLWJF. *AFZ-DerWald* (6), S. 304.

Thüringer Waldgesetz: Gesetz zur Erhaltung, zum Schutz und zur Bewirtschaftung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft. (ThürWaldG) i.d.F.v. 18.09.2008.

Wenzel, A. (2011): Stand der Bodenschutzkalkulation in Thüringen. Das Blatt – Mitarbeiterinformationen der Thüringer Landesforstverwaltung (1), S. 10-11.

Zebisch, M.; Grothmann, T.; Schröter, D.; Hasse, C.; Fritsch, U.; Cramer, W. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt 08/2005, Dessau, 203 S.