



Zusatzanalysen BDM TG – Ergänzung zum Jahresbericht 2021

Frauenfeld im Juli 2022; Matthias Plattner, Tobias Roth

Titelfoto: Transektstrecke im Kulturland bei Hattenhausen im Mai 2021

1 Ausgangslage, Analyse, Themen

Ausgangslage

Seit 2009 werden im Biodiversitätsmonitoring (BDM) Thurgau die Pflanzen, Vögel und Tagfalter kartiert. Bis 2017 wurden alle 72 Untersuchungsflächen im Abstand von meist 5 Jahren zweimal bearbeitet. Die Ergebnisse dieses ersten Vergleichs wurden im Band 69 der Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft (NFG-Publikation) publiziert¹. Aus den dort untersuchten Themen und aktuellen Biodiversitäts-Entwicklungen wurde eine Reihe spannender Fragen im Frühling 2021 vertieft betrachtet² und im vorliegenden Zusatz zum Jahresbericht 2021 zusammengefasst.

Vorgehen

Um die interessierenden Entwicklungen zu belegen und die Wirkungsmechanismen besser zu verstehen, analysieren wir Artengruppen mit vergleichbaren ökologischen Ansprüchen, die mit den ausgewählten Themen in Beziehung stehen (z.B. Waldarten oder wärmeliebende Arten). In einem ersten Schritt untersuchen wir für diese Artengruppen wie sie sich im Thurgau zeitlich entwickeln (im Vergleich zu den übrigen Arten) und ob es aktuell oder in der zeitlichen Entwicklung Unterschiede zum übrigen Schweizer Mittelland gibt. Bei spannenden Resultaten vertiefen wir die Analysen und betrachteten beispielsweise die Entwicklung typischer Einzelarten.

Die folgenden übergeordneten **Themen** wurden von uns bearbeitet:

- Biodiversitätsentwicklung im Wald
- Einfluss von Strukturen und Übergangsbereichen
- Biodiversitätsentwicklung im Landwirtschaftsgebiet
- Entwicklung der Ziel- und Leitarten der Umweltziele Landwirtschaft
- Zeichen des Klimawandels in der Bauzone
- Entwicklung der invasiven Neophyten

¹ Das Biodiversitätsmonitoring Thurgau: Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Erhebungen von 2009 bis 2012 und von 2013 bis 2017

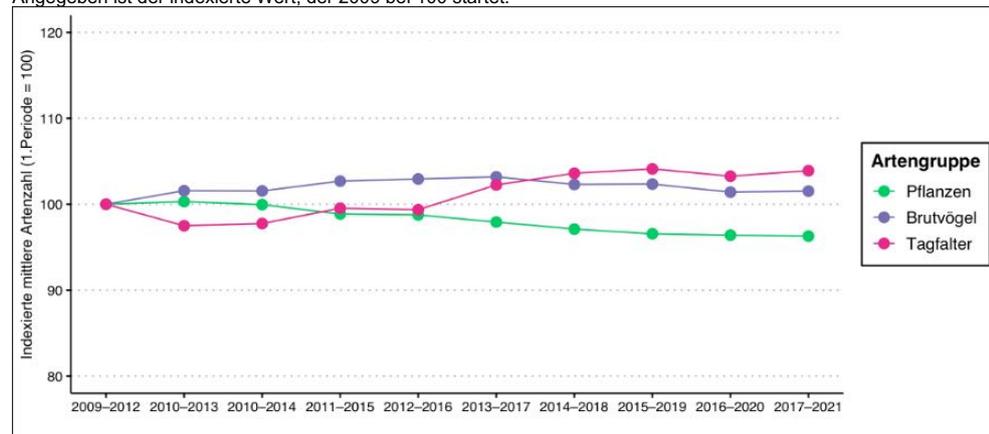
² Zusammengestellt in einer kommentierten Foliensammlung «20210507_Zusatzanalysen_2021_v5»

2 Biodiversitätsentwicklung im Wald

Ausgangslage

Im Wald beobachten wir seit Messbeginn bei den Gefässpflanzen eine kontinuierliche Abnahme der Artenvielfalt, während die Artenzahlen bei den Vögeln mehrheitlich konstant blieben und bei den Tagfaltern leicht zugenommen haben (Abbildung 1). Es ist unklar, was diese Entwicklungen, insbesondere die Abnahme der Anzahl Pflanzenarten, verursacht.

Abbildung 1: Entwicklung der Artenzahlen der Gefässpflanzen, Vögel und Tagfalter seit 2009 im Wald des Kanton Thurgau. Angegeben ist der indexierte Wert, der 2009 bei 100 startet.



Veränderung der Zeigerwerte

Für die beobachtete Abnahme der Anzahl Pflanzenarten im Wald gibt es mehrere mögliche Erklärungen (Hypothesen).

- i) Der Sturm Lothar hat 1999 viel Licht in den Wald gebracht. Dies könnte zu einer Einwanderung von lichtliebenden Arten und damit zu einer vorübergehenden Erhöhung der Artenzahl geführt haben. Da sich die Lichtungen durch die Sukzession nun wieder schliessen, verschwinden auch die Lichtarten.
- ii) Die Abnahme der Artenzahl könnte mit dem Klimawandel zusammenhängen, falls die steigenden Durchschnittstemperaturen und häufigeren Trockenperioden zu einer starken Abnahme feuchtezeigender Arten führt, während die trockenheitszeigenden Arten sich nur langsam etablieren können.
- iii) Die Stickstoffdeposition durch die Luft könnte zu einer Vereinheitlichung der Artenzusammensetzung führen, da auf nährstoffarme Standorte angepasste Arten verdrängt werden.

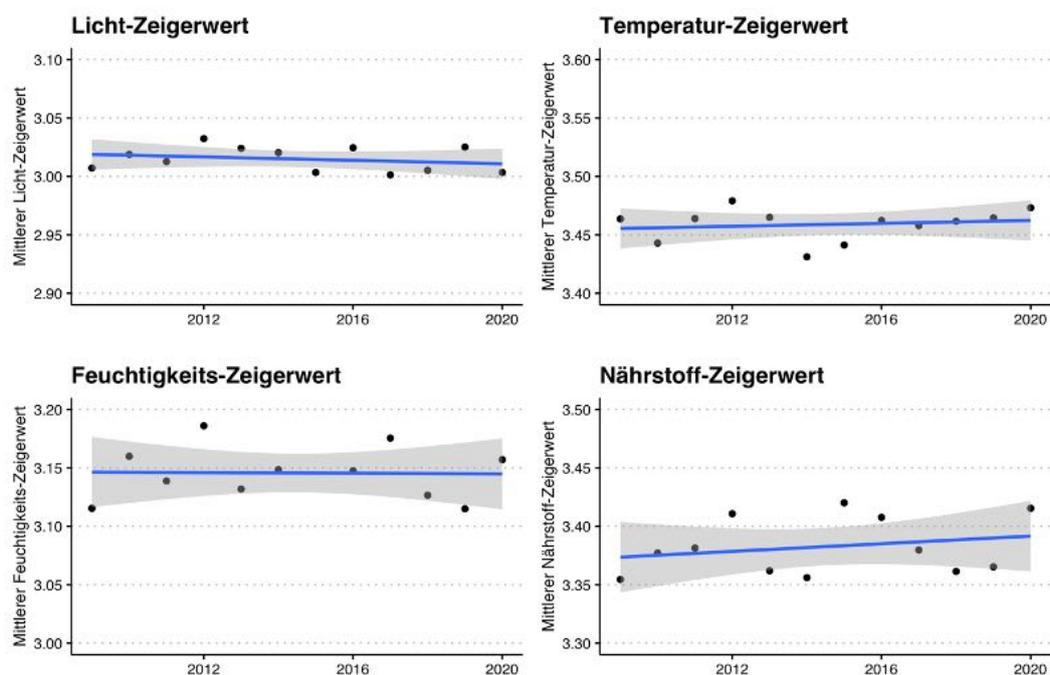
In einem ersten Schritt untersuchen wir, ob sich die mittleren Pflanzenzeigerwerte für Licht, Temperatur, Bodenfeuchte und Nährstoff über die Zeit verändern. Wenn die Veränderung der Anzahl Arten auf den Sturm Lothar zurückzuführen ist, sollte die mittlere Lichtzahl der Arten im Wald sinken. Ist der Klimawandel ursächlich, so wäre eine starke Abnahme der mittleren Feuchtezahl und eine schwächere Zunahme der mittleren Temperaturzahl zu erwarten. Wenn hingegen die Stickstoff-Hypothese stimmt, wäre von einem Anstieg der mittleren Nährstoffzahl auszugehen.

Die Zeigerwerte entnehmen wir der Flora Indicativa. Dabei berücksichtigen wir nur die Nachweise von Pflanzenarten, die innerhalb von Waldflächen erfasst wurden. Der mittlere Zeigerwert wurde mit einem gemischten linearen Modell analysiert, bei dem das Aufnahmejahre als Prädiktor für den zeitlichen Trend und die die Flächen-ID als Zufallseffekt berücksichtigt wurden. Die Resultate sind wie folgt:

- Die mittlere Lichtzahl der Arten im Wald nimmt minimal ab (statistisch nicht signifikant; $p = 0.765$).
- Die Feuchtezahl der Arten im Wald nimmt leicht ab (statistisch nicht signifikant; $p = 0.369$).
- Die Temperaturzahl der Arten im Wald nimmt leicht zu (statistisch nicht signifikant; $p = 0.216$).
- Die Nährstoffzahl der Arten im Wald nimmt leicht zu (statistisch nicht signifikant; $p = 0.532$).

Obwohl die beobachteten Trends in der Entwicklung der mittleren Zeigerwerte mit allen drei Hypothesen kompatibel sind, sind sie sehr schwach ausgeprägt. Es braucht einen längeren Beobachtungszeitraum um entscheiden zu können, ob die Trends das Resultat einer zielgerichteten Entwicklung sind oder ob sie auf zufälligen Schwankungen von Jahr zu Jahr (wie sie z.B. durch Messungenauigkeiten entstehen können) beruhen.

Abbildung 2: Entwicklung verschiedener Zeigerwerte gemäss Flora Indicativa der Pflanzennachweise im Wald.



In einem zweiten Schritt schauen wir uns die Bestandentwicklungen von charakteristischen Waldarten an. Dabei haben wir für jede Art die Entwicklung der Anzahl der Nachweise, die innerhalb der Waldfläche erfasst wurden, zwischen Ersterhebung (2009-12) und aktueller Erhebung (2016-20) berechnet. Die zeitlichen Entwicklungen zwischen diesen beiden Zeitperioden versuchten wir mit verschiedenen Zeigerwerte in Verbindung zu bringen. Die Interpretation der Arteigenschaften der Arten mit deutlichen Zu- oder Abnahmen erfolgte gutachterlich und nicht nach einer standardisierten Methode mit definierten Grenzwerten. Die folgende Zusammenstellung zeigt deshalb typische und auffällige Beispiele, sie ist jedoch weder umfassend noch abschliessend.

Waldarten Pflanzen:

- Abnahmen bei Arten, die feuchte, schattige Verhältnisse mögen und auch einige von offenen lichten Wäldern: Sanikel (*Sanicula europaea*), Knotige Braunwurz (*Scrophularia nodosa*), Gebräuchlicher Ehrenpreis (*Veronica officinalis*), Nickendes Perlgras (*Melica nutans*), Gemeine Akelei (*Aquilegia vulgaris*)
- Die Zunahmen sind relativ unspezifisch über verschiedene ökologische Artengruppen verteilt: Hagebuche (*Carpinus betulus*), Vogelbeerbaum (*Sorbus aucuparia*), Gemeiner Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*), Wald-Schlüsselblume (*Primula elatior*).
- Auffällig war die Zunahme von neophytischen Strauch- und Baumarten: Seidiger Hornstrauch (*Cornus sericea*), Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*), Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*).

Waldarten Vögel:

- Zunahme im Wald v.a. bei verbreiteten Brutvögeln, wie Gartenbaumläufer (*Certhia brachydactyla*) und Sommergoldhähnchen (*Regulus ignicapilla*). Aber auch einige Totholzarten profitieren: Grünspecht (Totholzart, *Picus viridis*), Mittelspecht (Totholzart, *Dendrocopos medius*), Kernbeisser (Totholzart, *Coccothraustes coccothraustes*)
- Abnahmen im Wald primär bei einigen eher seltenen und mittelhäufigen Brutvögeln: Kuckuck (*Cuculus canorus*), Schwanzmeise (*Aegithalos caudatus*), Haubenmeise (*Parus cristatus*), Grauspecht (*Picus canus*).

Abbildung 3: Auf der Verliererseite stehen Waldarten, die feuchte schattige Verhältnisse brauchen, aber auch solche von lichten Waldstandorten, wie die Akelei. Bei den Brutvögeln gehören «Totholzarten wie der Mittelspecht (*Dendrocopos medius*) zu den Gewinnern.



Waldarten Tagfalter:

- Deutliche Zunahme bei einigen Tagfalterarten mit Gehölzen als Raupenfrasspflanze: Zitronenfalter (*Gonepteryx rhamni*), C-Falter (*Polygonia c-album*), Kleiner Eisvogel (*Limenitis camilla*).
- Einwanderung von eher wärmeliebender Tagfalterarten: Kleiner Schillerfalter (*Apatura ilia*).
- Abnahme seltener Tagfalterarten von Spezialstandorten und eher feuchtkühlen Lebensraum-Ansprüchen: Gelbwürfliger Dickkopffalter (*Carterocephalus palaemon*), Brombeerzipfelfalter (*Callophrys rubi*), Milchfleck (*Erebia ligea*).

Einfluss des Waldnaturschutzes

Eine zweite wichtige Frage ist, ob der Einfluss des Waldnaturschutzes auf die Entwicklung der Biodiversität im Wald mit BDM Daten belegt werden kann, insbesondere die Förderung von lichtem Wald und Totholz.

Da bisher keine deutliche Zunahme der mittleren Lichtzahl der Waldarten beobachtet wurde, ist zumindest in dieser kantonsübergreifenden Analyse kein deutlicher Einfluss der Förderung des lichten Walds auszumachen. Dass aber Vögel, die auf Totholz angewiesen sind, seit 2009 in mehr Probeflächen beobachtet werden, ist ermutigend. Sie könnten von den Massnahmen zur Förderung von Totholz profitieren.

Zusammenfassung

Die Entwicklung der mittleren Pflanzenzeigerwerte steht nicht im Widerspruch zu den Entwicklungen, die wir schweizweit und im Aargauer Wald beobachten. Sie laufen in die Richtung, wie man es aufgrund des Klimawandels, der Sukzession nach Sturmereignissen und der Stickstoffdeposition erwarten könnte. Gleichzeitig sind die Veränderungen der Pflanzenzeigerwerte aber so schwach, dass man noch nicht sicher sagen kann, ob ihnen zufällige Schwankungen oder eine zielgerichtete Entwicklung zu Grunde liegen. Die Entwicklungen der Einzelarten geben vereinzelt Hinweise auf die positive Wirkung der kantonalen Naturschutzpolitik. Beispiel dafür ist die positive Entwicklung einzelner Vogelarten, die auf Totholz angewiesen sind.

3 Einfluss von Strukturen und Übergangslbensräumen

Ausgangslage

In den Analysen für die NFG-Publikation haben wir als allgemeinen Trend eine Abnahme von Arten festgestellt, welche in Übergangslbensräumen wie Waldsäumen vorkommen und Strukturen wie Hecken oder Hochstauden im Offenland benötigen. Dies steht im Widerspruch zu laufenden Fördermassnahmen im Landwirtschaftsgebiet (z.B. Hecken und Säume auf Ackerland als BFF) oder im Wald (Förderung von gestuften Waldrändern). Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Grenzen zwischen Nutzungen (v.a. Wald/Landwirtschaft) zunehmend schärfer werden und unter dem Strich mehr Übergangsbereiche und Strukturen verschwinden, als durch Massnahmen zur Biodiversitätsförderung geschaffen werden. Eventuell sind aber auch qualitative Aspekte massgebend. Für den Fall, dass sich ein Trend zu weniger oder qualitativ schlechteren Übergangslbensräumen erhärten lässt, lassen sich daraus gut Handlungsanweisungen ableiten.

Abbildung 4: Artenreiche Säume zum Beispiel an gestuften Waldrändern sind wichtige Lebensräume. Eine typische Tagfalterart von Säumen ist der Braune Waldvogel (*Aphantopus hyperantus*).



Resultate

Wir haben Säume auf Ackerland und entlang von Gehölzen, Hecken und Waldränder gemeinsam ausgewertet, da sie botanisch und strukturell ähnlich sind und oft die gleichen Arten beherbergen.

- Pflanzen: Im TG nehmen die Saumarten ab, währendem sie im übrigen Schweizer Mittelland konstant bleiben (Abbildung 5).
- Tagfalter: Im TG nehmen die Artenzahl der Saumarten ähnlich stark zu wie im übrigen Schweizer Mittelland. Bei der Individuenzahl der Saumarten hinkt die Zunahme im TG jedoch der Zunahme im übrigen Mittelland hinterher (Abbildung 6).

Abbildung 5: Entwicklung der Anzahl Saumarten bei den Pflanzen pro Kilometerquadrat im Thurgau (links) und im übrigen Mittelland (rechts). Die Saumarten wurden gemäss Flora Indicativa definiert.

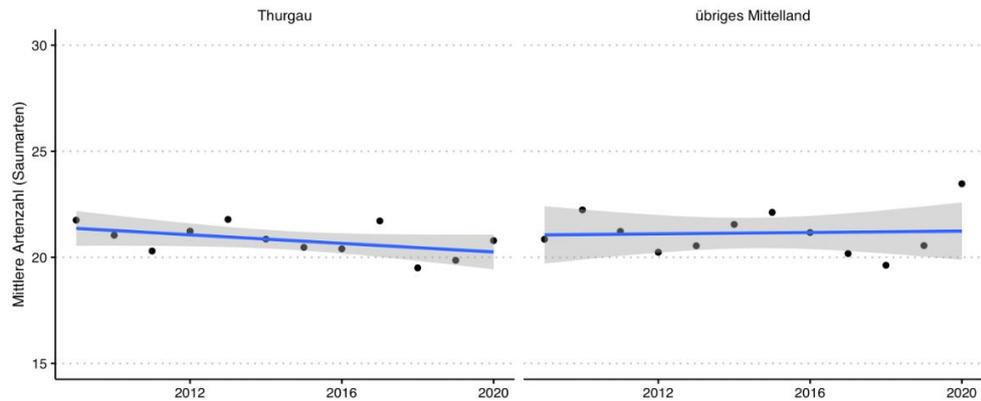
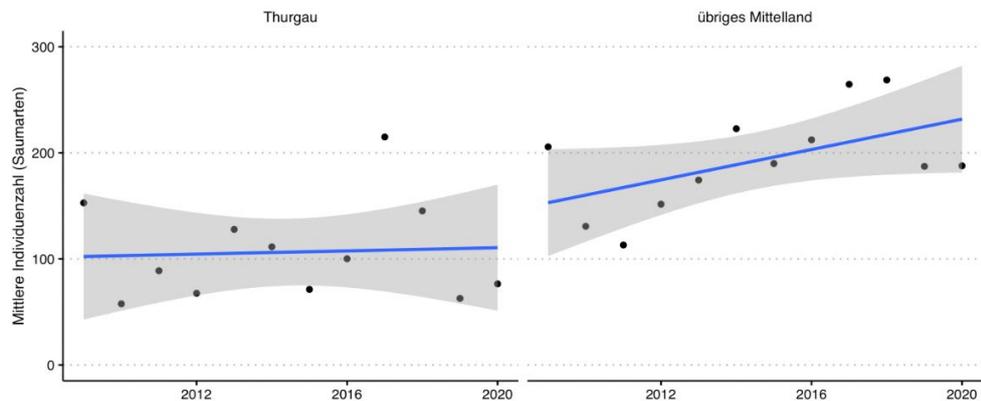


Abbildung 6: Entwicklung der Anzahl Tagfalter-Individuen pro Kilometerquadrat von Arten, die gemäss Fauna Indicativa in Übergangsbereichen und Säumen bevorzugt vorkommen. Dargestellt ist die Entwicklung im Thurgau (links) und im übrigen Mittelland (rechts).



Zusammenfassung

- Der Thurgau steht generell bei Säumen schlechter da als das übrige Mittelland. Welche spezifischen Gründe hierfür verantwortlich sind, kann die Analyse nicht aufzeigen.
- Die fachgerechte Pflege und Förderung von Säumen und gestuften Waldrändern ist eine wichtige und gleichzeitig umsetzbare Massnahme, um die Biodiversität im Kanton zu fördern.
- Gleichzeitig muss verhindert werden, dass Saumstrukturen andernorts – oft aus einem Sauberkeitsreflex heraus – entfernt oder zu intensiv gepflegt werden.

4 Biodiversitätsentwicklung im Landwirtschaftsgebiet

Ausgangslage und Fragen

Generell ist im Offenland eine Zunahme der Artenvielfalt zu erkennen gegenüber den niedrigen Ausgangszuständen zu Beginn der 2000-er Jahre. Die Zunahme ist im Landwirtschaftsgebiet mit Vernetzungsfunktion stärker als im Landwirtschaftsgebiet ohne Vernetzungsfunktion. Die tiefen Artenzahlen in gewissen Untersuchungsflächen des BDM TG und auch Detailanalysen in der NFG-Publikation geben Hinweise auf die negativen Folgen einer sehr intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in einigen Gebieten (Abbildung 7). Insbesondere Arten nährstoffarmer Standorte und des extensiv genutzten Grünlands stehen auf der Verliererseite.

Abbildung 7: In dieser intensiv genutzten Landschaft im Oberthurgau konnten nur Weisslinge und Wanderfalter festgestellt werden. Insgesamt flogen auf dem Transekt lediglich 5 Tagfalterarten über die ganze Saison.



Resultate

Entwicklung der Pflanzen-Zeigerwerte:

- Der mittlere Nährstoff-Zeigerwert der Pflanzen (N) im Kanton TG blieb konstant oder nahm minimal ab (gemischtes Lineares Modell, zeitlicher Trend = -0.004, $p = 0.922$). Er ist jedoch im Landwirtschaftsgebiet (LW) mit Vernetzungsfunktion ($N = 3.51$) tiefer als in der LW ohne Vernetzungsfunktion ($N = 3.55$, Welch t-test: $p = 0.004$). Zustand und Entwicklung des Nährstoff-Zeigerwertes sind mit dem übrigen Mittelland vergleichbar.
- Die mittlere Mahdverträglichkeit der Pflanzen ist im TG konstant, währendem sie im übrigen Mittelland deutlich abnimmt. Die mittlere Mahdverträglichkeit gibt somit keinen Hinweis darauf, dass die Intensität der Landnutzung im Thurgau sinkt.

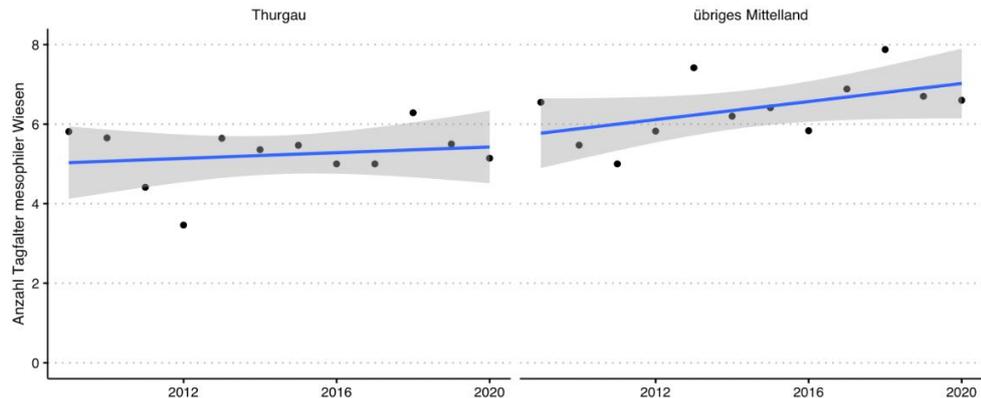
Entwicklung von typischen Wiesenarten und Ruderalarten:

- Pflanzen: Die mittlere Anzahl der typischen Arten von gedüngten Wiesen ist konstant über die Zeit und es gibt keine wesentlichen Unterschiede zum übrigen Mittelland. Wie dort ist auch im Thurgau die Zunahme von Ruderalarten in den Wiesen zu beobachten, die Störstellen und offene Bodenstellen besiedeln, wie sie durch schwere Landmaschinen

aber auch Trockenheit entstehen. Beispiel sind das Einjähriges Berufkraut (*Erigeron annuus*) und der Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*).

- Tagfalter: Bei den Tagfalterarten von Blumenwiesen mit mittlerem Nährstoffniveau nimmt die Anzahl der nachgewiesenen Arten im TG nur leicht zu. Die Zunahme ist deutlich schwächer als im übrigen Mittelland, wo sich zurzeit wärmeliebende Tagfalter vom Südwesten der Schweiz nach Nordosten ausbreiten (Abbildung 8).

Abbildung 8: Entwicklung der Anzahl Tagfalterarten pro Kilometerquadrat, die typisch für Blumenwiesen sind. Die Arten wurden gemäss Fauna Indicativa definiert. Dargestellt ist die Entwicklung im Thurgau (links) und im übrigen Mittelland (rechts).



Zusammenfassung

- Die Abnahme der Mahdverträglichkeit der Arten im Schweizer Mittelland kann Hinweis darauf sein, dass insgesamt weniger gepflegt wird oder auch, dass offene Lebensräume zunehmend verbrachen. Dieser Trend ist im TG nicht feststellbar und die gleichzeitige Abnahme von Saumarten bedeutet wohl, dass eher noch intensiver gepflegt wird.
- Ein weiterer Trend ist auch die Zunahme von Ruderalarten in den Wiesen, die Störstellen und offenen Boden besiedeln wie sie durch schwere Landmaschinen aber auch Trockenheit entstehen.
- Einige wärmeliebende Tagfalter breiten sich zurzeit vom Südwesten der Schweiz nach Nordosten aus. Die kommenden Jahre werden zeigen, ob sie im Thurgau genügend günstigen Lebensräume wie Blumenwiesen vorfinden.

Abbildung 8: In der intensiv genutzten Landschaft des TG haben extensive Restflächen eine wichtige Rolle als Lebensraum für Tagfalter. Ein gutes Beispiel ist diese artenreiche Blumenwiese an einer Böschung bei Zezikon.



5 Entwicklung der Ziel- und Leitarten der Umweltziele Landwirtschaft

Ausgangslage und Fragen

Biodiversitätsförderflächen (BFF) und Vernetzungs-Massnahmen sind die wichtigsten Instrumente zur Förderung der Biodiversität im Landwirtschaftsgebiet. Bei deren Umsetzung gibt es im Detail kantonale Unterschiede. So hat der Thurgau ein kantonales Vernetzungsprojekt und unterscheidet Gebiete innerhalb und ausserhalb der Vernetzungskorridore, gleichbedeutend dem Landwirtschaftsgebiet mit und ohne Vernetzungsfunktion. Eine wichtige Frage, die mit den Daten des BDM TG untersucht werden kann, ist, wie sich die Entwicklung der Gesamtartenvielfalt in den beiden Gebieten unterscheidet.

Da ein Ziel der BFF die Förderung der anspruchsvolleren Ziel- und Leitarten gemäss Umweltziele Landwirtschaft (UZL-Arten, siehe Abbildung 9) ist, untersuchen wir speziell die Entwicklung der UZL-Arten und vergleichen sie mit dem übrigen Mittelland.

Abbildung 9: Beispiele für Leitarten der Umweltziele Landwirtschaft, die etwas höhere Ansprüche an ihren Lebensraum stellen, als bspw. Fettwiesenarten: Schachbrettfalter (*Melanargia galathea*, links), Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*, rechts).



Resultate

- Der Vergleich zwischen Gebieten mit und ohne Vernetzungsfunktion zeigt, dass bei allen drei untersuchten Artengruppen mehr Arten innerhalb der Vernetzungskorridore vorkommen. Ausserdem zeigt sich auch, dass die Entwicklungstendenz in den Landwirtschaftsgebieten mit Vernetzungsfunktion positiver ist als in den Gebieten ohne Vernetzungsfunktion (Abbildung 10).
- Pflanzen: Die Anzahl der anspruchsvolleren Ziel- und Leitarten gemäss Umweltziele Landwirtschaft (UZL-Arten) ist im TG vergleichbar hoch wie im übrigen Mittelland. Sowohl die Anzahl der UZL-Arten (Abbildung 11) wie auch die Anzahl der TWW-Arten stagniert aber im TG, während sie im übrigen Mittelland zunimmt.
- Tagfalter: Für die UZL-Arten zeigt sich ein identisches Bild wie bei den Pflanzen (Abbildung 12). Bei den TWW-Arten ist der Unterschied zum übrigen Mittelland statistisch nicht signifikant.
- Bei den Vögeln nehmen die UZL-Arten leicht zu. Die Zunahme im Kanton TG ist mit dem übrigen Mittelland vergleichbar (Abbildung 13).

Abbildung 10: Mittlere Artenzahlen der aktuellen Erhebungen (links) und zeitliche Entwicklung der mittleren Artenzahlen in Gebieten mit und ohne Vernetzungsfunktion.

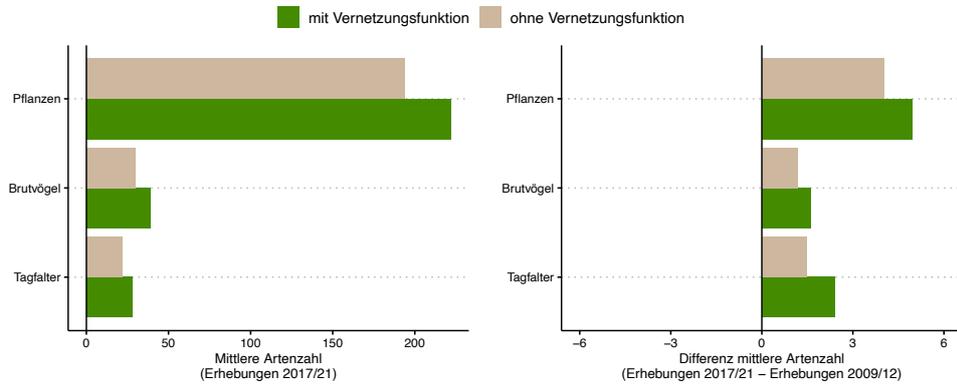


Abbildung 11: Entwicklung der Ziel- und Leitarten Pflanzen gemäss Umweltziele Landwirtschaft (UZL-Arten) pro Kilometerquadrat. Dargestellt ist die Entwicklung im Thurgau (links) und im übrigen Mittelland (rechts).

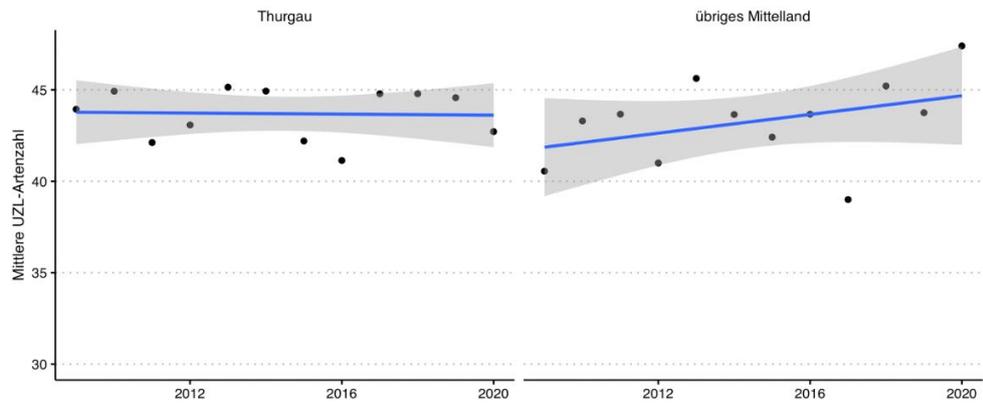


Abbildung 12: Entwicklung der Ziel- und Leitarten Tagfalter gemäss Umweltziele Landwirtschaft (UZL-Arten) pro Kilometerquadrat. Dargestellt ist die Entwicklung im Thurgau (links) und im übrigen Mittelland (rechts).

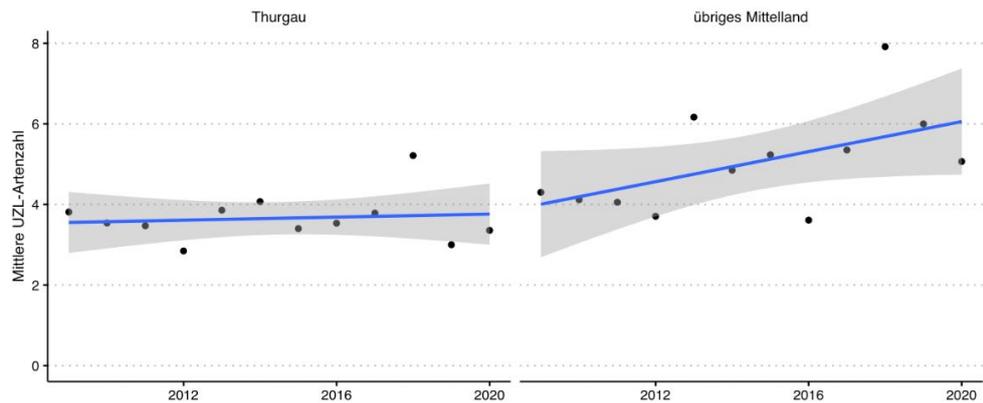
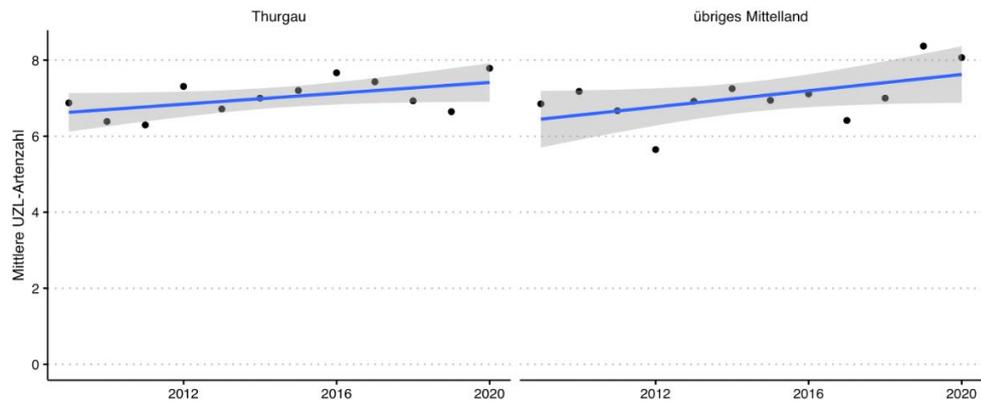


Abbildung 13: Entwicklung der Ziel- und Leitarten Brutvögel gemäss Umweltziele Landwirtschaft (UZL-Arten) pro Kilometerquadrat. Dargestellt ist die Entwicklung im Thurgau (links) und im übrigen Mittelland (rechts).



Zusammenfassung

- Die höhere Artenzahl und die deutlicheren Zunahmen in den Gebieten mit Vernetzungsfunktion spricht dafür, dass das System des kantonalen Vernetzungsprojektes grundsätzlich funktioniert und die Artenvielfalt fördert.
- Allerdings ist gerade bei den UZL-Arten die Entwicklung im Thurgau tendenziell gleichbleibend und damit weniger positiv als im übrigen Mittelland
- Dies ist ein Hinweis, dass in Zukunft auf die Förderung qualitativ hochwertiger BFF, Schutzgebieten und deren Vernetzung gesetzt werden sollte. Dadurch könnten auch die anspruchsvolleren Arten gefördert werden.

6 Deutliche Zeichen des Klimawandels in der Bauzone

Ausgangslage und Fragen

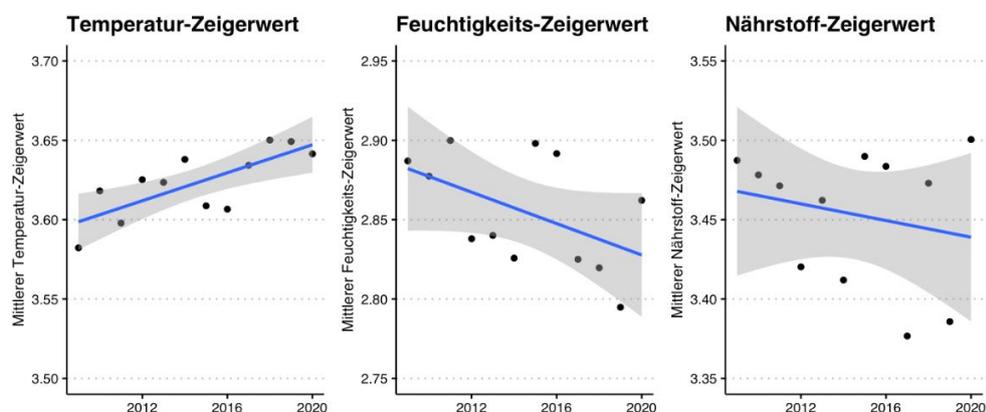
Durch die starke Aufwärmung tagsüber und die eingeschränkte Abkühlung nachts wird der Siedlungsraum im Vergleich zum Umland deutlich wärmer (Wärmeinselleffekt). Im Siedlungsraum stellt der Klimawandel deshalb eine besonders grosse Herausforderung für die Biodiversität dar. Gleichzeitig erbringt die Biodiversität im Siedlungsraum wichtige Ökosystemleistungen (Erholungsfunktion, klimatischer Ausgleich, Bildung...) und es gibt Möglichkeiten für konkrete Handlungsanweisungen für Behörden aber auch Private.

Wir untersuchten, ob sich die mittleren Pflanzenzeigerwerte für Temperatur, Bodenfeuchte und Nährstoff über die Zeit verändern. Die Zeigerwerte entnehmen wir der Flora Indicativa. Dabei betrachten wir nur die Nachweise von Pflanzenarten, die innerhalb der Bauzone erfasst wurden.

Resultate

- Der mittlere Temperaturzeigerwert der beobachteten Pflanzenarten steigt (gemischtes lineares Modell, Trend = 0.04, $p < 0.001$), der mittlere Feuchtigkeits-Zeigerwert sinkt (gemischtes lineares Modell, Trend = -0.05, $p < 0.001$). Diese Entwicklung der Artgemeinschaften ist aufgrund des Klimawandels zu erwarten. Die Pflanzengemeinschaften scheinen sich somit (zumindest teilweise) an den Klimawandel anzupassen.
- Zudem nimmt der mittlere Nährstoffzeigerwert der beobachteten Pflanzenarten ab. Diese Abnahme ist weniger deutlich als die Veränderung bei Temperatur- und Feuchtigkeits-Zeigerwert. Die Abnahme des Nährstoff-Zeigerwerts hängt vermutlich mit der Abnahme des Feuchtigkeits-Zeigerwerts zusammen, da trockenheitszeigende Pflanzen auch eher geringere Nährstoffzeigerwerte haben.
- Trockenheits- und Wärmezeiger mit Bestandeszunahmen im Siedlungsgebiete betreffen oft eingeschleppte oder angepflanzte Arten. Beispiele sind Kleines Liebesgras (*Eragrostis minor*), Mäuse-Federschwingel (*Vulpia myuros*), Gefleckte Wolfsmilch (*Euphorbia maculata*), Trauben-Gamander (*Teucrium botrys*), Rote Spornblume (*Centranthus ruber*).

Abbildung 14: Entwicklung der Pflanzen-Zeigerwerte für Temperatur, Feuchtigkeit und Nährstoffe gemäss Flora Indicativa.



Zusammenfassung

- Der Klimawandel findet direkt vor unserer Haustür statt und hat dort sogar besonders deutliche Folgen für die Biodiversität (und die Menschen).
- Die Artzusammensetzung verändert sich so wie dies aufgrund des Klimawandels zu erwarten ist: Der Anteil an Wärme- und Trockenheitszeiger nimmt kontinuierlich zu.

7 Entwicklung der invasiven Neophyten

Ausgangslage und Fragen

Im BDM werden grundsätzlich alle Pflanzenarten einer Aufnahmefläche erhoben. Darunter fallen auch die invasiven Arten. Gegenwärtig ist der Anteil der Neophyten an der Gesamtartenvielfalt noch gering. Wir untersuchten, ob die Zahl der Neophyten pro Kilometerquadrat über die Untersuchungsperiode zugenommen hat und wie die Verteilung der Neophyten über die Nutzungstypen (Bauzone, Wald, Landwirtschaftsgebiet mit und ohne Vernetzungsfunktion) ist.

Die Auswahl der Neophyten erfolgt gemäss der «Schwarze Liste» und der «Watch List» der invasiven Neophyten der Schweiz (Info Flora 2014).

Resultate

- Die Anzahl der Neophyten-Arten pro Kilometerquadrat nimmt im TG zu. Die Zunahme scheint leicht schwächer als im übrigen Mittelland (Abbildung 15). Die Zunahme beträgt über die gesamte Untersuchungsperiode weniger als eine Art.
- In der Bauzone gibt es mehr invasive Neophytenarten als in den übrigen Lebensräumen (rund doppelt so viele, Abbildung 16). Die Anzahl der Neophytenarten hat in der Bauzone seit 2009 leicht (statistisch nicht signifikant) zugenommen.
- Die Anzahl der Neophyten ist im Landwirtschaftsgebiet gering, durchschnittlich sogar noch geringer als im Wald (Abbildung 16). Die Anzahl der Neophyten ist im Landwirtschaftsgebiet mit Vernetzungsfunktion ähnlich hoch wie im Landwirtschaftsgebiet ohne Vernetzungsfunktion.

Abbildung 15: Entwicklung der Anzahl invasiver Neophyten-Arten pro Kilometerquadrat im Kanton TG (links) und im Vergleich zum übrigen Mittelland (rechts).

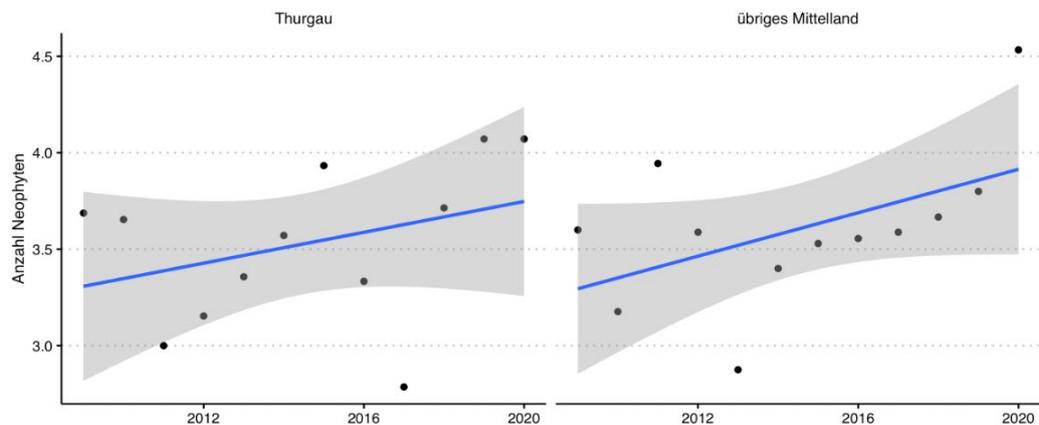
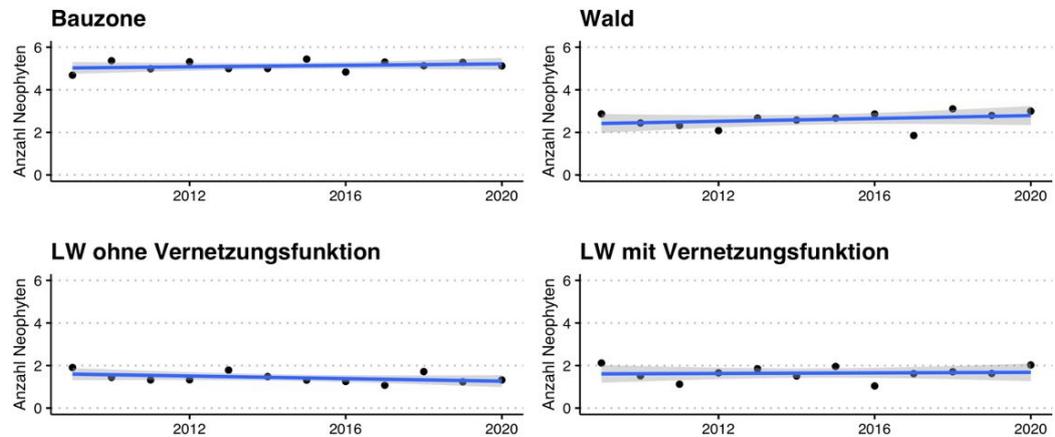


Abbildung 16: Entwicklung der Anzahl invasiver Neophyten-Arten in der Bauzone, im Wald und dem Landwirtschaftsgebiet (LW) mit und ohne Vernetzungsfunktion. Basierend auf einem gemischten linearen Modell ist der p-Wert für die zeitliche Entwicklung in der Bauzone = 0.904, im Wald = 0.019, in der Landwirtschaft ohne Vernetzungsfunktion = 0.031 und in der Landwirtschaft mit Vernetzungsfunktion = 0.750.



Zusammenfassung

- Die Neophytenproblematik ist im Kanton TG ähnlich gross wie im übrigen Mittelland.
- In der Bauzone gibt es mehr invasive Neophytenarten als in den übrigen Lebensräumen (rund doppelt so viele).
- Zwischen den Ersterhebungen (2009-12) und der neuesten Erhebungen (2017-21) hat die mittlere Pflanzen-Artenzahl um durchschnittlich 2.8 Arten zugenommen. Im gleichen Zeitraum hat die Anzahl der invasiven Neophytenarten um deutlich weniger als eine Art zugenommen. Die Neophyten können also nur etwa einen Viertel der aktuell beobachteten Zunahmen bei den Pflanzen erklären.

Glossar

Begriff	Definition
Artengruppen	Artengruppe bezeichnet eine Gruppe von Arten mit vergleichbaren Eigenschaften. Diese können zum Beispiel eine systematische Verwandtschaft betreffen (z.B. Tagfalter) oder vergleichbare ökologische Ansprüche (z.B. Waldarten oder wärmeliebende Arten). Teilweise synonym verwendet mit dem Begriff Taxon (Plural: Taxa) und Gilde.
Biodiversität	Biodiversität umfasst (1) den Artenreichtum von Tieren, Pflanzen, Pilzen und Mikroorganismen, (2) die Vielfalt innerhalb der Arten (genetische Variation), (3) die Vielfalt der Lebensräume sowie (4) die Vielfalt der Wechselwirkungen innerhalb und zwischen diesen Ebenen.
Biodiversitätsmonitoring, BDM	Programm zur systematischen Erfassung der Biodiversität und ihrer Entwicklung über die Zeit. Die Erhebungen auf Stichprobenflächen umfassen im Normalfall einige gut bekannten Artengruppen und werden in Abständen wiederholt, um die Entwicklungen zu dokumentieren. In der Schweiz existiert ein BDM des Bundes und kantonale Programme, darunter das BDM TG.
Gebiete mit Vernetzungsfunktion	Gebiete mit Vernetzungsfunktion sollen die Wanderung von Tieren und die Ausbreitung von Pflanzen ermöglichen sowie zur Arterhaltung und Steigerung der Vielfalt beitragen. Synonym für Vernetzungskorridore.
Invasiver Neophyt	Gebietsfremde Pflanzenart, die im Einfuhrgebiet in der Lage ist, sich zu etablieren und einheimische Arten zu verdrängen. Sie hat unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten oder Lebensräume und kann ökonomische oder gesundheitliche Probleme verursachen.
Klimawandel	Änderung des Klimas im Verlauf der Zeit, die aufgrund einer Änderung im Mittelwert oder im Schwankungsbereich ihrer Eigenschaften identifiziert werden kann, und die über einen längeren Zeitraum von typischerweise Jahrzehnten oder noch länger andauert. Klimawandel kann durch interne natürliche Schwankungen, äussere Antriebe oder andauernde anthropogene Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre oder der Landnutzung zustande kommen. Folgen des Klimawandels sind z.B. ein Anstieg der Durchschnittstemperatur und eine Häufung von Extremereignissen (Starkregen, Dürren, Stürme).
Lebensraum	Raum mit typischen Umwelt- und Nutzungsbedingungen, in dem eine bestimmte Gemeinschaft von Arten lebt. Synonym verwendet mit Habitat oder Hauptnutzung.
Mahdverträglichkeit	Die Mahdverträglichkeit ist ein Zeigerwert, der angibt wie gut eine Pflanzenart das Mähen, also den Schnitt, verträgt. Eine tiefe Mahdverträglichkeit haben z.B. Gehölze, eine hohe Mahdverträglichkeit die Arten von oft geschnittenen Mähwiesen wie Gräser sowie Kleearten und andere kriechende und niedrigwüchsige Kräuter.
Ökosystemleistung	Bestandteile der Biodiversität erbringen selbst oder aufgrund von Wechselbeziehungen Leistungen, ohne die menschliches Leben nicht denkbar wäre und die zum menschlichen Wohlergehen beitragen.
Rote Listen	Rote Listen sind Fachgutachten, die das Aussterberisiko von einheimischen Pilz-, Pflanzen- und Tierarten zeigen. In der Schweiz erstellen die nationalen Daten- und Informationszentren die Rote Liste in einem mehrjährigen Prozess nach den Kriterien der Weltnaturschutzunion IUCN. Dies bedingt zum Teil aufwändige Feldarbeiten. Die international abgestützten Richtlinien ermöglichen eine objektive Einstufung und verbessern die Vergleichbarkeit der Roten Listen auf nationaler und internationaler Ebene. Rote Listen sind ein Rechtsinstrument des Naturschutzes. Bei Eingriffen in die Natur muss auf Rote-Liste-Arten Rücksicht genommen werden.

Strukturen	Elemente im Landwirtschaftsgebiet, die für die Biodiversität eine hohe Bedeutung haben. Beispiele sind Hecken oder Asthaufen. Sie erhöhen das Angebot an Lebensräumen für typische Arten des Landwirtschaftsgebiets (z.B. Neuntöter).
Übergangsbereich	Übergangsbereich zwischen Lebensräumen. Zum Beispiel Waldrand. Synonym für Säume oder Saumstandorte.
Vernetzungsgebiete	Ökologisch wertvolle Flächen, welche die Kerngebiete funktionell verbinden. Als Lebens- und Ausbreitungsräume ermöglichen sie die tägliche Mobilität, die saisonalen Wanderungen, die Ausbreitung der Zielarten von einem Kerngebiet zum nächsten sowie die Besiedlung neuer Gebiete und Regionen.
Zeigerwerte	Die Zeigerwerte charakterisieren die ökologischen Bedürfnisse (Nischen) von Tier- und Pflanzenarten in Bezug auf verschiedene Umweltbedingungen. Dabei gibt es verschiedene Systeme, die für die Schweiz in der «Fauna Indiativa» und «Flora Indiativa» definiert sind. Bei den Pflanzen steht beispielsweise die Temperaturzahl im Bereich von 1 für alpine bis 5 für mediterrane Arten.