

Die Pflanzenvielfalt im Thurgau und erste Entwicklungstrends seit 2009

Autor(en): **Plattner, Matthias**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **69 (2018)**

PDF erstellt am: **13.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-842360>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Pflanzenvielfalt im Thurgau und erste Entwicklungstrends seit 2009

Matthias Plattner

Zusammenfassung

Die Untersuchungen des Biodiversitätsmonitorings Thurgau (BDM TG) zeigen, dass der Pflanzenartenreichtum im Thurgau vergleichbar ist mit dem des übrigen Schweizer Mittellandes. Allerdings fällt auf, dass einige der artenärmsten Untersuchungsflächen des BDM Schweiz im Thurgau liegen. Am wenigsten Pflanzen finden sich in den strukturarmen, intensiv genutzten Landwirtschaftsgebieten. Die Pflanzen sind aber – anders als die Tagfalter und Vögel – auch im Siedlungsgebiet mit einer grossen Artenvielfalt vertreten. Am meisten Pflanzen wachsen dort, wo vielfältig und extensiv genutzte Landschaftsausschnitte sowie Bereiche mit Grenzlinien und einer hohen Biotopvielfalt zusammenkommen. Bisher konnte das BDM TG erst geringe Veränderungen der Pflanzenvielfalt feststellen. Ein leichter Rückgang der Artenzahlen deutet sich im Wald und im Landwirtschaftsgebiet an, eine Zunahme der Arten in der Siedlung. Wie im übrigen Mittelland lässt sich auch im Thurgau eine Zunahme von wärmeliebenden und ruderalen Arten, darunter viele Archaeo- und Neophyten, feststellen. Auf der Verliererseite stehen demgegenüber Arten nährstoffarmer Standorte im extensiv genutzten Grünland oder solche, die an halbschattigen Standorten gedeihen. Die festgestellten Trends bestätigen, dass der Klimawandel und der Eintrag von Nährstoffen eine bedeutende Rolle bei den aktuell zu beobachtenden Veränderungen in der Pflanzenwelt spielen. Insgesamt zeigt sich auch im Thurgau ein negativer Trend in der offenen Landschaft, wo die Ergebnisse auf eine – weiterhin andauernde – Nutzungsintensivierung und eine schärfere Trennung zwischen den verschiedenen Landschaftsnutzungen hindeuten.

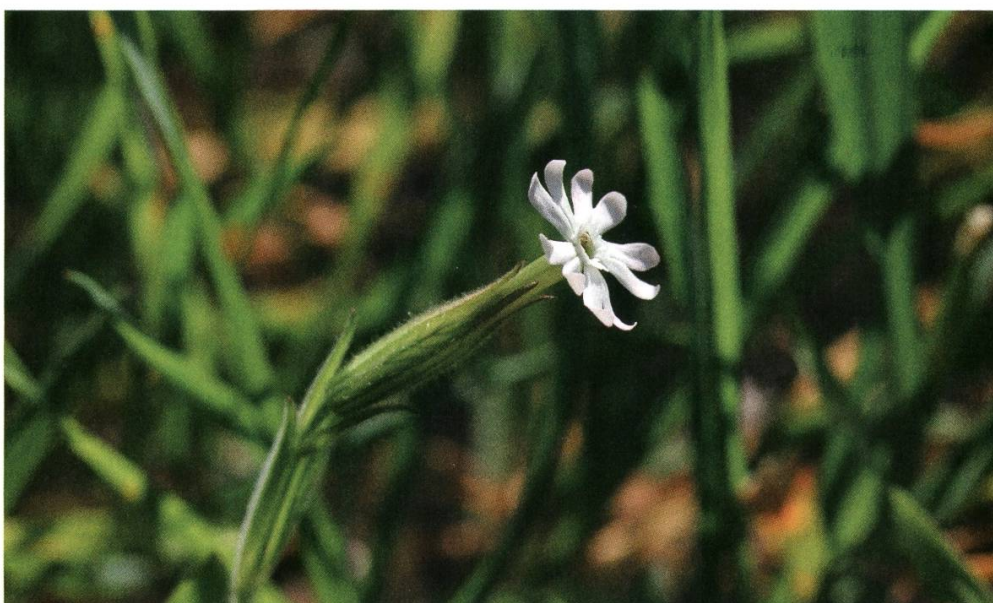
1 Einleitung

Die Erhebungen des BDM TG müssen sich aus Kosten- und Methodengründen auf eine Auswahl von wenigen Indikator-Artengruppen beschränken (*siehe auch Hipp et al. in diesem Band*). Ein wichtiges Auswahlkriterium ist die ökologische Relevanz der betreffenden Gruppe. Den Gefässpflanzen kommt dabei aus vielerlei Gründen eine überragende Bedeutung zu. Einerseits bildet die Vielfalt der Pflanzenarten und der von ihnen aufgebauten Lebensräume die existentielle Lebensgrundlage für Tiere und den Menschen. Die Interaktionen und Abhängigkeiten zwischen Tieren und Pflanzen, wie zum Beispiel die Spezialisierung von gewissen Insektenarten auf nur eine einzige Frasspflanze, sind Grundpfeiler der Biodiversität. Andererseits sind die Pflanzen als Produzenten von Biomasse und Sauerstoff nicht nur für den Menschen überlebensnotwendig, sondern erbringen vielfältige weitere Ökosystemleistungen. Die Beschreibung der vorherrschenden Pflanzenarten bildet somit quasi die Basisinformation der Erhebungen für das BDM TG.

In noch grösserem Masse als bei den Brutvögeln und Tagfaltern bilden die Pflanzenaufnahmen des BDM TG die Entwicklung der verbreiteten Pflanzenarten in der «normal genutzten» Kulturlandschaft des Kantons Thurgau ab. Zwischen 2009 und 2017 wurden im BDM TG insgesamt 846 Pflanzenarten festgestellt.

Gemäss der Datenbank von Infoflora, dem nationalen Datenzentrum für die Flora der Schweiz, liegen seit dem Jahr 2000 für insgesamt 1'330 Arten Nachweise für den Kanton Thurgau vor. Das BDM TG findet somit auf seinen 72 Untersuchungsflächen knapp zwei Drittel aller Pflanzenarten, die im Thurgau aktuell vorkommen. Dies bedeutet, dass auf nur 0,09% der Kantonsfläche fast zwei Drittel der Pflanzenarten nachgewiesen werden können, und darunter vermutlich alle, die die Normallandschaft prägen! Der Vergleich mit Infoflora zeigt, dass Arten, die im BDM TG nicht nachgewiesen wurden, meist an weniger als fünf Standorten im Kanton zu finden sind. Ausserdem sind Arten von Spezialstandorten wie Gewässern, Mooren oder Felsen unterdurchschnittlich im Bearbeitungsperimeter vertreten, da die Untersuchungsstrecken, die Transekte, nur selten solche Standorte berühren. Dass der Anteil an nachgewiesenen Arten bei Pflanzen deutlich tiefer ist als bei Tagfaltern und Vögeln mit je rund 80% der tatsächlich vorkommenden Arten, hat in erster Linie damit zu tun, dass Pflanzen – anders als die mobilen Tagfalter und Vögel – ortsgebunden sind.

Auch wenn das BDM TG bewusst als ein Monitoring der Artenvielfalt in der normal genutzten Landschaft konzipiert ist, gelingen den Feldmitarbeitenden immer wieder besondere Funde. Seit 2009 wurden immerhin 32 Pflanzenarten entdeckt, welche gemäss der Roten Liste der Schweiz (Bornand et al. 2016) gesamtschweizerisch als verletzlich bis stark gefährdet eingestuft sind. Weitere 47 Arten gelten als potenziell gefährdet. Unter den gefährdeten Arten sind auffällig viele Ackerwildkräuter zu finden. Arten wie die Acker-Lichtnelke (*Silene noctiflora* L., *Abbildung 1*) und die Roggen-Trespe (*B. secalinus* L.), ein gefährdetes Gras, kamen in mehreren Untersuchungsflächen vor. Deren Vorkommen sind wohl in einigen Fällen auch auf eingesäte Buntbrachen oder naturnahe Böschungsbegrünungen zurückzuführen.



*Abbildung 1: Unter den gefährdeten Arten sind auffällig viele Ackerwildkräuter zu finden. Arten wie die Acker-Lichtnelke (*Silene noctiflora* L.) kamen in mehreren Untersuchungsflächen vor. Foto: Thomas Stalling.*

2 Die Pflanzenvielfalt im Kanton Thurgau von 2013 bis 2017

Für die Erhebung der Pflanzenarten wurden die Transekte in den Kilometerquadraten zweimal in einer Saison von den Feldmitarbeitenden begangen. Das exakte methodische Vorgehen wird im Beitrag von *Hipp et al. in diesem Band* näher erläutert. In *Abbildung 2* ist links die Zahl der Pflanzenarten abgebildet, die von den Feldmitarbeitenden entlang der einzelnen Transekte des BDM TG zwischen 2013 und 2017 gefunden wurde. Die Spanne zwischen der artenärmsten und der artenreichsten Untersuchungsfläche lag zwischen 176 und 326 Pflanzenarten. Die Karte zeigt, dass sich die artenreichsten Flächen im Westen und Norden des Kantons finden, wogegen die artenarmen Untersuchungsflächen eher im Osten und teilweise auch im mittleren Thurgau liegen. Bei der Interpretation der vorliegenden Daten muss allerdings immer berücksichtigt werden, dass die Lage der einzelnen Untersuchungsflächen zufällig ist und somit von einer einzelnen Fläche nicht auf deren Umgebung geschlossen werden kann. Repräsentative Aussagen sind deshalb nur mit einer Mindestzahl an Flächen, am besten über die Gesamtheit eines grösseren Gebietes, sinnvoll.

Für die Karte rechts in *Abbildung 2* wurden deshalb die einzelnen Artenzahlen mit einem statistischen Modell, welches die Topographie und die Landnutzung berücksichtigt, auf die gesamte Kantonsfläche extrapoliert. Dabei fällt auf, dass sich die dunkelgrünen Gebiete mit einer hohen Pflanzenartenvielfalt mit den artenarmen, hellgrünen Gebieten in einem bunten Fleckenmuster über den Kanton verteilen. Dies steht im Gegensatz zu den Artenzahlkarten der Tagfalter und der Brutvögel, die eher grossräumige Muster und deutlichere Gradienten zwischen den Gebieten im Osten und Westen, bzw. Norden und Süden des Kantons zeigen (siehe die entsprechenden Beiträge in diesem Band). Auch bei den Pflanzen heben sich die Höhenzüge im mittleren und nördlichen Kantonsteil mit ihrer abwechslungsreicheren Topographie als besonders artenreich hervor. Ebenso weisen der Seerücken und gewisse Gebiete entlang von Untersee und Rhein eine hohe Artenvielfalt auf. Die Artenzahl bei den Pflanzen wird durch die Topographie, aber auch deutlich durch die kleinräumige Nutzungsvielfalt

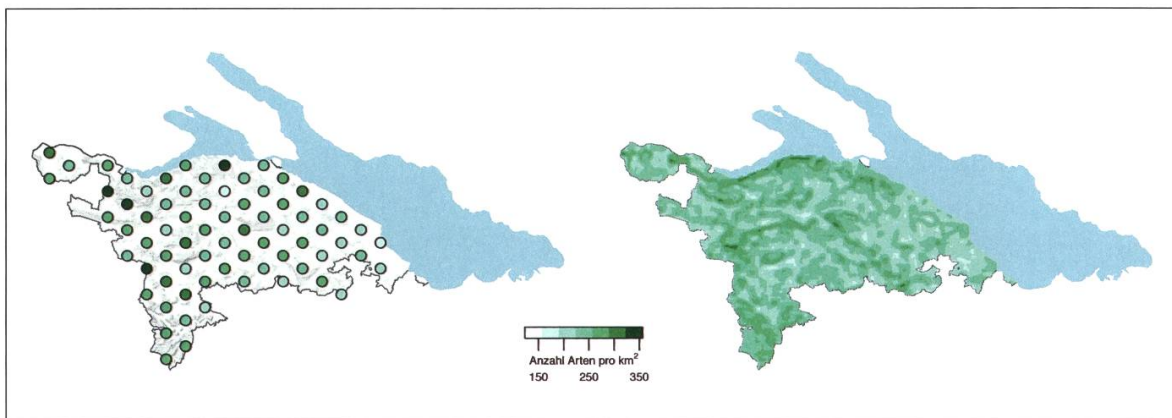


Abbildung 2: Die Pflanzenartenzahlen in den 72 Untersuchungsflächen des BDM TG (links), sowie die die daraus modellierte, flächige Artenvielfaltskarte für den Thurgau (rechts). Für den genauen Beschrieb der Methode siehe *Hipp et al. in diesem Band*. Kartengrundlage: swisstopo.

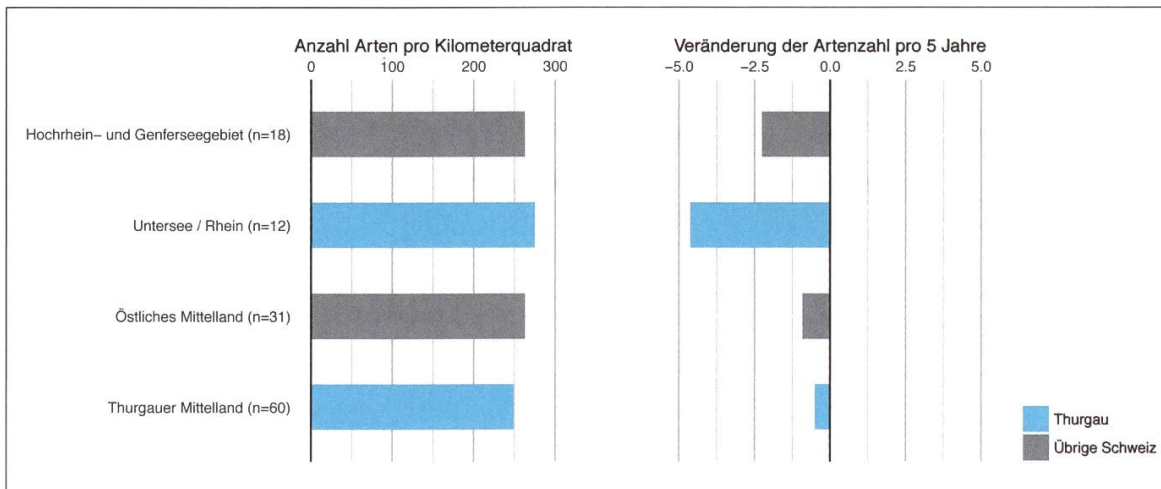


Abbildung 3: Mittlere Pflanzenanzahlen in den biogeographischen Regionen des Thurgaus im Vergleich zum Schweizer Mittelland (links) sowie Veränderung der Artenzahlen zwischen den Erhebungen von 2009 bis 2012 und von 2013 bis 2017 (rechts)

in den Kilometerquadraten geprägt. Besonders viele Pflanzen finden sich dort, wo verschiedene Nutzungstypen aufeinandertreffen und vielfältige Übergangsbiosphären bilden, wie beispielsweise stufig aufgebaute Waldränder, Säume oder Ufervegetation. Anders als bei den Tagfaltern kommen auch in den Siedlungen respektive in ihrer unmittelbaren Umgebung viele Pflanzenarten vor. So finden sich in 2 Untersuchungsflächen, die grösstenteils im Siedlungsgebiet von Frauenfeld und Weinfelden liegen, 270 bzw. 300 Pflanzenarten. In diesen Werten sind die angepflanzten Zier- und Kulturarten nicht einmal einberechnet.

Am wenigsten Arten weisen strukturarme, grossflächig intensiv genutzte Landwirtschaftsgebiete auf. Diese sind als helle Flecken in fast allen Kantonsteilen zu finden, mit einer leichten Häufung im Oberthurgau. Der Blick auf die artenärmsten Untersuchungsflächen mit weniger als 200 festgestellten Pflanzenarten zeigt, dass diese durchwegs in ebenen, intensiv genutzten Gebieten liegen und ausserdem keinen oder nur einen geringen Anteil an Wald und Gehölzstrukturen aufweisen.

3 Vergleich mit der Schweiz: Zustand und Entwicklung der Vielfalt an Pflanzen seit 2009

Die mittlere Artenzahl im BDM TG beträgt 253 Pflanzenarten pro Kilometerquadrat und ist damit praktisch identisch mit dem Durchschnitt des restlichen Schweizer Mittellandes mit 254 Arten, erhoben durch das BDM Schweiz. Unterscheidet man die festgestellten Artenzahlen nach den biogeographischen Regionen Hochrheingebiet und Mittelland (*Abbildung 3, links*), fallen die hohen Artenzahlen an Untersee und Rhein auf, die wir schon auf den Vielfaltskarten feststellen konnten: Während das Thurgauer Hochrheingebiet den Schweizer Durchschnitt überbietet, ist die Artenvielfalt im restlichen Thurgau tendenziell etwas tiefer als im Schweizer Mittelland. Prozentual gesehen sind die Unterschiede aber recht klein.

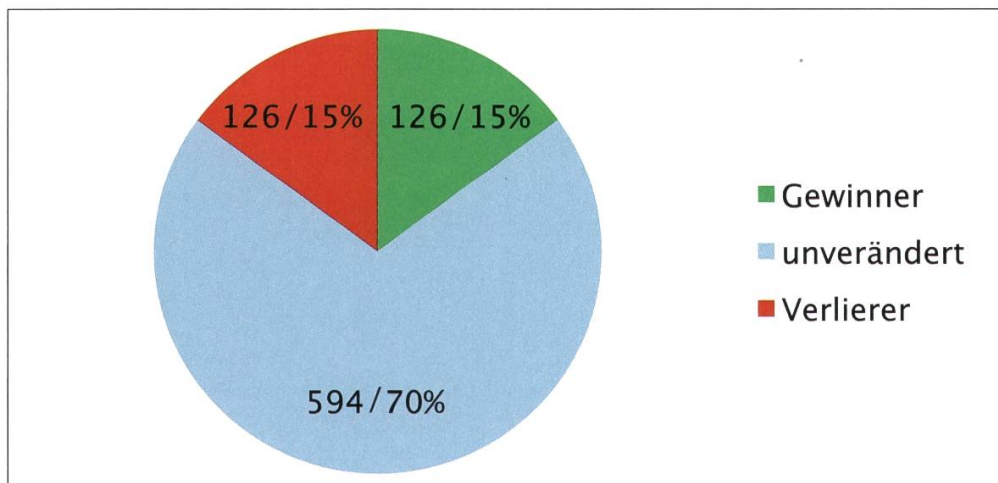


Abbildung 4: Gesamtzahl sowie prozentualer Anteil der Pflanzen, die in der Zweiterhebung häufiger («Gewinner») oder seltener («Verlierer») festgestellt wurden als in der Ersterhebung. Um zufällige oder methodenbedingte Schwankungen nicht überzubewerten, wurden für diese Zusammenstellung nur Arten als häufiger oder seltener klassiert, die ihre Verbreitung um mehr als zwei Untersuchungsflächen verändert haben. Alle übrigen Arten wurden als unverändert vorkommend betrachtet.

Betrachtet man die Veränderung der Pflanzenartenzahlen seit 2009 (Abbildung 3, rechts) stellen wir im Thurgau einen leichten Rückgang der Artenzahlen fest: Auf den zwölf Untersuchungsflächen im Gebiet Untersee-Rhein sind es knapp fünf Arten zwischen den beiden Erhebungen. Bezogen auf die mittleren Artenzahlen von mehr als 250 Pflanzen pro Kilometerquadrat sind dies allerdings nicht einmal 2 % und somit eher kleine Differenzen, welche im Bereich der methodischen Unschärfe liegen und statistisch nicht signifikant sind. Auch die gesamtschweizerischen Analysen zeigen in den vergangenen zehn Jahren insgesamt stabile Zahlen und liegen in einer ähnlichen Grössenordnung. Im Thurgauer wie auch im restlichen Schweizer Mittelland sind die Artenzahlen zwischen der ersten und der zweiten Erhebung praktisch unverändert.

Auch bei der Entwicklung der einzelnen Arten halten sich die Arten mit Zu- und Abnahmen die Waage. 126 Pflanzen, also knapp 15 % aller Arten, haben in ihrer Verbreitung zwischen der ersten und der zweiten Erhebung zugenommen. Demgegenüber wurden exakt gleich viele Arten weniger häufig festgestellt (Abbildung 4). Unter den grössten Verlierern befinden sich Pflanzen, welche auf nicht versiegelten Wegen oder kiesigen Stellen wachsen, wie die Wegwarte (*Cichorium intybus* L., Abbildung 5) und das Gemeine Leinkraut (*Linaria vulgaris* Mill.), aber auch Arten von mittelintensiv bewirtschafteten Wiesen wie das Wiesen-Schaumkraut (*Cardamine pratensis* L.) oder die Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis* L.). Mögliche Erklärungen hierfür wären, dass eine zunehmende Versiegelung von Wegen und Plätzen sowie eine weitere Intensivierung der Nutzung von Fettwiesen stattgefunden haben. Zu den Gewinnern zählen u. a. Gehölze wie der Vogelbeerbaum (*Sorbus aucuparia* L., Abbildung 6) und der Liguster (*Ligustrum vulgare* L.), die beide möglicherweise von Anpflanzungen zur Förderung der Biodiversität profitieren.



Abbildung 5: Die Wegwarte (*Cichorium intybus* L.) zählt zu den grössten Verliererinnen. Sie ist auf nicht versiegelte Wege oder kiesige Stellen angewiesen. Foto: Alfons Schmidlin.



Abbildung 6: Zu den Gewinnern zählen u. a. Gehölze wie der Vogelbeerbaum (*Sorbus aucuparia* L.), der möglicherweise von Anpflanzungen zur Förderung der Biodiversität profitiert. Foto: Alfons Schmidlin.

4 Veränderungen innerhalb verschiedener ökologischer Gruppen

Auch wenn die Anzahl an Pflanzenarten im Untersuchungszeitraum praktisch gleich geblieben ist, bedeutet dies nicht, dass sich die Flora im Thurgau nicht verändert. Verschiedene Analysen des BDM Schweiz haben gezeigt, dass sich der Klimawandel bereits in den Artengemeinschaften bemerkbar macht und trockenheits- und wärmeliebende Arten tendenziell zunehmen (siehe unten). Ausserdem nehmen gewisse Artengruppen wie Neophyten und Nährstoffzeiger zu. Auch die Feldmitarbeitenden des BDM TG stellten fest, dass sich die Flora im Thurgau allmählich verändert. Es wurde deshalb geprüft, ob mit den vorliegenden Daten des BDM TG bereits gewisse Entwicklungstendenzen aufgezeigt werden können.

Bei der Analyse besteht die Schwierigkeit, dass Veränderungen bei den Pflanzen langsamer vonstattengehen als bei den Tagfaltern und Vögeln. Sie sind in dem kurzen Beobachtungszeitraum von fünf Jahren, die zwischen den zwei Erhebungen im Thurgau liegen, nur schwer nachzuweisen. Dies hat damit zu tun, dass Pflanzenpopulationen auch unter weniger günstigen Umweltbedingungen überdauern, wenn sie an einem Standort erst einmal angewachsen sind und sich gegen die Konkurrenz etabliert haben. Umso wichtiger ist es deshalb, dass die Erhebungen des BDM TG über einen langen Zeitraum und mit den exakt gleichen Erhebungsmethoden konstant weitergeführt werden.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Interpretation von Florenveränderungen besteht darin, dass die grosse Menge von über 800 einzelnen Arten mit ihren individuellen Entwicklungen nur schwer fassbar ist und es entsprechend anspruchsvoll ist, Muster zu erkennen. Tendenzen und Entwicklungen einzelner Arten oder Artengruppen können sich überlagern oder gegenseitig aufheben und verwischen so mögliche Aussagen. Eine hilfreiche Analysemethode besteht darin, die Arten nach ökologischen Eigenschaften zu gruppieren, um beispielsweise Vegetationstypen zu charakterisieren oder – wie in unserem Fall – artenübergreifende Ursachen von Veränderungen zu entdecken. Um solche Artengruppen (Gilden) zu bilden, verwendeten wir die Gruppierungen aus der Flora Indicativa (*Landolt et al. 2010*) und prüften, ob die Entwicklung einiger Artengruppen mit möglichen Ursachen für Veränderungen korrespondiert. Für die folgenden Betrachtungen summierten wir jeweils alle Beobachtungen von Arten in der gleichen Gruppe, und zwar für die Ersterhebung (2009–2012) und die Zweiterhebung (2013–2017) und berechneten die prozentuale Entwicklung.

4.1 Licht- und Temperaturzahl

Die Licht- und die Temperaturzahl beschreibt, unter welchen Klimabedingungen die Pflanzen bevorzugt gedeihen. Jede Art erhält dabei einen Wert zwischen 1 und 5 zugewiesen, wobei 1 für kalte (alpine) bzw. sehr schattige Wuchsbedingungen steht, während der Wert 5 die Arten von sehr warmen und hellen Standorten beschreibt. Die beiden Werte sind nicht voneinander unabhängig, da z. B. eine grosse Lichteinstrahlung auch eine grosse Wärmeeinstrahlung bedeutet. Das BDM Schweiz konnte in einer seiner Analysen zeigen, dass die mittlere

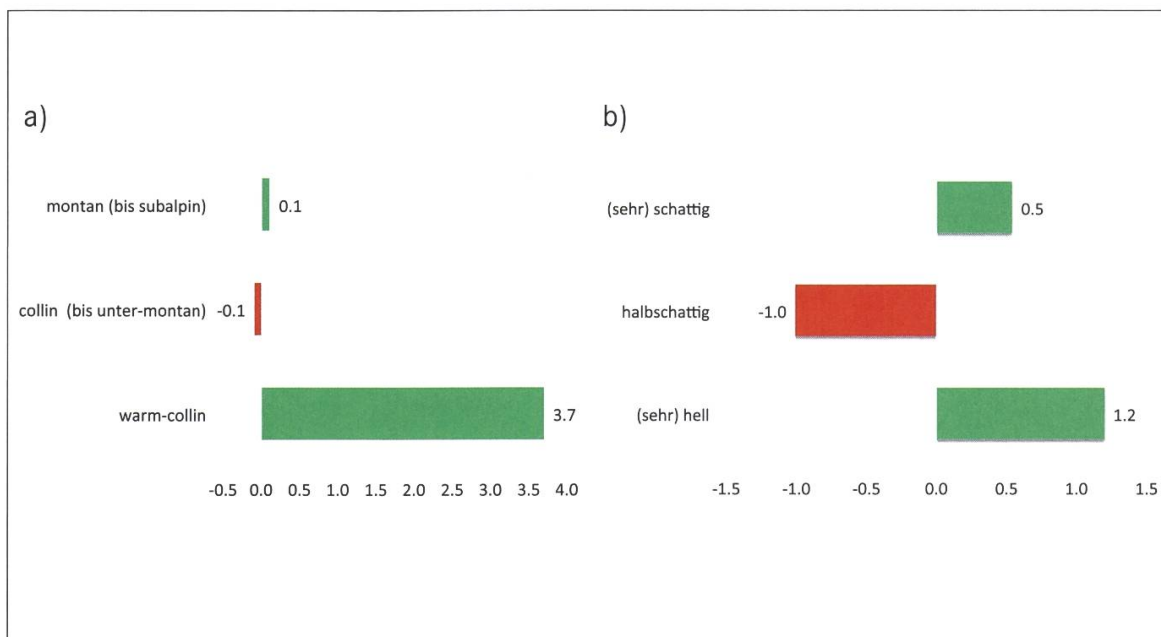


Abbildung 7 a) und b): Prozentuale Entwicklung der Pflanzenvorkommen im BDM TG gruppiert nach der Temperaturzahl (7 a) und der Lichtzahl (7 b) gemäss Flora indicativa

Temperaturzahl der Pflanzenarten in den untersuchten Kilometerquadraten gestiegen ist (Roth et al. 2014). Das Diagramm in *Abbildung 7 a)* zeigt, dass auch im Thurgau eine entsprechende Tendenz zu erkennen ist. Die wärmeliebenden Arten der collinen Stufe (Temperaturzahlen > 4) zeigen eine Zunahme, während sich die Verbreitung der Pflanzen von gemässigten und kühleren Standorten kaum verändert hat.

Etwas überraschend verläuft die Entwicklung der Pflanzengemeinschaften, wenn man die Lichtzahl in *Abbildung 7 b)* betrachtet. Hier zeigt sich nämlich, dass nicht nur die Arten von offenen und hellen, sondern auch jene von schattigen Standorten zunehmen. Eine Abnahme zeigen dagegen jene Pflanzen, die halbschattige Verhältnisse bevorzugen, also z. B. entlang von Säumen, Waldrändern oder in lichten Wäldern vorkommen. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass die Grenzen zwischen den einzelnen Landnutzungen schärfer werden und extensiv genutzte Flächen wie Streuobstflächen oder verbuschte Weiden und Übergangsräume wie Hochstauden und Säume im Thurgau abgenommen haben. Im Wald haben zwar die Verjüngungsflächen nach dem Orkan Lothar und den Käferschäden der frühen 2000er-Jahre wieder abgenommen; ebenfalls gingen die Holznutzungen ab 2008 wieder zurück. Ob dies bereits mit der Zunahme der Pflanzen schattiger Standorte zu verknüpfen ist, kann auf der bisher vorliegenden Datengrundlage des BDM TG nur vermutet, aber nicht belegt werden. Diese Entwicklung könnte zudem auch vom permanent hohen Nährstoffeintrag (vgl. nachstehend Ziffer 4.2) mit beeinflusst werden (pers. Mitteilung Gerold Schwager, Forstamt Thurgau). Dieser Befund würde sich mit der Entwicklung bei den Tagfaltern decken, bei denen ebenfalls eine Abnahme einiger Tagfalterarten von halboffenen, lichten Waldstandorten festzustellen ist (siehe Beitrag zu den Tagfaltern von Plattner in diesem Band).

4.2 Nährstoffzahl

Ein weiterer wichtiger Faktor, der für Veränderungen der Flora verantwortlich ist, ist die Nährstoffzufuhr durch direkte Düngung, aber auch durch den Eintrag von Stickstoffverbindungen aus der Luft. Letzteres ist besonders folgenreich, da dies auch landwirtschaftlich nicht genutzte Gebiete wie Wälder oder Moore betrifft. Im östlichen Mittelland werden pro Jahr allein aus der Luft 20 bis 40 Kilogramm Stickstoff pro Hektare eingebracht, was in etwa einer traditionellen jährlichen Hofdüngergabe entspricht (Flisch et al. 2009). Grosse Bereiche des Thurgaus gehören auch gesamtschweizerisch zu den Gebieten mit der höchsten Grenzwertüberschreitung beim Stickstoffeintrag (BAFU 2014). Eine Analyse von Daten des BDM Schweiz hat gezeigt, dass der Nährstoffeintrag durch die Luft zum Verschwinden von sensiblen Arten führt und damit die Bemühungen des Naturschutzes zunichtemachen kann (Roth et al. 2013). Betrachtet man die Entwicklung der Pflanzenvorkommen im BDM TG, so zeigt sich ein Rückgang bei Arten, die auf nährstoffarme Bedingungen angewiesen sind, während Arten, die eher nährstoffreiche Standorte bevorzugen, leicht zunehmen (Abbildung 8 a)).

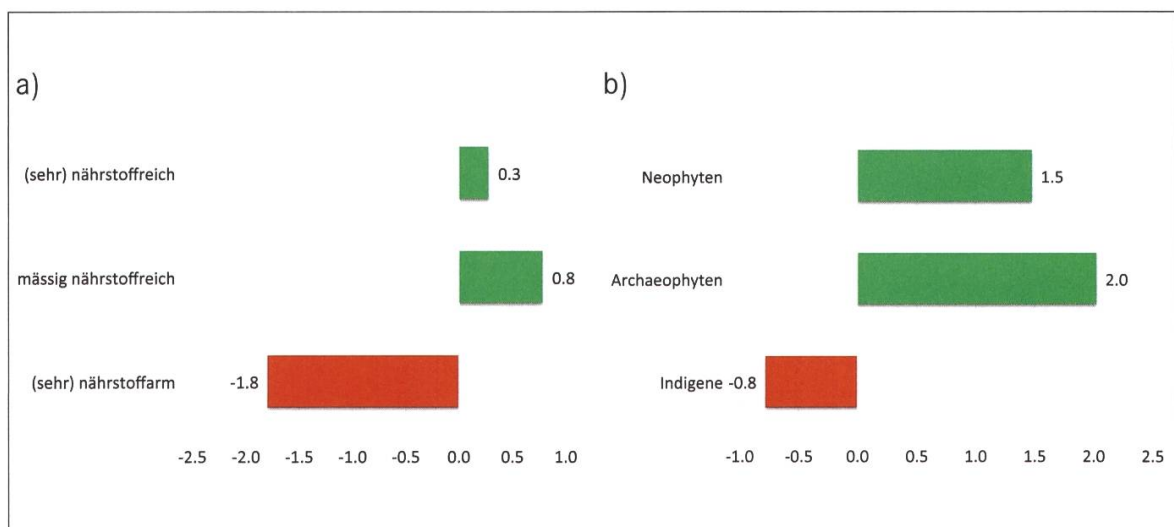


Abbildung 8 a) und 8 b): Prozentuale Entwicklung der Pflanzenvorkommen im BDM TG gruppiert nach der Nährstoffzahl (8 a)) und nach Art und Zeit der Einwanderung (8 b)) gemäss Flora indicativa (Archaeophyten: eingeschleppt vor 1500; Neophyten: eingeschleppt nach 1500)

4.3 Indigene Arten, Archaeo- und Neophyten

Ein Thema, das seit geraumer Zeit grosse Beachtung findet, ist die Ausbreitung von Pflanzenarten, die vom Menschen eingebracht oder eingeschleppt wurden. Bei Arten, bei denen dies nach dem Jahr 1500 geschah, spricht man von Neophyten. Es ist zu beachten, dass längst nicht alle Neophyten ein invasives Verhalten zeigen und die einheimische Flora gefährden. Insgesamt zählt die Schweizer Flora ungefähr 500 bis 600 Neophyten, wovon aktuell 58 Arten als invasive oder potenziell invasive Neophyten auf der Schwarzen Liste respektive der Watch List geführt werden (Info Flora 2014). Die häufigsten invasiven Neophyten im Thurgau sind das Einjährige Berufskraut (*Erigeron annuus* (L.) Desf.), das auf drei Viertel aller Untersuchungsflächen gefunden wurde, die Kanadische Goldrute (*Solidago*



Abbildung 9: Die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis* agg.) zählt zu den häufigsten invasiven Neophyten im Thurgau. Foto: Alfons Schmidlin.

canadensis agg., Abbildung 9) und der Sommerflieder (*Buddleja davidii* Franch.), die auf 48 bzw. 25 Untersuchungsflächen zu finden waren.

Auch wenn die Bekämpfung der invasiven Arten erste Erfolge zeigt und beispielsweise die Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) im BDM TG nicht mehr festgestellt werden konnte, nehmen die Neophytennachweise insgesamt zu (Abbildung 8 b)). Die Zahl der einheimischen (indigenen) Arten ging im Beobachtungszeitraum dagegen leicht zurück. Interessant ist, dass neben den Neophyten auch die Archaeophyten, also Pflanzenarten, die bereits vor dem Jahr 1500 durch den Menschen eingeführt wurden, zunahmen. Hierzu gehören viele Arten unserer Kulturlandschaft wie beispielsweise die Kornblume (*Centaurea cyanus* L.). Da beide Artengruppen häufig ruderale Lebensräume besiedeln und wärmeliebend sind, ist anzunehmen, dass sie sowohl von der Klimaerwärmung wie auch von der Bautätigkeit und der Verschleppung durch den Menschen profitieren.

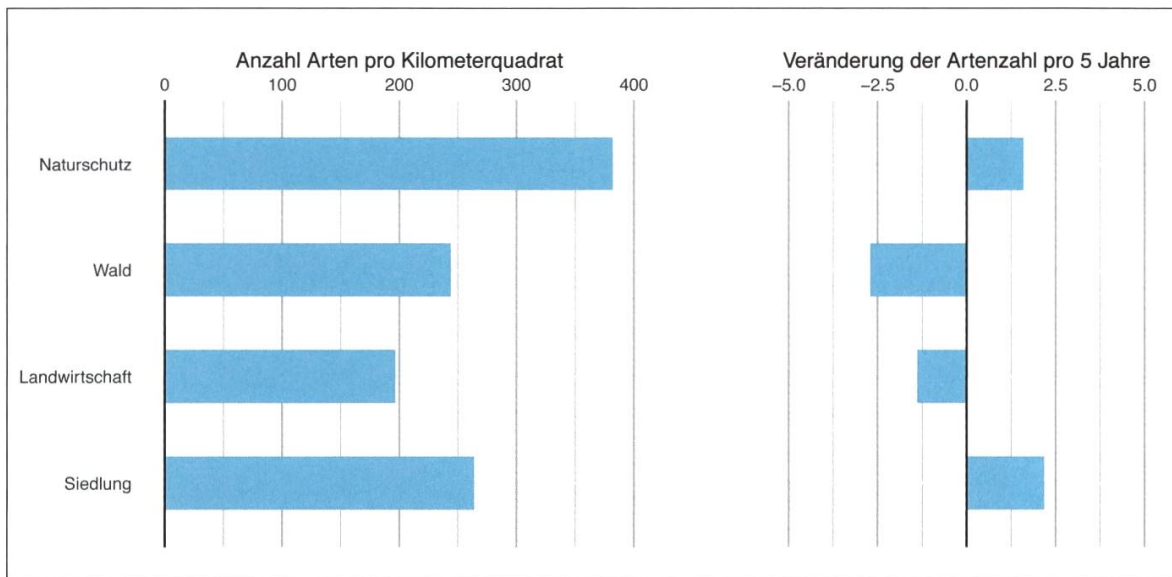


Abbildung 10: Mittlere Pflanzenartenzahlen in Naturschutzflächen und in den drei landschaftlichen Hauptnutzungen (links) sowie Veränderung der Artenzahlen in denselben Flächentypen zwischen den Erhebungen von 2009 bis 2012 und von 2013 bis 2017 (rechts)

5 Entwicklung der Artenzahlen in den unterschiedlichen Landschaftsnutzungen

Die Grafik in *Abbildung 10* vergleicht die mittleren Pflanzenartenzahlen und ihre Entwicklung in den Hauptlebensräumen und Naturschutzgebieten. Wenig überraschend finden sich die meisten Pflanzen – fast 400 Arten – in den Naturschutzgebieten. Die Entwicklung über den Beobachtungszeitraum ist leicht positiv. Allerdings sind diese Zahlen grobe Schätzungen, da sie auf einer Hochrechnung von insgesamt nur neun Untersuchungsgebieten beruhen. Viel präziser sind dagegen die Artenzahlen in den Hauptlandschaftsnutzungen Wald, Landwirtschaft und Siedlung, wo jeweils rund 50 Flächen für die Analysen zur Verfügung stehen. Um sie miteinander vergleichen zu können, wurden die Werte auf die Fläche von einem Quadratkilometer hochgerechnet. Angaben zum Vorgehen finden sich im Beitrag von *Hipp et al.* (in diesem Band).

Die höchsten Artenzahlen pro Kilometerquadrat werden mit über 250 Pflanzen im Siedlungsgebiet erreicht. Etwas weniger Arten finden sich im Wald, und nur noch knapp 200 Arten im durchschnittlichen Landwirtschaftsgebiet. Betrachtet man die Veränderung der Artenzahlen bei Pflanzen über die letzten zehn Jahre, stellen wir im Siedlungsraum eher eine leichte Zunahme fest, während im Wald und im Landwirtschaftsgebiet eine Abnahme zu verzeichnen ist. Diese Tendenzen sind prozentual gesehen allerdings nur schwach ausgeprägt und müssen weiter beobachtet werden. Immerhin ist auffallend, dass sie mit den Veränderungen in den verschiedenen ökologischen Gruppen übereinstimmen (siehe oben). Gerade die Zunahme der Artenzahlen im Siedlungsgebiet stimmt damit gut mit der festgestellten Zunahme von wärme- und lichtliebenden Arten mit höherem Nährstoffbedarf überein.

6 Weitverbreitete Pflanzenarten und Lebensraumspezialisten

Bei den Pflanzen ist die Zahl der weitverbreiteten Arten deutlich grösser als bei den Tagfaltern und Vögeln. Insgesamt 164 der Arten kommen im Wald, im Landwirtschaftsgebiet und in der Siedlung etwa gleich häufig vor (vgl. *Abbildung 11*). 25 Pflanzenarten wurden sogar in allen 72 Untersuchungsquadraten gefunden und sind somit flächendeckend über den Thurgau verbreitet. Diese sehr häufigen Arten sind wenig spezifisch in Bezug auf ihre ökologischen Ansprüche und besiedeln oft verschiedene Lebensräume. Oft handelt es sich auch um Artengruppen oder Sammelarten, die ökologisch differenzierte Klein- und Unterarten bilden, die an unterschiedliche Lebensraumbedingungen angepasst sein können. *Tabelle 1* zeigt die zehn im BDM TG am häufigsten gefundenen Arten und zwar nicht nur bezogen auf die Vorkommen in den Kilometerquadraten, sondern gesamthaft in den einzelnen Landschaftsnutzungen Wald, Landwirtschaft mit und ohne Vernetzung sowie Siedlung. Die am weitesten verbreitete Art, der Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg., *Abbildung 12*), konnte beispielsweise in über 99 % aller untersuchten Transektabschnitte gefunden werden. Auffallend ist, dass in der Liste durchwegs Pflanzen zu finden sind, die nährstoffreiche und vom Menschen beeinflusste Lebensräume besiedeln. Hierzu dürfte – neben ihrer Häufigkeit – der Umstand beitragen, dass die Erhebungen des BDM TG in der Regel entlang von Strassen und Wegen erfolgen, wo diese Lebensräume häufig zu finden sind.

Artnamen, deutsch	Artnamen, wissenschaftlich	Vorkommen in % 2009–2012	Vorkommen in % 2013–2017	Vorkommen in % Differenz
Englisches Raygras	<i>Lolium perenne</i>	95.8	98.1	2.3
Rot-Klee	<i>Trifolium pratense</i> s.l.	94.4	96.3	1.9
Gewöhnliche Gundelrebe	<i>Glechoma hederacea</i> s.l.	94.4	96.3	1.9
Gemeines Knäuelgras	<i>Dactylis glomerata</i>	98.1	99.5	1.4
Kriechender Klee	<i>Trifolium repens</i>	97.7	98.1	0.5
Gewöhnlicher Breit-Wegerich	<i>Plantago major</i> s.l.	97.7	98.1	0.5
Kriechendes Fingerkraut	<i>Potentilla reptans</i>	95.3	95.8	0.5
Gebräuchlicher Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i> agg.	99.5	99.1	-0.5
Gemeines Rispengras	<i>Poa trivialis</i> s.l.	98.1	96.3	-1.9
Einjähriges Rispengras	<i>Poa annua</i>	99.5	97.2	-2.3

Tabelle 1: Die zehn häufigsten im BDM TG festgestellten Pflanzenarten. Die Prozentangaben (Werte gerundet) beziehen sich auf die Gesamtzahl aller Transektabschnitte in den Hauptnutzungen (n tot = 214). Lesebeispiel: Der Kriechende Klee wurde während der Ersterhebung zwischen 2009 und 2012 in 97.7% der total 214 Transektabschnitte festgestellt, bei der Zweiterhebung zwischen 2013 und 2017 in 98.1 %, was einer Zunahme von 0.5 Prozentpunkten entspricht.

Neben den weit verbreiteten Arten gibt es dennoch viele Arten, die deutliche Vorlieben für eine oder zwei der Landschaftsnutzungen zeigen. Dabei ist bei der Interpretation der Daten zu beachten, dass die unterschiedenen Landschaftsnutzungen keine Lebensräume im engeren Sinn sind, sondern Landschaftseinheiten, die jeweils verschiedene Vegetationstypen umfassen: In den Landwirtschaftsflächen können z. B. auch Feldgehölze, Gewässer, einzelne Siedlungsstrukturen und Brachflächen liegen, in Siedlungsflächen andererseits auch einzelne Wiesen, Äcker oder Gehölzbestände (siehe Hipp et al. in diesem Band).

Für die *Abbildung 11* wurden alle 761 zwischen 2013 und 2017 beobachteten Pflanzenarten einer Landschaftsnutzung zugeordnet, wenn mehr als die Hälfte ihrer Beobachtungen auf diese entfielen. Die Grafik zeigt, dass weitaus am meisten der spezialisierten Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt im Wald haben, gefolgt von der Siedlung. Deutlich weniger Spezialisten finden sich im Landwirtschaftsgebiet.

6.1 Pflanzenarten im Wald

Tabelle 2 zeigt die 10 am weitesten verbreiteten der insgesamt 222 festgestellten Waldpflanzen. Darunter finden sich Bäume wie die Fichte (*Picea abies* (L.) H. Karst.) und die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.), Sträucher wie die Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum* L., *Abbildung 13*) und verschiedene Krautpflanzen. Das häufigste Kraut ist das Busch-Windröschen (*Anemone nemorosa* L., *Abbildung 14*),

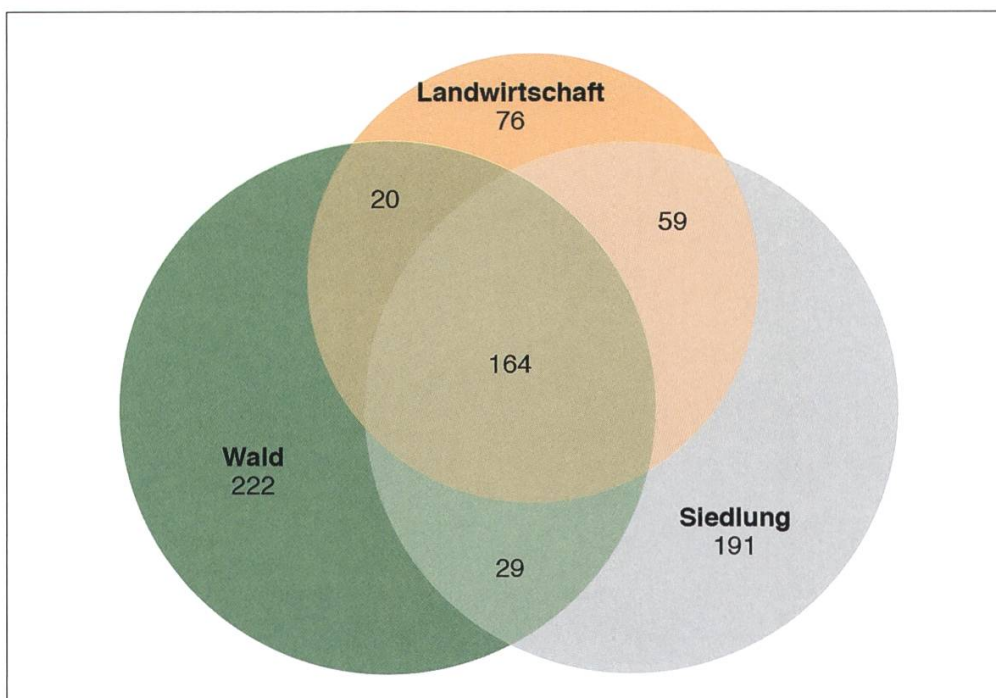


Abbildung 11: Lebensraumpräferenzen der im BDM TG zwischen 2013 und 2017 gefundenen Pflanzenarten. Eine Überschneidung mit einem zweiten Nutzungstyp ergab sich dort, wo dieser mehr als ein Drittel aller Nachweise ausmachte. 164 Arten zeigen keine eindeutige Präferenz und kommen in allen drei Hauptnutzungen etwa gleich häufig vor. Lesebeispiel: 222 Arten kommen bevorzugt im Wald vor, 29 Arten sowohl im Wald und in der Siedlung und 20 Arten sowohl im Wald wie auch im Landwirtschaftsgebiet.



Abbildung 12: Die am weitesten verbreitete Art, der Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.), konnte in fast allen untersuchten Transektabschnitten gefunden werden. Foto: Alfons Schmidlin.



Abbildung 13: Die Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum* L.) zählt zu den zehn am weitesten verbreiteten der insgesamt 222 festgestellten Waldpflanzenarten. Foto: Alfons Schmidlin.

von dem aber nur 48% der Vorkommen im Wald liegen. Daneben kommt es auch verbreitet z. B. in Gärten und Parks im Siedlungsgebiet oder entlang von Gehölzen im Landwirtschaftsgebiet vor. Neben diesen weitverbreiteten Arten finden unsere Feldbotanikerinnen und -botaniker natürlich auch die eine oder andere Besonderheit. So wurde der prächtige Türkenbund (*Lilium martagon* L., *Abbildung 15*) immerhin in 7 der 72 Untersuchungsflächen festgestellt und es konnten sogar einige seltene Waldorchideen wie die Purpurorchis (*Orchis purpurea* Huds.) und der Frauenschuh (*Cypripedium calceolus* L.) entdeckt werden.

6.2 Pflanzenarten in der Siedlung

Wie bereits erwähnt, ist das Siedlungsgebiet aus botanischer Sicht keine Wüste, sondern ganz im Gegenteil reich an Pflanzen vielfältiger Herkunft. Die Mehrzahl der Arten wächst jedoch nicht in den oft sterilen Vorgärten und Rabatten. Die besonderen und seltenen Arten wachsen meist auf unbeachteten Restflächen, wie nicht gedüngte Grasböschungen oder Ruderalflächen in Industrie- und Eisenbahnarealen. Zu diesen Seltenheiten, welche im BDM TG gefunden wurden, gehören der Trauben-Gamander (*Teucrium botrys* L.) und die Mauer-Doppelsame (*Diplotaxis muralis* (L.) DC.).

Auch wenn das BDM TG auf die Erhebung der einheimischen Arten fokussiert ist, sollen die Resultate auch den generellen Wandel dokumentieren, den die Flora durchmacht. Gerade heute werden durch den globalen Personen- und Warenverkehr mehr Pflanzen verschleppt als je zuvor und manche Arten können dank der Klimaerwärmung inzwischen auch im Thurgau gedeihen, was noch vor wenigen

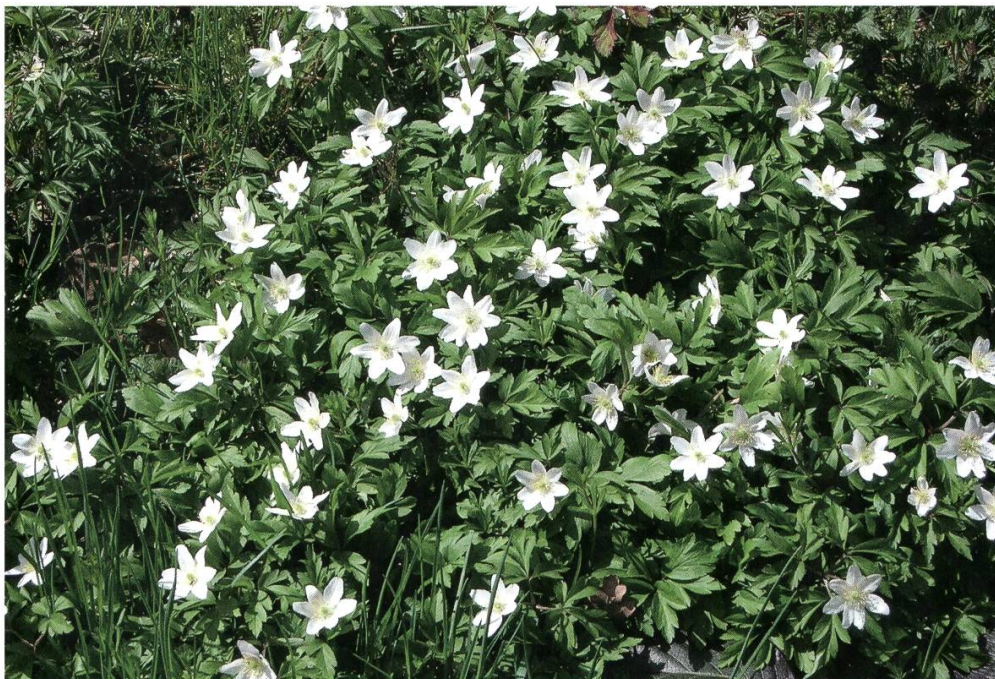


Abbildung 14: Die häufigste Krautpflanze im Wald ist das Busch-Windröschen (*Anemone nemorosa* L.), von dem aber nur 48% der Vorkommen im Wald liegen. Ausser im Wald kommt es auch verbreitet z. B. in Gärten und Parks in der Siedlung oder entlang von Gehölzen im Landwirtschaftsgebiet vor. Foto: Alfons Schmidlin.

Artnamen, deutsch	Artnamen, wissenschaftlich	Vorkommen in % 2009–2012	Vorkommen in % 2013–2017	Anteil Wald in %
Busch-Windröschen	<i>Anemone nemorosa</i>	90	88	48
Fichte	<i>Picea abies</i>	88	86	69
Rote Heckenkirsche	<i>Lonicera xylosteum</i>	86	86	59
Wald-Veilchen	<i>Viola reichenbachiana</i> agg.	78	83	58
Grosses Hexenkraut	<i>Circaea lutetiana</i>	85	83	53
Schwarzdorn	<i>Prunus spinosa</i>	78	83	45
Rot-Buche	<i>Fagus sylvatica</i>	83	81	56
Feld-Rose	<i>Rosa arvensis</i>	75	80	70
Wald-Ziest	<i>Stachys sylvatica</i>	78	80	69
Vielblütiges Salomonssiegel	<i>Polygonatum multiflorum</i>	78	78	79

Tabelle 2: Die zehn häufigsten im BDM TG gefundenen Waldpflanzen. Die Prozentangaben der Vorkommen beziehen sich auf die Transektstrecken im Wald. Der «Anteil Wald in %» gibt an, welcher Anteil aller Beobachtungen von den Transektstrecken im Wald stammt und ist somit ein Hinweis auf die Lebensraumspezialisierung der Art. Lesebeispiel: Die Fichte wurde während der Ersterhebung zwischen 2009 und 2012 in 88 % der total 59 Transektabschnitte im Wald festgestellt bei der Zweiterhebung zwischen 2013 und 2017 in 86 %. Der Anteil der Vorkommen im Wald betrug dabei 69 % aller Beobachtungen.

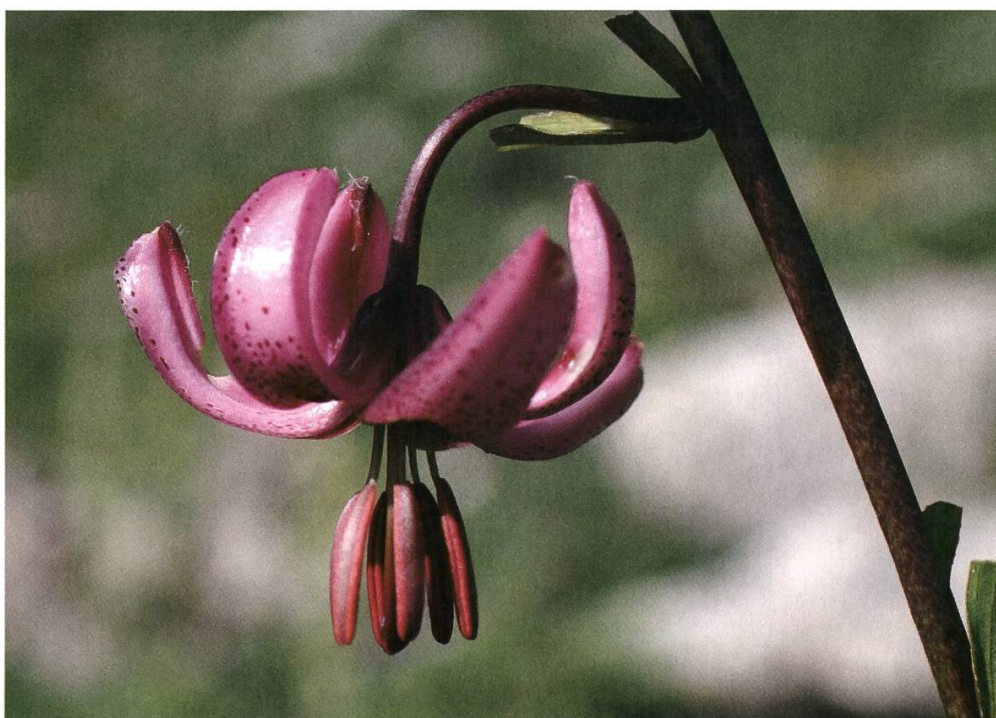


Abbildung 15: Der prächtige Türkenbund (*Lilium martagon* L.) wurde in 7 der 72 Untersuchungsflächen festgestellt. Foto: Alfons Schmidlin.

Artnamen, deutsch	Artnamen, wissenschaftlich	Vorkommen in % 2009–2012	Vorkommen in % 2013–2017	Anteil Siedlung in %
Niederliegendes Mastkraut	<i>Sagina procumbens</i>	93	93	67
Kanadisches Berufskraut	<i>Conyza canadensis</i> agg.	86	91	41
Bluthirse	<i>Digitaria sanguinalis</i>	86	86	39
Garten-Wolfsmilch	<i>Euphorbia peplus</i>	77	84	51
Kleines Liebesgras	<i>Eragrostis minor</i>	82	82	57
Quendelblättriges Sandkraut	<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	64	80	49
Gehörnter Sauerklee	<i>Oxalis corniculata</i>	66	80	76
Zweijährige Nachtkerze	<i>Oenothera biennis</i> agg.	68	75	48
Wiesen-Ferkelkraut	<i>Hypochaeris radicata</i>	61	73	42
Portulak	<i>Portulaca oleracea</i>	70	73	67

Table 3: Die zehn häufigsten im BDM TG erfassten Siedlungspflanzen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Vorkommen in der Siedlung. Der «Anteil Siedlung in %» gibt an, welcher Anteil aller Beobachtungen von den Transektstrecken in der Siedlung stammt und ist somit ein Hinweis auf die Lebensraumspezialisierung der Art. Lesebeispiel: Das Niederliegende Mastkraut wurde während der Ersterhebung zwischen 2009 und 2012 in 93 % der total 44 Transektabschnitte in der Siedlung festgestellt, bei der Zweiterhebung zwischen 2013 und 2017 ebenfalls. Der Anteil der Vorkommen in der Siedlung betrug dabei 67 % aller Beobachtungen.

Jahren unmöglich war. Um auch diese Veränderungsprozesse zu dokumentieren, werden im BDM TG alle Pflanzenarten erfasst, die sich ohne menschliche Hilfe in der freien Natur vermehren und ausbreiten können. Hierzu wird die Artenliste alle fünf Jahre überprüft und nötigenfalls erweitert. Ein Blick auf die Liste der häufigsten im Siedlungsgebiet vorkommenden Arten in *Table 3* zeigt, dass unter den zehn häufigsten Arten keine einzige vertreten ist, die ursprünglich im Thurgau einheimisch war. Alle Arten auf der Liste gehören zu den Archaeophyten bzw. Neophyten, die erst durch menschliche Tätigkeiten im Thurgau heimisch geworden sind.

6.3 Pflanzenarten im Landwirtschaftsgebiet

Mit 76 Arten ist die Zahl der charakteristischen, wildwachsenden Landwirtschaftspflanzen überraschend gering (*vgl. Abbildung 11*). Dies hat damit zu tun, dass dort relativ wenige, dafür aber häufige Arten die Vegetation prägen, wie z. B. einige Gräser. Viele davon sind weit verbreitet und kommen auch in der Siedlung, in Säumen oder lichten Wäldern vor. Um die typischen Arten für verschiedene Lebensraumtypen im Landwirtschaftsgebiet zu definieren, verwendeten wir die Lebensraumzuordnung aus der Flora indicativa (*Landolt et al. 2010*) sowie die Artenliste der Umweltziele Landwirtschaft (*BAFU & BLW 2008*).

Table 4 a) bis c) zeigt die acht am häufigsten im BDM TG erfassten Pflanzenarten der Magerwiesen (*4 a)*) und Fettwiesen (*4 b)*) sowie der Äcker und Ruderal-

a)

Artnamen, deutsch	Artnamen, wissenschaftlich	Vorkommen in % 2009–2012	Vorkommen in % 2013–2017	Vorkommen in % Differenz
Möhre	<i>Daucus carota</i>	69.3	75.4	6.1
Aufrechte Trespe	<i>Bromus erectus s.l.</i>	58.8	58.8	0.0
Knolliger Hahnenfuss	<i>Ranunculus bulbosus</i>	42.1	45.6	3.5
Kleiner Wiesenknopf	<i>Sanguisorba minor s.l.</i>	40.4	44.7	4.4
Fieder-Zwenke	<i>Brachypodium pinnatum</i>	51.8	39.5	-12.3
Mittlerer Wegerich	<i>Plantago media</i>	32.5	35.1	2.6
Wiesen-Salbei	<i>Salvia pratensis</i>	30.7	32.5	1.8
Zypressenblättrige Wolfsmilch	<i>Euphorbia cyparissias</i>	30.7	30.7	0.0

Tabelle 4 a): Die häufigsten Pflanzenarten der Magerwiesen (Erläuterungen und Lesebeispiel siehe Legende auf nachfolgender Seite)

b)

Artnamen, deutsch	Artnamen, wissenschaftlich	Vorkommen in % 2009–2012	Vorkommen in % 2013–2017	Vorkommen in % Differenz
Spitzwegerich	<i>Plantago lanceolata</i>	98.2	99.1	0.9
Massliebchen	<i>Bellis perennis</i>	98.2	97.4	-0.9
Gersten-Trespe	<i>Bromus hordeaceus</i>	91.2	94.7	3.5
Italienisches Raygras	<i>Lolium multiflorum</i>	78.9	93.9	14.9
Gewöhnliches Hornkraut	<i>Cerastium fontanum s.l.</i>	97.4	93.0	-4.4
Französisches Raygras	<i>Arrhenatherum elatius</i>	96.5	92.1	-4.4
Kleinköpfiger Pippau	<i>Crepis capillaris</i>	81.6	92.1	10.5
Gemeine Schafgarbe	<i>Achillea millefolium agg.</i>	91.2	90.4	-0.9

Tabelle 4 b): Die häufigsten Pflanzenarten der Fettwiesen (Erläuterungen und Lesebeispiel siehe Legende auf nachfolgender Seite)

standorte (4 c)): Pflanzen, die gemäss Tabelle 1 auch in anderen Lebensraumtypen weit verbreitet sind, wurden ausgeschlossen. Auffallend ist, dass nur die Arten der Fettwiesen mit jeweils über 90% kantonsweit verbreitet sind. Unter den typischen Arten der Magerwiesen und des Ackerlandes wurden auch die häufigeren Arten teilweise nur noch in jeder zweiten oder dritten Untersuchungsfläche festgestellt. Allerdings sind gewisse Acker- und Magerwiesenpflanzen in den letzten Jahren auch wieder häufiger geworden. Es ist gut möglich, dass

Artnamen, deutsch	Artnamen, wissenschaftlich	Vorkommen in % 2009–2012	Vorkommen in % 2013–2017	Vorkommen in % Differenz
Feld-Ehrenpreis	<i>Veronica arvensis</i>	79.8	83.3	3.5
Knäuel-Hornkraut	<i>Cerastium glomeratum</i>	64.0	73.7	9.6
Acker-Vergissmeinnicht	<i>Myosotis arvensis</i>	68.4	69.3	0.9
Schlitzblättriger Storchschnabel	<i>Geranium dissectum</i>	40.4	49.1	8.8
Hundspetersilie	<i>Aethusa cynapium</i>	38.6	41.2	2.6
Klatsch-Mohn	<i>Papaver rhoeas</i>	28.9	38.6	9.6
Wilde Sumpfkresse	<i>Rorippa sylvestris</i>	28.1	27.2	-0.9
Acker-Gauchheil	<i>Anagallis arvensis</i>	35.1	27.2	-7.9

Tabelle 4 c): Die häufigsten Pflanzenarten der Ackerflächen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Vorkommen im Landwirtschaftsgebiet mit und ohne Vernetzung. Lesebeispiel: Die Möhre wurde während der Ersterhebung zwischen 2009 und 2012 in 69.3% der Transektabschnitte im Landwirtschaftsgebiet festgestellt, bei der Zweiterhebung zwischen 2013 und 2017 in 75.4%, was einer Zunahme von 6.1 Prozentpunkten entspricht.

diese Arten von Ansaaten und anderen Massnahmen zur Biodiversitätsförderung profitieren. Ein Hinweis darauf ist die Tatsache, dass teilweise unterschiedliche Entwicklungen in den Landwirtschaftsgebieten mit und ohne Vernetzungsfunktion bestehen – mehr hierzu im Beitrag von Plattner et al. (in diesem Band).

7 Literatur

- BAFU & BLW, 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern, 221 pp.
- BAFU, 2014: Stickstoff – Segen und Problem. Magazin «Umwelt» 2/2014, Bundesamt für Umwelt, Bern, 64 pp.
- Bornand C., Gyax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H. & Eggenberg S., 2016: Rote Liste Gefässpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. – Bundesamt für Umwelt, Bern, und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621, 178 pp.
- Flisch R., Sinaj S., Charles R. & Richner, W., 2009: Düngungsnormen. – Agrarforschung Schweiz 2, 80 pp.
- Hipp, R., Plattner, M. & Roth, T., 2018: Ein Kontrollinstrument für die Entwicklung der Landschaft: Ziele und Methoden des Biodiversitätsmonitorings Thurgau. – In: «Das Biodiversitätsmonitoring Thurgau. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Erhebungen von 2009 bis 2012 und von 2013 bis 2017», Geisser, H. & Hipp, R., 2018 (Hrsg.), 13–28 – Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 69.
- Info Flora, 2014: Liste der gebietsfremden invasiven Pflanzen der Schweiz, Chambésy-Genève, 2 pp.

- *Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmler, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F., Theurillat, J.-P., Urmì, E., Vust, M. & Wohlgemuth, T., 2010: Flora indicativa: ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. – Bern, Verlag Haupt, 378 pp.*
- *Plattner, M., 2018: Von Gewinnern und Verlierern: Zustand und Entwicklung der Tagfaltervielfalt im Thurgau seit 2009. – In: «Das Biodiversitätsmonitoring Thurgau. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Erhebungen von 2009 bis 2012 und von 2013 bis 2017», Geisser, H. & Hipp, R., 2018 (Hrsg.), 55–72 – Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 69.*
- *Plattner, M., Roth, T. & Moser, N., 2018: Das Thurgauer Vernetzungsprojekt zeigt erste positive Auswirkungen auf die Biodiversität. – In: «Das Biodiversitätsmonitoring Thurgau. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Erhebungen von 2009 bis 2012 und von 2013 bis 2017», Geisser, H. & Hipp, R., 2018 (Hrsg.), 127–104 – Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 69.*
- *Roth, T., Kohli, L., Rihm, B. & Achermann, B., 2013: Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. – Agriculture, Ecosystems & Environment, 178, 121–126.*
- *Roth, T., Plattner, M. & Amrhein, V., 2014: Plants, birds and butterflies: short term responses of species communities to climate warming vary by taxon and with altitude. – PlosOne: 9(1)*

