



Forschungsstudie Klimaschutz durch Bodenschutzanlagen

im Rahmen des Projektes ATCZ142 Klimagrün - Klimatická zeleň

Endbericht

Ing. Christophorus Ableidinger
Dr. Eva Erhart (Projektleiterin)
Elisabeth Amadi
Katharina Sandler MSc.
Cornelia Schütz
Dr. Bernhard Kromp
Dr. Wilfried Hartl
und das Bio Forschung Austria-Team

Interreg 
Österreich-Tschechische Republik



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Bio Forschung Austria
Esslinger Hauptstr. 132-134, A-1220 Wien, Österreich
Tel.: +43 1 4000 49 150, E-mail: office@bioforschung.at
www.bioforschung.at

Autoren: Ing. Christophorus Ableidinger, Dr. Eva Erhart, Katharina Sandler MSc, Dr. Bernhard Kromp, Dr. Wilfried Hartl

Bildrechte: Ing. Christophorus Ableidinger, Katharina Sandler MSc, Franz Binder, Dr. Bernhard Kromp, Dr. Wilfried Hartl

Projektleitung: Dr. Eva Erhart

In Zusammenarbeit mit der NÖ Agrarbezirksbehörde, Fachabteilung Landentwicklung, Fachbereich Bodenschutz und Landschaftsgestaltung (DI Dr. Erwin Szlezak).

Stand: Februar 2020

Eigenverlag

© Bio Forschung Austria, Wien

Erstellt im Rahmen des Projekts INTERREG V-A ATCZ142 Klimagrün - Klimatická zeleň.

Sämtliche Rechte, insbesondere der Vervielfältigung, der Veröffentlichung, der Digitalisierung und des öffentlichen Vortrages bleiben dem Urheber Bio Forschung Austria erhalten. Dieser Bericht darf nur mit Zustimmung von Bio Forschung Austria und nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung veröffentlicht oder weitergegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Wirkungsweise und Vorteile von Klima- und Bodenschutzanlagen.....	1
1. 1. Windschutzwirkung	1
1. 2. Mikroklimatische Veränderungen.....	3
1. 3. Wasserhaushalt.....	3
1. 4. Bodenerosion durch Wasser und Wind	5
1. 5. Einfluss von Hecken auf den Nährstoffhaushalt.....	7
1. 6. Auswirkungen von Hecken auf den Ertrag	8
1. 7. Indirekter Nutzen von Biodiversität für die Landwirtschaft	11
2. Optimierung der Pflege bestehender Bodenschutzanlagen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für den Klima- und Bodenschutz	12
2.1. Pflege	12
2.2. Verbesserungsmaßnahmen an bestehenden Hecken	17
3. Klimaschutzwirksame Gestaltung neuer Klima & Bodenschutzanlagen zur Verbesserung ihrer Ökosystemdienstleistungen.....	19
3.1. Ökosystemdienstleistungen von Gehölzen	19
3.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation.....	20
3.3. Strategien für die Anpassung unserer Gehölze an den Klimawandel.....	23
4. Modellbeispiele.....	45
4.1 Hecke zwischen Untermallebarn und Höbersdorf (NÖ).....	45
4.2. Hecken am Michelberg (NÖ).....	47
4.3. Hecken entlang des Marchfeldkanals	49
4.4. Hecken zwischen Aspersdorf und Dürnleis (NÖ).....	50
4.5. T-förmige Heckenstruktur im Norden von Mattersburg (Bgld.).....	63
4.6. Hecke beim Rohrbacher Obst- & Gartenbauverein (Bgld.)	66
4.7. Hecke am Rohrbacher Kogl (Bgld.).....	68
4.8. Hecke in Leithaprodersdorf (Bgld.)	71
5. Checkliste Klimafitte Bodenschutzanlagen	73
6. Öffentlichkeitsarbeit.....	75
7. Literatur	78

1. Wirkungsweise und Vorteile von Klima- und Bodenschutzanlagen

Zusammenfassende Darstellung der agrarökologischen Auswirkungen von Windschutzgehölzen und Hecken auf benachbarte Felder hinsichtlich Windschutzwirkung, Bodenfruchtbarkeit und Ertrag

Der Ackerbau in Österreich steht vor schwierigen Problemen, die teilweise durch die jahrzehntelange Intensivierung der Landwirtschaft verursacht wurden und in Kombination mit den Folgen des Klimawandels zunehmen und verstärkt werden. Die in den letzten Jahren zunehmenden starken Wetterschwankungen und Extremwetterereignisse wie Starkregen, Überschwemmungen, Dürre, Spätfröste, Wasserknappheit erschweren eine gesicherte Nahrungsmittelproduktion und verursachten Schäden über 200 Millionen Euro pro Jahr in Österreich (BMNT (Hrsg.), 2018 & 2019). Ohne entsprechende Anpassungen der Bewirtschaftungsweise und Änderungen in Landschaftsstrukturen wird es in Zukunft in manchen Regionen schwierig werden, Ackerbau zu betreiben.

Hecken sind in vielen Ländern ein wichtiger Bestandteil der Agrarlandschaft. Hecken haben lange Tradition und sind bekannt für ihre wertvollen ökologischen Funktionen. Genau dieser positive Einfluss auf Ertrag und Mikroklima durch Hecken stellt einen wichtigen Baustein für die Anpassung der Landwirtschaft an die sich verändernden Klimabedingungen dar und könnte so eine nachhaltige, zukunftsfähige Landwirtschaft gewährleisten.

1. 1. Windschutzwirkung

Der hohe Wert der Hecken entsteht durch ein Zusammenspiel verschiedenster Teilprozesse, die die mikroklimatischen Bedingungen im Nahbereich der Hecke, aber auch in der Landschaft verändern. Wind ist aber der maßgebliche Faktor, der alle anderen Faktoren kontrolliert (Forman and Baudry, 1984).

Die Auswirkung der Hecke ist abhängig von ihrem Aufbau, ihrer Durchlässigkeit, der Höhe und vor allem auch von ihrer Ausrichtung in Bezug auf die Himmelsrichtung und Hauptwindrichtung (Gerersdorfer et al., 2010; Heisler und Dewalle, 1988).

Die Windstärke hängt von der Geländeoberfläche ab und wird von Windhindernissen wie Hecken stark beeinflusst. Dadurch können Windbremsungen, Umleitungen oder Verwirbelungen auftreten. Die Durchlässigkeit (Porosität) der Hecke beeinflusst wiederum die Windgeschwindigkeit, nämlich wie effektiv diese abgebremst wird (Heisler und Dewalle, 1988).

Die gute Schutzwirkung von durchlässigen Hecken beruht auf der Abbremsung des Windes beim Passieren des Hindernisses. Dabei wird der Luftstrom in kleine Teilströme geteilt. Genau diese veränderten Luftströme beeinflussen die anderen klimatischen Faktoren nach der Hecke. Denn diese sind der Mechanismus für den Austausch von Wasser, Wärme, CO₂ zwischen Landoberfläche und Atmosphäre (Cleugh, 1998). Die beste Schutzwirkung haben Hecken, die 30-50 % durchlässig sind und keine großen Lücken aufweisen. Letztere wirken wie Düsen und beschleunigen den Wind.

Bei winddichten Windhindernis entsteht auf der Luv-Seite ein Luftpolster, der den Wind über die Hecke leitet. Hinter dem windundurchlässigen Hindernis

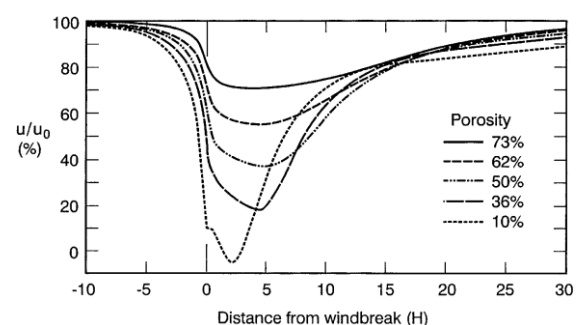


Abbildung 1. Auswirkung der Porosität auf die durchschnittliche Windgeschwindigkeit. Gut durchlässige Windschutzhecken bieten einen besseren Windschutz als dichte Hecken (Cleugh, 1998).

entsteht eine windstille Zone, nach der der herabfallende Wind eine Beschleunigung erfährt und schneller als zuvor sein kann.

Die maximale Windabbremmung findet bei senkrechtem Auftreffen des Windes auf die Hecke statt. Trifft der Wind in einem anderen Winkel auf die Hecke, reduziert sich deren Effekt (Campi. et. al., 2009). Die Wirkungsreichweite wird durch den längeren Weg des Windes durch die Hecke, sowie deren Porosität verändert. Obendrein verändert der Winkel des Windes auch die Wirkung am Ende der Hecke, siehe Abbildung 2.

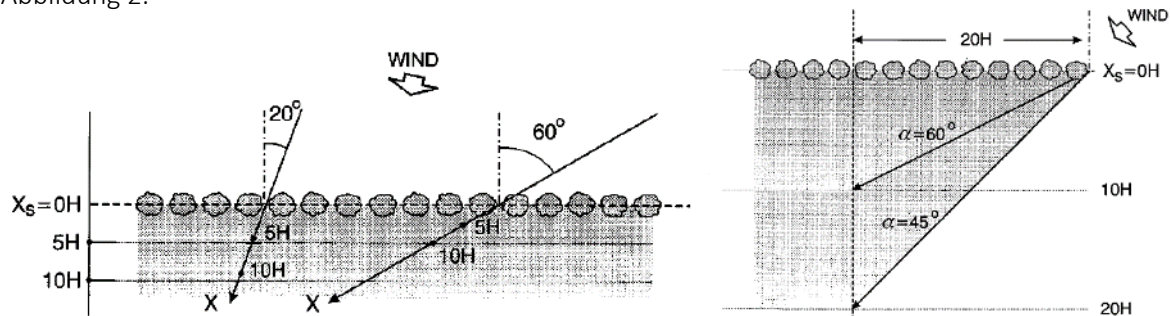


Abbildung 2. Der Winkel des auftreffenden Windes beeinflusst die Reichweite des Schutzeffektes auf der Lee-Seite der Hecke (links) und auch am Ende der Hecke (rechts). (Cleugh, 1998).

Die Reichweite der windbremsenden Wirkung von Hecken wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Die Angaben reichen von einer Schutzwirkung bis in eine Entfernung von 12-28 H auf der Lee-Seite und einer Windreduktion von bis zu 5 H auf der Luv-Seite (Gerersdorfer et. al., 2010; Freyer et. al., 2009; Forman & Baudry, 1984; Campi et al., 2009). In der Abbildung von Forman & Baudry (1984) ist der Wind um 60% reduziert, mit einer windbremsenden Wirkung bis in eine Entfernung von 28 H.

Die Windreduktion hängt von der Distanz zur Hecke ab, man kann verschiedene Abschnitte unterscheiden:

1. Zone - Reichweite von 0-1,5 H

Direkt neben der Hecke entsteht eine windstille Zone, die beschattet ist und durch eine geringere Pflanzenproduktion gekennzeichnet ist. Ausgelöst wird letzteres durch die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe von Heckenpflanzen mit der Feldkultur.

2. Zone – Reichweite von 1,5-5 H

In dieser Zone ist die Schutzfunktion der Hecke am höchsten. Die unterschiedlichen klimatischen Parameter sind maximal beeinflusst.

3. Zone – Reichweite von 5 – 12 (28) H

Diese Zone der erhöhten Turbulenz, mit sich vermischenden Luftströmen, zeigt mit zunehmender Distanz von der Hecke eine Verringerung aller Windschutzeffekte.

4. Zone – Ab 12 (28) H

Unbeeinflusster Bereich von Hecken.

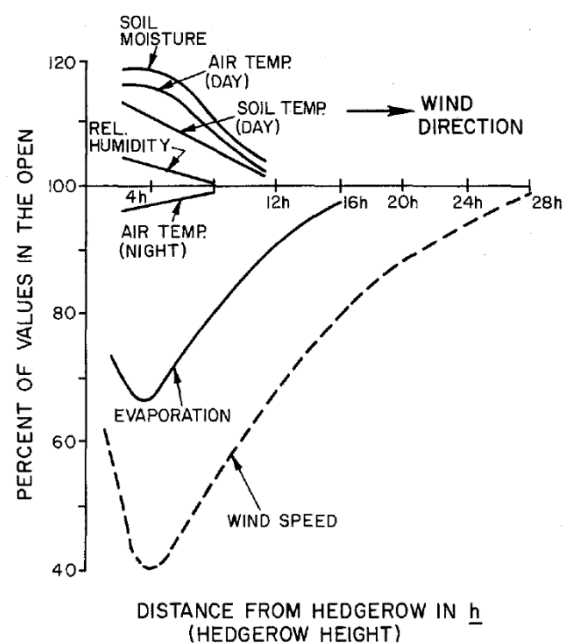


Abbildung 3. Mikroklimatische Änderungen von Windschutzhecken (Forman & Baudry, 1984).

1.2. Mikroklimatische Veränderungen

Die Windreduzierung durch Hecken bewirkt eine Beeinflussung aller anderen klimatischen Faktoren auf der Lee-Seite, siehe Abbildung 3. Die Reichweite der mikroklimatischen Änderungen hängt von dem Faktor und der Distanz zu der Hecke ab und unterscheidet sich je Literatur.

Im Vergleich zu einer offenen Landschaft erhöhen sich einige Faktoren wie die Boden- und Lufttemperatur, sowie die Boden- und Luftfeuchtigkeit. Die Temperaturerhöhung hängt laut Campi et. al. (2009) auch von der Windgeschwindigkeit ab, je niedriger die Windgeschwindigkeit, desto höher die Temperatur. Die Evapotranspiration (Transpiration & Evaporation) und die Windgeschwindigkeit sind über eine längere Entfernung von der Hecke beeinflusst, sie werden reduziert. Durch die geringere Luftbewegung und höhere Feuchtigkeit von Boden und Luft erhöht sich die Taubildung (LfL, 2005; Brandle et. al., 2004).

Mehrere parallele Hecken hintereinander beeinflussen sich gegenseitig, wobei die Distanz zwischen den Heckenreihen wichtig ist, um Bodenerosion zu vermeiden (Abbildung 4).

Der Temperatenausgleich von Hecken und Wäldern ist negativ korreliert mit dem makroklimatischen Klima (Vanneste et. al., 2020). Wobei Hecken nicht so effektiv und in dem Ausmaß Temperaturen puffern wie Wälder. Speziell im Sommer haben die Heckenbreite, die Pflanzenhöhe und das Laubwerk einen kühlenden Einfluss auf die Mittagshitze (Vanneste et. al., 2020). Hecken ermöglichen so die klimatischen Extreme des freien Feldes in der Landschaft) abzuschwächen und sind somit ein wichtiges Werkzeug für die Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel und dessen Folgen.

1. 3. Wasserhaushalt

Hecken verändern das Mikroklima und wirken sich positiv auf den Wasserhaushalt der umgebenden Landschaft aus, indem sie die Aufnahme des Niederschlages fördern oder Bodenwasser zurückhalten. Neben der Reduzierung der Evapotranspiration wird die Taubildung auf der Lee-Seite gefördert, siehe Abbildung 3. Die Taubildung ist erhöht aufgrund der höheren Boden- und Luftfeuchtigkeit, die durch die geringere Luftbewegung im Windschutzhecken-Schutzbereich zustande kommt (LfL, 2005; Brandle et. al., 2004). Diese positive Beeinflussung des Wasserhaushaltes wirkt sich wiederum positiv auf den Pflanzenbestand um die Hecke herum aus.

Evapotranspiration

Windschutzhecken reduzieren die Evapotranspiration (Evaporation des Bodens und Transpiration der Pflanzen) in ihrem Schutzbereich. Diese nimmt aber mit zunehmender Distanz von der Hecke wieder zu. Im unmittelbaren Bereich neben der Hecke ist die Evapotranspiration am geringsten (bis in eine Entfernung von ca. 5 H), in der darauffolgenden Zone von 5 -13 (16) H entfernt von der Hecke ist die Evapotranspiration leicht reduziert, danach ist sie unbeeinflusst (Campi. et al. 2009). Die erhöhte Produktion in Kombination mit der Reduktion der Evapotranspiration zeigt eine Verbesserung der

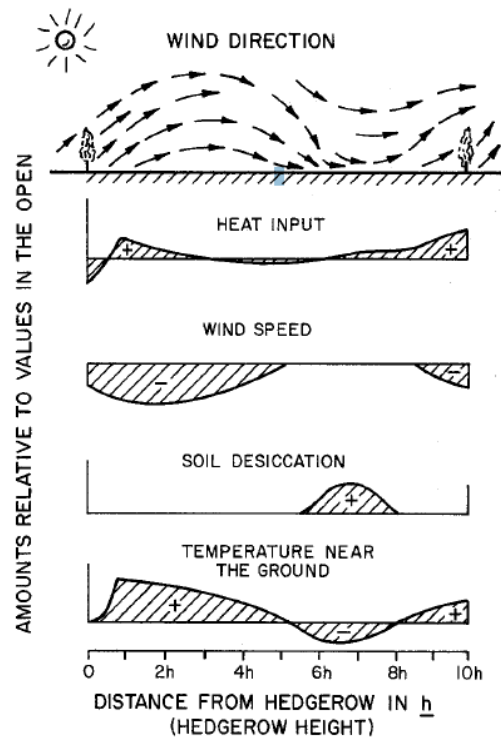


Abbildung 4. Beeinflussung der meteorologischen Parameter zwischen zwei Heckenreihen (Forman & Baudry, 1984).

Wassernutzungseffizienz. Je größer die Blattfläche ist, desto mehr ist der Boden bedeckt und die Evaporation reduziert. Nicht zur Gänze austrocknende Böden haben eine höhere Wasserspeicherkapazität und können Regenfälle besser aufnehmen.

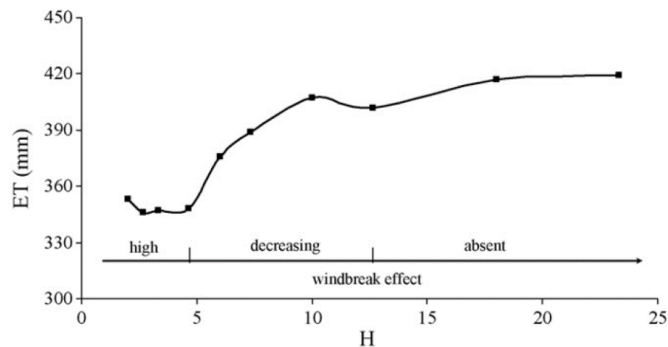
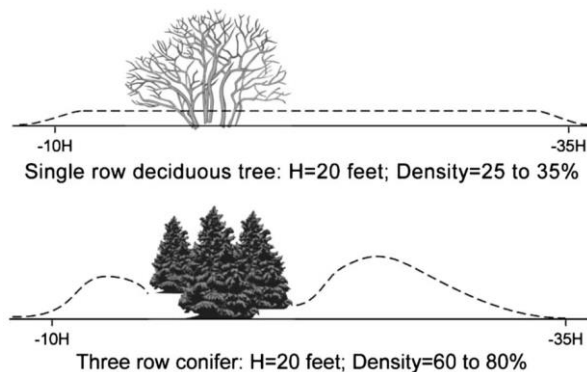


Abbildung 5. Evapotranspiration ändert sich mit zunehmender Distanz von der Windschutzhecke. (Campi. et al., 2009)

Niederschlag und Schnee

Die windbremsende Wirkung von Hecken beeinflusst nicht nur den Niederschlag, sondern auch die Schneeablagerung. Während auf der Luv Seite direkt im Nahbereich mehr Niederschlag fällt, ist es auf der Lee-Seite geringfügig weniger (Gerersdorfer et. al., 2010). Die Reichweite der Schneeablagerungen wird von der Porosität der Hecke beeinflusst, wie man aus der Abbildung 6 entnehmen kann. Winddurchlässige Hecken verbreiten den Schnee regelmäßig über eine weite Strecke hinter der Hecke, wohingegen dichte Hecken eine Schneehäufung auf Luv- und Lee-Seite verursachen. Durch den Windschutz und die höhere Beschattung bleibt der Schnee länger liegen und fördert so die Bodenfeuchtigkeit (Forman & Baudry, 1984; Freyer et al., 2009). Dies wirkt sich auf die Wasserbilanz im



Feld positiv aus und infolgedessen auch auf die Wasserversorgung von Pflanzen in der kommenden Vegetationszeit. Diese können aufgrund der höheren Bodenfeuchtigkeit und dem Schutz durch Hecken früher keimen.

Abbildung 6 Die Dichte der Hecke beeinflusst die Schneeablagerung auf der Luv und Lee Seite und infolgedessen auch den Wassereintrag in den Boden. (Brandle et al., 2004)



Abbildung 7. Die Schneeablagerungen im Nahbereich einer Hecke am Biohof Binder, Untermallebarn zeigen deutlich den Unterschied zwischen dem von der Hecke geschützten Bereich und dem freien Feld, links im Bild. An der Ablagerung des Schnees sieht man deutlich, dass die Windrichtung bei diesem Wetterereignis nicht im rechten Winkel, sondern in einem kleineren Winkel auf die Hecke traf. Deutlich erkennbar ist auch, dass durch Windabbremung der Hecke der Schnee an der Leeseite vermehrt abgelagerte. (Foto: Franz Binder)

Die Studie von Holden et. al. (2009) zeigt, dass die Bodenfeuchtigkeit unter Hecken reduziert und die hydraulische Leitfähigkeit erhöht ist, was auf eine bessere Wasseraufnahmefähigkeit hinweist. Bei Niederschlägen führt diese erhöhte und längere Wasseraufnahmefähigkeit mit dem besseren Abfluss durch Mikroporen in Heckenböden zu einer besseren Wasseraufnahme. Infolgedessen können die Gefahr eines oberflächlichen Wasserabflusses und einer Abtragung von Bodenpartikeln vermindert werden. Hecken fungieren somit als wichtiger Puffer in der Landschaft.

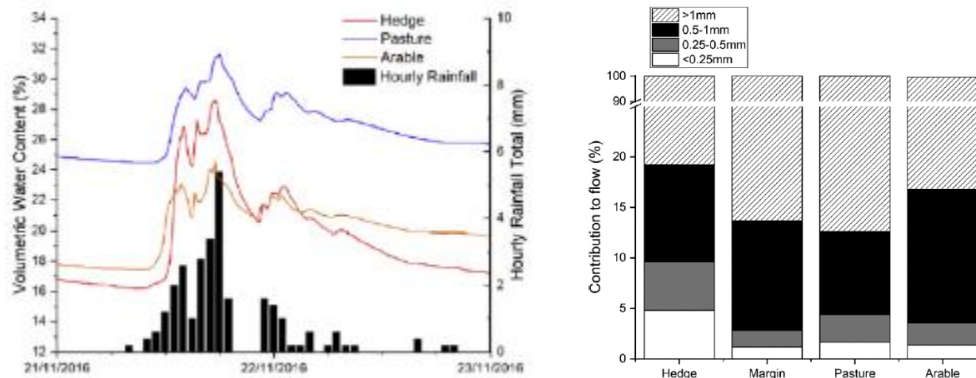


Abbildung 8. In der linken Grafik sieht man die Reaktion des Wassergehaltes in verschiedenen Böden nach einem Starkregen. Die rechte Grafik zeigt den Wasserabfluss durch die verschiedenen Porengrößen im Boden. (Holden et al., 2019)

Obendrein beeinflussen Heckenpflanzen mit ihrem Laubwerk den Aufprall der Regentropfen am Boden, indem sie den Tropfen die Energie abnehmen und so die Verschlammung, Dichtlagerung und den Oberflächenabfluss verringern (Zhuber, 2009).

1. 4. Bodenerosion durch Wasser und Wind

Global gesehen ist die größte Gefahr für unsere Böden die Bodenerosion, verursacht durch Wind und Wasser. Weltweit sind 80% der landwirtschaftlichen genutzten Fläche und in Europa sind ca. 20% der Gesamtfläche erosionsgefährdet. In Österreich sind vor allem die acker- und weinbaulich genutzten Gebiete in Ostösterreich betroffen (NÖ, Stmk., OÖ und Bgdl.) (Klik, 2018).

Die negativen Auswirkungen sind nicht nur ökologischer, sondern auch ökonomischer Natur: Verlust an Nährstoffen und organischem fruchtbaren Boden, Verminderung des Wurzelraumes, Eutrophierung von Gewässern, Verschmutzung von Boden und Wasser mit Agrochemikalien, Freilegung von Jungpflanzen, Ertragseinbußen, Schäden an Infrastruktur und vieles mehr.

Die Schutzeffekte von Hecken durch die Reduzierung der Windgeschwindigkeit und den positiven Einfluss auf den Wasserhaushalt tragen, wie in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben, maßgeblich zum Bodenschutz bei.

Vor allem wenn Hecken quer zu Hanglagen angelegt werden, bieten diese eine Stabilisierung des Bodens durch ihr Wurzelnetz, bessere Wasseraufnahmefähigkeit und Verkürzung des Hanges, infolgedessen auch eine Reduzierung der Wassermenge und Abflussgeschwindigkeit (Ringler et. al., 2005).

Die Böden unter Hecken unterscheiden sich wesentlich von den Ackerböden. Heckenböden zeichnen sich durch eine signifikante geringere Bodenverdichtung (Abbildung 9.) in den oberen 50 cm aus, verursacht durch weniger mechanische Belastungen durch landwirtschaftliche Geräte und Maschinen (Holden et. al., 2009). Bodenverdichtungen führen zu einem erschwerten Eindringen von

Niederschlagswasser, sowie von Pflanzenwurzeln. Infolgedessen können die Pflanzen schwerer Wasser und Nährstoffe aus tieferen Schichten nutzen.

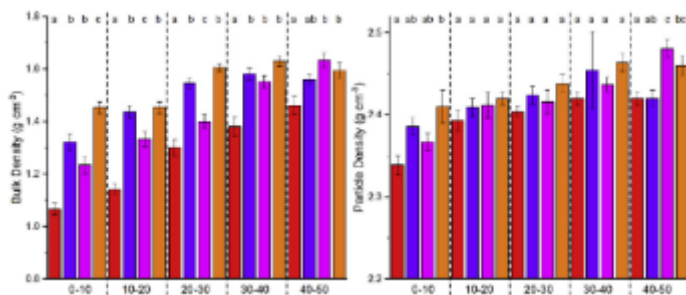


Abbildung 9. Bodendichte und Partikeldichte von verschiedenen Böden in den unterschiedlichen Bodentiefen: Hecke (rot), Saum (blau), Weide (violett) und Acker (orange). Bodentiefe ist in cm angegeben. (Holden et al., 2019)

In der Studie von Holden et al. (2019) wird eindeutig gezeigt, dass Hecken einen höheren Anteil an gespeichertem organischem Kohlenstoff (SOC) in ihrem Boden als Säume, Weiden und Ackerflächen haben. In Ackerflächen wird organisches Material (SOM) rascher zersetzt, wodurch mehr CO₂ freigesetzt wird.

Hecken können mit ihrer höheren Produktion an Biomasse, vor allem durch Bäume, und tiefwurzelnden Gehölzen mehr SOC anreichern, insbesondere auch in tieferen Bodenschichten. Zusätzlich wird Kohlenstoff, der aus Wurzeln stammt, durch physiochemische Interaktionen besser gespeichert werden als von oberirdischer Biomasse stammender Kohlenstoff (Rasse et al., 2005). Darüber hinaus erhöhen Wurzeln durch ihre Exsudation die SOC Werte im Boden, bis zu 2,3-mal mehr als Kompostierungsprozesse an der Bodenoberfläche (Schwarzer, 2019).

Böden mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz (SOM) und organischem Kohlenstoff (SOC) erhöhen die Bodenfruchtbarkeit, die Wasserspeicherefähigkeit und die Nährstoffversorgung. Außerdem gewährleisten sie durch ihre bessere Bodenstruktur eine geringere Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen ins Grundwasser und minimieren die Bodenerosion. (Schwarzer, 2019).

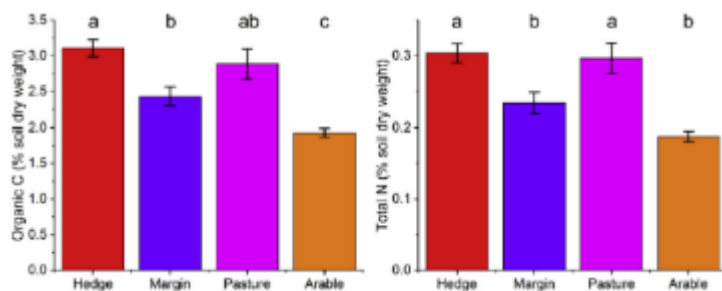


Abbildung 10. Bodengehalt von organischem Kohlenstoff und Gesamtstickstoff in verschiedenen Böden: Hecke (rot), Saum (blau), Weide (violett) und Acker (orange). (Holden et al., 2019)

Des Weiteren spielt auch die Förderung von Bodenorganismen eine entscheidende Rolle. Die Häufigkeit von Regenwürmern ist beispielsweise ein wichtiger Indikator für die Bodengesundheit und Bodenaktivität. Nach Holden et al. (2019) enthielten Heckenböden eine höhere Biomasse und Vielfalt an Regenwürmern als Ackerböden. Wobei die Biomasse und die Vielfalt auf Weiden und Säumen größer war, was aber auf den signifikanten Effekt zurückzuführen ist, dass die Regenwurmdichte durch die Vegetationsdecke (Bodentemperatur & -Feuchtigkeit) beeinflusst wird. Die erhöhte Anzahl an Regenwürmern fördert eine gute Bodendurchlüftung und ausreichend vertikale und horizontale Regenwurmröhren, die sich positiv auf die Bodendurchlässigkeit und Wasseraufnahmefähigkeit auswirken.

Darüber hinaus sind eine hohe Aktivität von Bodenmikroben, nicht nur für die Bodenfruchtbarkeit und Stabilität wichtig, sondern auch auf für den SOC Gehalt im Boden. Die Exkremente von Mikroben, sowie ihre toten Körper stellen einen wichtigen Kohlenstoffspeicher im Boden dar. Heckenböden sind

außerdem ein wichtiges Reservoir für eine einzigartige Bodengemeinschaft, die sich von Ackerböden, Weiden und Säumen unterscheidet, (Holden et. al., 2019).

1. 5. Einfluss von Hecken auf den Nährstoffhaushalt

Durch die zunehmenden Extremwetterereignisse, den Einsatz von mineralischem Dünger und die Folgen der intensiven Wirtschaftsweise in der Landwirtschaft kommt es zu einem Nährstoffungleichgewicht. Dauerhafte Störungen und Stressfaktoren aller Art, nicht nur Nährstoffungleichgewichte, beeinflussen die Resilienz eines Ökosystems, also die Fähigkeit eines Ökosystems Störungen zu kompensieren, um die grundlegenden Funktionen weiterhin zu erfüllen (Listing, 2019). Das heißt, je mehr Stressfaktoren vorhanden sind, desto schwieriger wird es für das System, in diesem Fall Acker, klimatische Störungen wie Trockenperioden, Spätfröste etc. abzufedern (Listing, 2019).

Hecken stellen ein wichtiges Werkzeug für die Rückführung von Nährstoffen in den Kreislauf dar. Durch Pflanzung von tiefwurzelnenden Gehölzen in Hecken, die ihr Wurzelsystem unterhalb der Feldkulturen haben, können wichtige Funktionen wie Nährstoffrückhaltung und Nährstoff-Recycling gewährleistet werden. Heckenpflanzen können Nährstoffauswaschungen mindern, indem sie die Nährstoffe aktiv aufnehmen und zurückhalten. Dabei profitiert der Nährstoffhaushalt der Ackerfläche und die Qualität des Grundwassers. Zusätzlich können tiefwurzelnende Gehölze Nährstoffe aus tieferliegenden Schichten/Grundwasser mobilisieren und in das System zurückführen und so für die Kulturen wieder zur Verfügung stellen.

Die Studie von Rowe et. al. (1999) zeigte, dass die tiefwurzelnende Pflanze *Peltophorum dasyrrachis* in Hecken tieferliegenden Stickstoff aufnahm und dass die flachwurzelnende Pflanze *Gliricidia sepium* nicht in höherer Konkurrenz um N mit den landwirtschaftlichen Kulturen stand.

Der intensive Einsatz von mineralischem Dünger in der Landwirtschaft ist die Hauptursache für die Anreicherung von dem leicht wasserlöslichen Nitrat im Grundwasser. Durch die Pflanzung von Hecken kann die Nitratauswaschung vermindert werden, indem Heckenpflanzen die Stickstoff Konzentration durch verschiedene Regelmechanismen im oberflächennahen Grundwasser reduzieren (Thomas & Abbott, 2018).

Die Studie von Thomas & Abbott (2018) zeigt, dass Hecken einen starken saisonabhängigen Einfluss auf die bodenoberflächennahen Nitratgehalte haben. Hecken können Nitratflüsse reduzieren. Wie effizient dieser Prozess ist, hängt von der Nitratmenge im Boden und im Grundwasser, von den hydrologischen Flüssen und der Zeit, aber auch von den biogeochemischen Bedingungen im Wurzelraum ab. Die Studienergebnisse zeigen eine Reduzierung der Nitratflüsse in einer Hanglage zwischen 23-63 %.

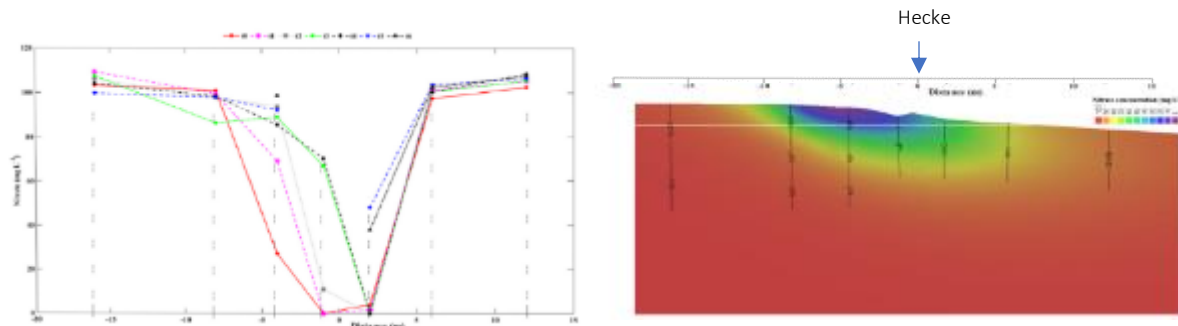


Abbildung 71. a) Gemessene Nitrat-Konzentrationen im Grundwasser eines Slug/Bail-Testes (Methode zur Bestimmung von Durchlässigkeitswerten eines Grundwasserleiters) im Frühling (Recover Phase). b) 2D Simulation von Nitrat-Konzentration. Rot zeigt hohe und blau niedrige Nitratkonzentrationen an. (Thomas & Abbott, 2018).

Heckenpflanzen nehmen Wasser und das darin gelöste Nitrat direkt auf, können aber auch andere Nitrat reduzierende Mechanismen aktivieren. Zum Beispiel regen Heckenpflanzen die Denitrifikation an, nämlich durch die ständige Konkurrenz um Nitrat zwischen Pflanzen und Mikroorganismen. Die erhöhte Konzentration von organischem Kohlenstoff unter der Hecke fördert die Bildung von stabilen Bodenaggregaten, die anoxische Microsites darstellen und somit die Denitrifikation ermöglichen. (Thomas & Abbott, 2018)

Durch die Minimierung der Bodenerosion durch Hecken, vor allem wenn sie quer zur Hanglage angelegt wurden, vermindern nicht nur die NO_3 Konzentration, wie von Thomas & Abbott (2018) gezeigt, sondern auch den Austrag von Phosphor. Phosphorverluste entstehen hauptsächlich durch Oberflächenabtragungen, also Bodenerosion und oberflächlichen Wasserabfluss (Bad (Hrsg.), 2003).

Hecken allein können die Ungleichgewichte im Nährstoffhaushalt nicht verhindern, sondern nur kompensieren. Ein gut ausgeprägtes Heckennetz in der Agrarlandschaft hält in Kombination mit einer nachhaltigen Landwirtschaft, also bodenschonende Methoden, geringer Einsatz von Düngern etc., den Nährstoffhaushalt im Gleichgewicht.

1. 6. Auswirkungen von Hecken auf den Ertrag

Die Optimierung lokalklimatischer und mikroklimatischer Verhältnisse durch Gestaltung der Landschaftsstrukturen mit Hecken wirkt sich auf die angrenzenden Standortbedingungen und auch auf die Erträge der Feldkulturen positiv aus. Diese Effekte wurden schon in einigen Studien (von W. Kreutz oder Anton Oblrich) vor 1940 gezeigt (Wendt, 1951) und wird durch nachfolgende immer wieder bestätigt.

In einer Studie von Bio Forschung Austria im Jahr 1989 wurde eine direkte ertragssteigernde Wirkung im angrenzenden Feld einer Windschutzhecke in Rothneusiedl nachgewiesen. Der positive Effekt der Hecke zeigte sich schon beim Auflaufen der Rispenhirse (Abbildung X), und setzte sich im Ertrag fort. Verglichen mit einem Feld ohne Hecke war der Ertrag auf dem von der Hecke geschützten Feldteil bis in eine Entfernung von ca. 75 m (etwa der 10-fachen Heckenhöhe) von der Windschutzhecke erhöht. Wenn man die Ertragserhöhung mit dem fehlenden Ertrag auf der Fläche, wo die Hecke angelegt wurde, gegenrechnet, ergab sich auf die gesamte Fläche gerechnet ein Ertragsplus von 8 %. (Kromp & Hartl, 1993)



Abbildung 12. Leeseitiger Windschutzeffekt hat einen positiven Einfluss auf die Keimung von Rispenhirse im Frühjahr aufgrund der höheren Bodenfeuchtigkeit (Kromp & Hartl, 1993).

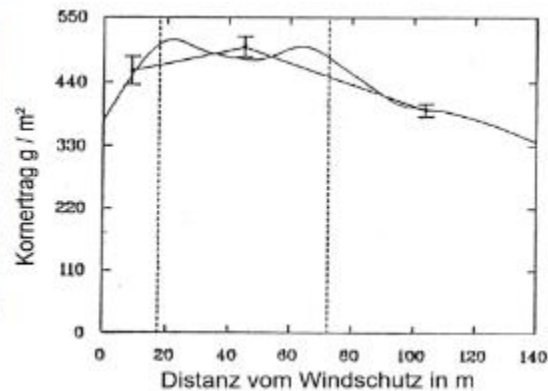


Abbildung 83. Hirseertrag auf der Leeseite einer Windschutzanlage in Rothneusiedl (Kromp & Hartl, 1993).

Auch im MUBIL-Projekt bestätigte sich bei einem Ertragsvergleich von Flächen ohne und mit Windschutz durch eine 8 m hohe Hecke die positive Wirkung von Hecken auf den Ertrag (Freyer et al., 2009). In den ersten 80 m nach der Windschutzhecke wurden bei Luzerne Ertragssteigerungen von 9,7 %, bei Winterweizen von 9,5 % und bei Sonnenblume sogar Ertragssteigerungen von 23,7 % ermittelt. Der Einflussbereich von der Hecke auf die Feldkulturen unterschied sich, bei Winterweizen war der Einfluss bis nur dem 4-fachen der Heckenhöhe und bei Winterweizen das 10-fache der Heckenhöhe (Gerersdorfer et al., 2010). In einem der Beobachtungsjahre wurde keine Ertragssteigerung auf Winterroggen festgestellt (Gerersdorfer et al., 2010).

Das Ausmaß der Ertragssteigerung und die Reichweite des Einflusses der Hecke hängen somit von der Feldkultur und der Jahreswitterung ab (Freyer et al., 2009 und Cleugh, 1998). Wobei in trockenen Jahren die positive Wirkung von Hecken auf den Ertrag besonders hervortritt (Eitzinger et al., 2014).

Ertragssteigerungen wurden im Lautenbachprojekt ebenso nachgewiesen (El Titi, 1994). In der Abbildung X sieht man den Ertragseffekt von Hecken bei Sommerweizen mit und ohne Hecke.

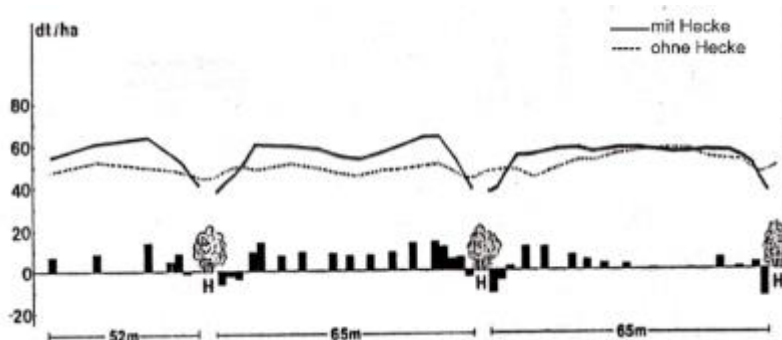


Abbildung 14. Auswirkungen von Hecken auf den Ertrag von Sommerweizen zwischen drei Reihen von Hecken, verglichen mit den angrenzenden offenen Flächen ohne Hecken. (Lautenbachprojekt - El Titi, 1994).

Distanzabhängige Ertragsänderungen durch Hecken

Unmittelbar neben der Hecke auf der Lee Seite ist die Ertragsminderung am höchsten aufgrund der Beschattung und der Wurzelkonkurrenz der Heckenpflanzen mit den Feldkulturen um Wasser und Nährstoffe. Diese Konkurrenzzone mit Ertragsminderung reicht bis in eine Entfernung von der Hecke bis 1 bis 2,5 H (Cleugh, 1998; Campi et al., 2009; Gerersdorfer et al., 2010). Diese Zone nutzt man am besten nicht für den Anbau von Feldkulturen, sondern passt die Nutzung an die Gegebenheiten an, siehe Unterkapitel Mehrnutzungshecke.

In der maximal windgeschützten Zone, die sich in einer Heckenentfernung von 2,5 - 5 H befindet, ist die Ertragssteigerung am höchsten (Cleugh, 1998; Campi et al., 2009, Gersdorfer et al., 2010). In der anschließenden Zone (5-10(18) H) mit abnehmenden Heckeneinfluss fällt die Ertragserhöhung mit der Distanz von der Hecke ab bis in den unbeeinflussten Heckenbereich, wo der Ertrag sich auf den Normalertrag einpendelt.

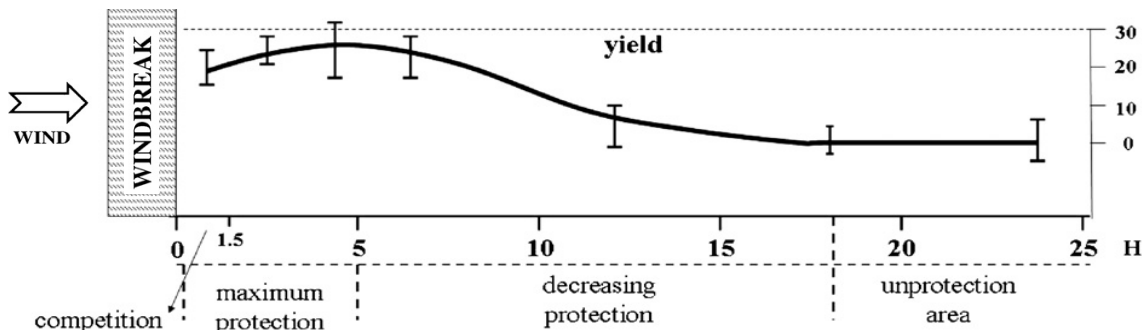


Abbildung 15. Ertragssteigerung abhängig von der Schutzfunktion der Hecke. (Campi et. al., 2009)

Steigerung der Qualität und Quantität des Ertrages durch mehr Bestäuber und höhere Vernetzung von Hecken

In der Studie von Castle et al. (2019) wurde die Qualität und Quantität von Erdbeeren, die neben Hecken mit Anschluss an Wäldern, isolierten Hecken und neben Grasstreifen ohne Hecken gepflanzt wurden, untersucht. Eine höhere Bestäuber Abundanz führte zu einem erhöhtem Erdbeergewicht. Die Bestäuber-Abundanz war am höchsten in gut vernetzten Hecken, gefolgt von isolierten Hecken und abschließend in Grasstreifen.

Die Ergebnisse zeigten, dass das durchschnittliche Erdbeergewicht von Pflanzen neben vernetzten Hecken um 45 % höher war als jenes von Erdbeeren neben isolierten Hecken. Im Vergleich zu Erdbeeren neben Grasstreifen war das Erdbeergewicht neben vernetzten Hecken um 55 % höher. Außerdem war der Anteil an Früchten mit höherer Qualität und somit verkaufsfähigen Erdbeeren neben mit Wäldern vernetzten Hecken am höchsten, mit einem Anteil von 90 %. Im Vergleich dazu betrug der Anteil verkaufsfähiger Früchte bei isolierten Hecken nur 75 % und neben Grasstreifen nur 41%.

Die Studie von Castle et. al. (2019) zeigt, dass vernetzte Hecken wichtig für die Bestäuber-Anzahl, Reichweite und Leistung in landwirtschaftlich genutzten Landschaften ist und so wirtschaftlich einen Vorteil für die Produktion von Kulturen in Quantität und Qualität bringt.

Andere Kulturen, wie z.B. Raps, Feldbohnen, Kürbisse oder Obstbaumpflanzen, profitieren auch von einer höheren Abundanz von Bestäubern, insgesamt profitieren 84 % unserer 264 in Europa genutzten Kulturen durch Bestäuber (Castle et al., 2019).

Mehrnutzungshecke – multifunktionale Hecke

Mehrnutzungshecken bieten durch ihre Multifunktionalität Zusatznutzen und Wertschöpfung über die normale Funktion von Windschutzhecken hinaus. Sie enthalten zusätzlich zu den üblichen Heckenpflanzen vermehrt (Wild-)obst, Nussbäume und Nusssträucher, Edelhölzer, Färbepflanzen oder raschwachsende Gehölze/Gräser, die zur Energieerzeugung genutzt werden können.

Ein typisches Beispiel für so einen zusätzlichen Bonus ist die Nutzung von (Wild-)obst und Nüssen aus der Mehrnutzungshecke zur Herstellung von lokalen oder regionalen Spezialitäten wie Marmeladen oder Edelbränden, oder die Nutzung von heimischen Wildkräutern aus dem Heckenumfeld.

Im Windschatten der Hecke entsteht im unmittelbaren Nahbereich eine Zone mit ausgeprägt trockenem warmem Kleinklima, die zur Produktion von trockenheitsliebenden Heil- und Gewürzkräutern genutzt werden kann oder zur Gemüseproduktion. Möglich wäre auch die Anlage einer Hecke mit Bäumen oder Sträuchern, die mit Pilzmyzel beimpft sind, zur Produktion von Trüffeln, Steinpilzen & Co.

Die durch die Nutzung erzielte Erhöhung der betrieblichen Wertschöpfung kompensiert die Kosten für Errichtung und Pflege der Hecken und den Gewinnentgang durch den Entfall der landwirtschaftlichen Nutzung auf der Heckenfläche.

Mehr Informationen zum vielfältigen Nutzen von Hecken gibt es in der Broschüre „Mehrnutzungshecken“ von Bio Forschung Austria, gefördert vom Niederösterreichischen Landschaftsfonds. Die Broschüre ist unter folgendem Link von der Bio Forschung Austria Homepage downloadbar:

www.bioforschung.at/wp-content/uploads/2020/03/Mehrnutzungshecke_20200321_komprimiert.pdf

1. 7. Indirekter Nutzen von Biodiversität für die Landwirtschaft

Hecken sind sehr vielfältige und nischenreiche Saumbiotope, die sozusagen wie ein „doppelter Waldrand“ funktionieren und so eine Fülle von Organismen in ihrer Kraut-, Strauch- und Baumschicht beherbergen. Außerdem stabilisieren sie ökologische Regelmechanismen und tragen zu einem biologischen Gleichgewicht in der Landschaft bei. Eine höhere Artenvielfalt wirkt sich nicht nur positiv für den Naturschutz aus, sondern auch auf die angrenzenden landwirtschaftlichen Bereiche, wie u.a. durch Regulation von Schädlingen durch in den Hecken lebende Nützlinge, Förderung des Bodenlebens (Regenwürmer und Mikroorganismen) oder höhere Bestäuber-Leistungen.

Die Heckenqualität und die Vernetzung von Hecken mit anderen Biotopen in der Landschaft beeinflussten die Biodiversität und auch deren Nutzen für die Landwirtschaft. Deshalb ist es wichtig die Hecke richtig zu pflegen, wie z.B. große Lücken zu vermeiden oder einen standortangepassten, artenreiche Unterwuchs zu fördern, sowie auf eine gute Vernetzung zu achten. (Garrat et al., 2017; Byrne und delBarco-Trillo, 2019)

Gut gepflegte und vernetzte Hecken zeigen eine erhöhte Diversität und Abundanz von Organismen. Die Studie von Garratt et al. (2017) zeigte eine Verdopplung der Abundanz von Hummeln in Hecken mit guter Qualität und Vernetzung, wobei laut Byrne und delBarco-Trillo (2019) die Häufigkeit von Hummeln auch von der Art und Häufigkeit der Pflege abhängt. Außerdem wurde in der Studie von Garratt et al. (2017) festgestellt, dass Wolfsspinnen, wichtige Räuber, in höherer Anzahl vorkamen, wenn Bäume sich in der Hecke befanden und die Hecke gut vernetzt war. Neben den Hummeln sind speziell die Bienen, aber auch die Schwebfliegen wertvoll für die Landwirtschaft. Diese können durch einen guten Unterwuchs mit vielen Blütenpflanzen gefördert werden. Durch ihre Bestäuber-Funktion beeinflussen sie die Qualität und Quantität von Kulturen, wie beispielsweise von Erdbeeren (Castle et al., 2019) oder Raps positiv.

Die Reichweite von Nützlingen ist artspezifisch. Die Abundanz von Nützlingen nimmt aber jedenfalls mit der Distanz von der Hecke ab (Garratt et al. 2017). Durch die Vernetzung von Hecken erhöht sich die Heckenfläche in der Landschaft, infolgedessen können mehr Bestäuber in angrenzende Agrarflächen vordringen. Deshalb ist es wichtig, auf ein gutes Heckennetz zu achten, um die Ökosystemdienstleistungen von Hecken und deren Bewohnern zu ermöglichen.

2. Optimierung der Pflege bestehender Bodenschutzanlagen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für den Klima- und Bodenschutz

2.1. Pflege

Die richtige Pflege ist für die langfristige Erhaltung der Wirksamkeit von Hecken für den Klima- und Bodenschutz, sowie für die Biodiversität entscheidend. Das Management von Hecken entscheidet nicht nur über die Anzahl der in den Hecken vorgefundenen Pflanzenarten (Deckers et al., 2004), sondern ist auch für die Artenvielfalt von z.B. Schmetterlingen entscheidend (Staley et al., 2016).

Zunächst sollte die Zielsetzung der Pflege einer Hecke oder Bodenschutzanlage geklärt und klar formuliert werden. Mögliche Pflegeziele können zum Beispiel die Begrenzung der Breite einer Hecke, die Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit angrenzender Straßen, die Verjüngung der Hecke, die Förderung der Biodiversität, oder die Veränderung der Artenanteile in der Hecke sein. Dabei ist auch auf gesetzliche Vorgaben Bedacht zu nehmen.

Die Pflegeziele und die ausgewählten Pflegemaßnahmen sollten mit allen Beteiligten, insbesondere mit den Landwirten und den Gemeinden, abgesprochen werden, damit allen Involvierten der Sinn der Pflegemaßnahmen klar ist. Außerdem sollten alle über die unerwünschte Pflegemaßnahmen, die den Erfolg der Pflege gefährden, informiert werden. Ebenso ist es sinnvoll, den Erfahrungsschatz älterer LandwirtInnen bei der traditionellen Pflege und Nutzung von Hecken einzubinden und die Anliegen der Beteiligten zu berücksichtigen.

Grundsätzlich bedeuten alle Pflegemaßnahmen auch Störungen eines Lebensraumes. Während der Nist- und Brutzeiten, also von Anfang März bis Ende September, sollte auf die Durchführung von Pflegemaßnahmen verzichtet werden. Das Schneiden von Hecken weniger oft, weniger intensiv und im Winter fördert die meisten Schmetterlingsarten (Staley et al., 2016). Wenn möglich, sollte die Pflege im unbelaubten Zustand und auf gefrorenem Boden erfolgen (Gyimothy, 2019).

2.1.1. Auf-den-Stock-setzen

Eine der wichtigsten Pflegemaßnahmen zur Gehölzverjüngung und Erhaltung von Hecken ist das Auf-den-Stock-setzen.

Die natürliche Heckensukzession hin zu einer waldartigen Pflanzengesellschaft wird durch das Auf-den-Stock-setzen unterbrochen, dabei wird die Hecke in der Sukzession in eine Licht- und Jugendphase zurückgeworfen. Die mit dem Stockhieb einhergehenden periodischen Umbauprozesse sind stark genug, um nutzungsunabhängige Sukzessionstrends zu überlagern und fast völlig unwirksam zu machen.

Wird dieses gleichbleibend rotierende Bewirtschaftungssystem über längere Zeiträume durchgeführt, so bildet sich ein insgesamt stabiles, zyklisch zwischen Schatten- und Lichtphasen oszillierendes Ökosystem „Strauchhecke“ heraus (Ringler et al., 1997).

Durch das Auf-den-Stock-setzen der Sträucher kommt es zu einer Verjüngung der Hecke. Lichtbedürftige und niedrig wachsende Arten werden im Wuchs gefördert. Durch den Stockausschlag bleibt die Hecke auch im unteren Teil dicht.

Auf-den-Stock-setzen ist etwa alle 10 Jahre nötig. Bei neuangelegten Hecken kann der erste Stockhieb schon nach etwa 5-7 Jahren erfolgen, wenn die Gehölze die Krautschicht im Bestandesinneren einigermaßen verdrängt haben. Der frühe Stockhieb führt zu dichten Stockausschlägen, fördert die

Verdichtung und das Zusammenwachsen der Hecke, „Vorpreschen“ einzelner Arten oder Individuen wird vermieden (Kühne et al., 2018).

Längere Umtriebszeiten mildern die Verdrängungsprozesse zwischen unterschiedlich schnell bzw. hoch ausschlagenden Gehölzen, da immer wieder Platz geschaffen wird für die „Nachzügler“. Je mehr Zeit seit dem letzten Stockhieb vergangen ist, desto schwächer ist der Wiederaustrieb. Bei Umtriebszeiten unter 10 Jahren setzen sich üblicherweise die ausschlagsfreudigsten Pionierarten mit ihren besonders effizienten vegetativen Vermehrungsmöglichkeiten (Wurzelbrut, Polykormonbildung) durch .z.B. Zitterpappel und Faulbaum auf wechselfeuchten und staunassen Standorten, Schlehe und Blut-Hartriegel auf lehmig-trockenen Standorten (Kühne et al., 2018).

Der optimale Zeitpunkt zum Auf-den-Stock-setzen ist der Spätwinter, einige Wochen vor dem Knospenschwellen.

Die Höhe des Stockhiebs sollte sich nach der Gehölzart richten (Kühne et al., 2018):

- Baumarten, die knapp unter der Schnittfläche ausschlagen, werden etwa 3-5 cm über dem alten Stock (Stumpf) gekappt (z.B. Weiden, Pappeln, Robinien, Ulmen, Hainbuchen, Linden).
- Baumarten, die aus dem Wurzelhals ausschlagen, müssen bis auf das Bodenniveau, d.h. nicht mehr als 5-10 cm über dem Boden, herunter gekappt werden (Schwarzerle, Esche, Eiche, Ahorn, Kastanie, Grau-Erle, Hasel).

Schlecht austreibende Arten wie Weißdorn und Speierling können vom Stockhieb ausgespart werden, evtl. sogar etwas freigestellt werden. Überhälter werden ausgespart. Hier könnte man auch gezielt schwachwachsende oder seltenere Sträucher, z.B. die Pimpernuss fördern in dem man nur die benachbarten Sträucher auf Stock setzt. Man könnte auch einmal uralte Holunder entstehen lassen, zum Beispiel an einem Ende der Hecke oder bei einem abzweigenden Weg. Der Holunder ist ein altes Kulturgut - „vor einem Holunder zieht man den Hut“.

Wenn einzelne Gehölze nach dem Stockhieb nicht mehr austreiben, muss nachgepflanzt werden.

Wichtig für die Heckenfauna ist die zeitliche und räumliche Staffelung des Stockhiebs. Es sollten immer nur Teilabschnitte auf Stock gesetzt werden, nie mehr als ein Drittel (Blab, 1986) oder maximal 20 Meter der Hecke auf einmal (Benjes, 1994, nach Ringler et al., 1997). Der Stockhieb des nächsten Teilabschnittes soll erst um einige Jahre versetzt erfolgen.

Das Abschlagen von Hecken auf ihrer gesamten Länge bzw. das Absägen benachbarter Hecken binnen einer oder zwei Vegetationsperioden wirkt sich negativ auf die Artenvielfalt aus. Dadurch verschlechtern sich die Wiederbesiedlungschancen von wenig mobilen, nicht gut flugfähigen Arten. Es verschlechtern sich auch die Wiederbesiedlungschancen für Tiere, welche an die späteren, waldähnlichen Entwicklungsstadien von Hecken angepasst sind und in der frisch nachtreibenden Hecke nicht überdauern können, sondern von anderen benachbarten Vorkommen wieder einwandern müssen. Arten(gruppen), die auf bestimmte Wuchsformen (Strukturen) angewiesen sind, verlieren ihre Rückzugsräume in der näheren Umgebung (Ringler et al., 1997).

Etwa 20 m lange Heckenabschnitte erlauben eine optimale Siedlungsdichte der heckenbrütenden Vögel (Heusinger, 1984). Wenn durch abschnittswisen Stockhieb solche optimalen Längen entstehen, dann kann die Dichte dieser Arten pro verbliebenen Laufmeter Hecke ansteigen und so die durch den Stockhieb verlorengehenden Nistmöglichkeiten teilweise ausgeglichen werden. Gerade die Komplexbiotopbewohner, welche gleichzeitig Gehölze als Nist- oder Schlafplatz und Offenland zur Nahrungssuche benötigen, werden durch die erzielte Kammerung begünstigt. (Ringler et al., 1997).

Amsel, Goldammer, Heckenbraunelle, Fitis, Kohlmeise, Singdrossel und Gelbspötter sowie auch die Ringeltaube bevorzugen über 7 Jahre alte Stockausschläge. Dorngrasmücke, Buchfink, Fasan, Sumpfrohrsänger sowie Baumpieper waren deutlich öfter in jüngeren Beständen zu finden (Puchstein, 1980). Der Igel hat in lichten, offenen, unten verkahlten Hecken eine deutlich höhere Mortalität. Hecken, die bodennah dicht sind, fördern Igel, weil sie ihnen mehr Schutz und mehr Insekten als Futter bieten. (French and Cummins, 2001; Barr et al., 2005; Hof et al., 2012; Gosling et al., 2016; nach Graham et al., 2018)

Die Sträucher brauchen zum Wiederausschlagen Licht. Jede Beschattung unterdrückt das Ausschlagen. Daher müssen immer zusammenhängende, ausreichend lange Bereiche gleichzeitig auf den Stock gesetzt werden. Auch die Abstände zwischen vorhandenen oder zukünftigen Überhältern dürfen daher nicht zu klein sein. Sonst reicht der Schatten der Überhälter, um das Wiederausschlagen der Strauchschicht zu behindern (Kühne et al., 2018).

Daher ist auch das Auf-den-Stock-setzen einer Heckenhälfte (Längsseite) nicht zu empfehlen, da die gestutzte Seite von der bleibenden beschattet wird. Zudem werden vorher geschützte und beschattete Bereiche des Heckeninneren auf einmal exponiert und die innere Zonierung der Hecke damit empfindlich gestört (Kühne et al., 2018).

Durch das Auf-den-Stock-setzen wird die oberirdische Biomasse fast vollständig entfernt, die Wurzeln samt den darin gespeicherten Nährstoffen bleiben aber unversehrt. Die Gehölze können deshalb, soweit sie ausschlagfähig sind, sehr schnell wieder austreiben und Zuwächse erreichen, wie sie von frisch gepflanzten Jungpflanzen nicht annähernd erreicht werden (Zelesny, 1992).

Wenn die Umtriebszeiten lang genug sind, bleibt die Austribskraft der Stöcke auf guten Standorten sehr lange erhalten. Auf schlechteren Böden und bei sehr kurzen Umtriebszeiten kann die Ausschlagkraft allerdings nach wenigen Umtriebsperioden erschöpft sein, da die Zwischenzeiten nicht zur Regeneration der Vorräte ausreichen (Ringler et al., 1997). Je knapper Wasser und Nährstoffe sind, desto stärker profitieren überstehende Bäume vom Stockhieb.

Die Erhaltung einer vielfältigen, komplexen Heckenstruktur und das Verhindern der Entwicklung einer geschlossenen Baumschicht verbessert die Wirksamkeit von Hecken als effektive ökologische Korridore für Säugetiere (Dondina et al., 2016).

Zwar sind gerade jüngere, bis etwa 20 Jahre alte Gehölze optimal für etliche heckentypische Tierarten (Zwölfer et al., 1984), aber das Verschonen einzelner älterer und sehr alter Abschnitte wirkt sich positiv aus, da zum Beispiel Totholzbewohner (im Holz lebende Wirbellose, höhlenbauende Vögel) auf derartige Strukturen angewiesen sind.

Die auf den Stockhieb folgende „Offenphase“ der Hecke ist bei humusreichen Heckenböden bzw. Detritusansammlungen mit einem Mineralisierungsschub verbunden. Er wird gefördert durch Schlagabraum, zerstörte Bodenvegetation, abgestorbene Stockteile der Sträucher oder ganzer Stöcke und auch die während des Dichtschlusses angesammelte, erst unvollständig abgebaute organische Substanz wie Blätter, Äste etc., deren Abbau nun bei stark erhöhter Licht- und Wärmezufuhr beschleunigt abläuft.

Vor dem herbstlichen Laubfall werden vor allem Magnesium und Phosphor zum erheblichen Teil in der Rinde eingelagert. Die Entnahme der unbelaubten Stockausschläge im Winter wirkt sich deshalb vor allem bei diesen beiden Nährstoffen aus. Um einer Aushagerung entgegenzuwirken, sollte das rindenreiche Feinschlag zum Teil als Reishaufen im Bestand verbleiben. Das heute oft übliche Einblasen des maschinell kleingehackten Reishauges in die Bestandesränder und erst recht das randliche Aufhäufen führt neben der N-Anreicherung auch zu einem P- und Mg-Schub, sodass vor allem Nährstoffzeiger wie Brennessel, Labkraut und Holunder begünstigt werden (Ringler et al., 1997).

2.1.2. Kappen

Eine Alternative zum bodennahen Auf-den-Stock-setzen ist ein Schnitt in Knie- oder Brusthöhe (Kappen). Dies hat den Vorteil, dass die Hecke nicht vollständig unterbrochen wird und der bodennahe Strauchbewuchs nur wenig geschädigt wird. Da das Austriebszentrum deutlich von der Bodenoberfläche abgehoben ist, entsteht darunter etwas mehr Freiraum für Stauden und niedrigwüchsige Sträucher. Es kann eine deutlichere Etagengliederung bei insgesamt nur mäßiger Heckenhöhe auftreten.

Die höchste Verzweigungs- und Ausschlagdichte befindet sich in diesem Fall deutlich höher als beim Auf-den-Stock-setzen. Dies kann zumindest kurzfristig einigen Heckenbrütern und nestbewohnenden Kleinsäugetieren wie der Haselmaus entgegenkommen.

Durch das Kappen haben andere Gehölzarten einen Vorteil als durch den Stockhieb (Croxtton et al., 2004). Relativ gut für das Kappen geeignet sind die potentiellen Kopfholz- oder Schneitelgehölze wie z.B. Weiden, Hainbuche, Feldulme, Esche und Weißdorn. Basitone Gehölzarten, deren optimale Ausschlagstellen in Bodennähe liegen, sind bei dieser Verjüngungsmethode benachteiligt.

Die Maßnahme kann wohl nicht über längere Zeit durchgeführt werden, da die Stämme allmählich zu dicken, allerdings sehr kurzschäftigen Kopfbäumen heranwachsen. Gleichzeitig ist ein allmähliches Verkahlen im Bereich der Gehölzbasis zu erwarten (Ringler et al., 1997).

2.1.3. Plenterung, Einzelbaumentnahme

Komplex strukturierte Hecken mit zahlreichen Vegetationsschichten weisen gewöhnlich eine hohe Diversität von Invertebraten auf (Maudsley, 2000; Maudsley et al., 2002; nach Graham et al. 2018). Einzelne Großbäume (Überhälter), die die allgemeine Heckenhöhe überragen, sind als Ansitzwarten für Greifvögel wichtig. Für Hoch- und Baumhecken und besonders, wenn die Windschutzfunktion einer Hecke dauerhaft erhalten werden soll, ist eine plenterartige Pflege der Hecke empfehlenswert. Bei der Plenterung als Dauerbewirtschaftung von Hoch- und Baumhecken geht die Entnahme von Einzelbäumen (Überhältern) mit einem Stockhieb der unteren Strauchschicht einher.

Der Kronenraum sollte sich nicht schließen, damit keine Wald-Verhältnisse entstehen. Die Erhaltung einer komplexen Struktur in der Strauchschicht durch Verhindern des Kronenschlusses der Bäume ist notwendig, damit Hecken effektiv als ökologische Korridore für Säugetiere wirksam sein können (Dondina et al., 2016).

Bei alten Hecken sollte darauf geachtet werden, dass die Überhälter nicht vergreisen. Im unteren Kronenraum müssen Hauptbäume entwickelt werden, die nach Stammentnahme die Überhälter ersetzen können. Für den entsprechenden Nachwuchs muss rechtzeitig gesorgt werden. Ersatzbäume müssen frühzeitig durch Aussparen bei der Heckenpflege bzw. auch durch Aufasten zur Kronenentwicklung herangezogen werden. Wenn keine jüngeren Bäume derselben Art im Bestand zur Verfügung stehen, muss rechtzeitig nachgepflanzt werden.

Für die ökologische Kontinuität ist es wichtig, dass wieder dieselben Arten verwendet werden, da zum Beispiel ein Großteil der Lebensgemeinschaft einer Eiche nicht auf einen benachbarten Ahorn überwechseln kann.

Auf das Fällen toter oder absterbender Bäume sollte möglichst verzichtet werden. Im Laufe der Jahre entstehen in ihnen Kleinhöhlen für höhlenbrütende Vögel und andere höhlennutzende Tiere. Muss dennoch wegen Verkehrssicherungspflicht oder mangelnder Toleranz der Anlieger gefällt werden, sollte zumindest der untere Stammabschnitt (bis ca. Brusthöhe) stehenbleiben. Auch ist es möglich, nur die

Krone zu kappen. Bereits totes oder angemorschtes Starkholz sollte nach Möglichkeit im Bestand oder in unmittelbarer Nähe verbleiben.

Zu viel „frischtotes“ (frisch geschnittenes) Holz sollte dagegen nicht im Bestand bleiben, da es sehr viele Nährstoffe enthält und zur Eutrophierung beiträgt (Kühne et al., 2018).

2.1.4. Seitlicher Rückschnitt („Zaunschnitt“)

Diese Art von Pflege wird vor allem entlang von Straßen und Wegen durchgeführt, da sie von Fahrzeugen aus maschinell erledigt werden kann. Der maschinelle Rückschnitt erfolgt heute überwiegend in sehr kurzen Zeitabständen, oft jährlich oder jedes zweite Jahr, da die Gehölze angesichts der meist guten bis sehr guten Nährstoffversorgung sehr rasch austreiben und dann auch bald wieder ein Verkehrs- bzw. Bewirtschaftungshindernis sind. Das hierbei anfallende Kleinholz bleibt meistens im Bestand bzw. in der Mantel-Saum-Zone liegen und verrottet dort allmählich. (Ringler et al., 1997).

Häufiger Rückschnitt führt zu einer weniger komplexen Verzweigungsstruktur (Facey et al., 2014 nach Graham et al., 2018). Der Randbereich des Gehölzes wird infolge der zahlreichen schnittinduzierten Verzweigungen immer dichter, aber im Inneren verkahlt die Hecke. Auch die Bodenvegetation im Inneren fällt wegen der starken Beschattung aus.

Wenn die Oberseite der Hecke nicht geschnitten wird, wachsen die Bäume allmählich über den seitlich noch freigeschnittenen Bereich hinaus und bilden dann oberhalb mehr oder minder ausladende Kronen. Diese können mit der Zeit die darunter wachsenden strauchförmigen Gehölze so beschatten, dass diese auskahlen oder auch absterben. Eine ergänzende Holzentnahme im Kronenbereich ist deshalb notwendig.

Der größte Teil der in Hecken brütenden Vögel bevorzugt zur Nestanlage Dornsträucher sowie Astquirle mit dichtem Kranz von Austrieben (Puchstein, 1980). Auch Schläfer-Arten werden vermutlich gefördert. Für die meisten anderen Tiergruppen werden die Lebensbedingungen jedoch mit der Komprimierung der Blattschicht in eine Ebene verschlechtert. Fünfjährige Untersuchungen zeigten, dass der Rückschnitt die Anzahl der Blüten um 75 % und die Biomasse von Beeren, die über den Winter verfügbar waren, um 83 % im Vergleich zu ungeschnittenen Hecken reduzierte (Staley et al., 2012). Dadurch verlieren Vögel und Kleinsäuger einen Teil ihrer Winter-Nahrung.

Die Minderung der Saum-Gehölz-Verzahnung hat vor allem für die Kleintierwelt den Verlust vielfältiger und kleinräumig differenzierter Mikroklima-Unterschiede zur Folge.

Auch das Schmetterlingssterben wurde mit der zunehmenden Praxis eines jährlichen Heckenrückschnitts in Zusammenhang gebracht (Merckx and Berwaerts, 2010, nach Graham et al., 2018). Für Schmetterlinge, die ihre Eier in Hecken ablegen, beeinflusst der Zeitpunkt und die Intensität des Rückschnitts sowohl die Auswahl der Hecke zur Eiablage als auch das Überleben der Eier und der Junglarven und Raupen. Freilebende Larven und Puppen waren signifikant häufiger in Hecken zu finden, die im Winter geschnitten wurden. Dort fanden sich um 16 % mehr Larven und Puppen als in Hecken, die im Herbst geschnitten wurden. Auf Hecken, die nur jedes dritte Jahr geschnitten wurden, wurden 4 % mehr Larven und Puppen gezählt als auf jährlich geschnittenen Hecken (Staley et al., 2016). Ungeschnittene Hecken wiesen auch eine größere Dichte an Hummeln auf als geschnittene Hecken (Byrne und del Barco-Trillo, 2019).

2.2. Verbesserungsmaßnahmen an bestehenden Hecken

2.2.1. Verbreiterung

Einreihige Hecken können durch die Erweiterung um ein oder zwei Reihen deutlich an ökologischem Potential gewinnen. Um als effektive ökologische Korridore für Säugetiere wirken zu können, sollten Hecken breit und durchgehend sein (Dondina et al., 2016).

In den neuen Außenreihen sollten vor allem niedrig bleibende Sträucher gepflanzt werden. Damit die Neupflanzung nicht zu sehr beschattet wird, kann die bestehende Hecke vor der Neupflanzung auf den Stock gesetzt werden (Kühne et al., 2018). Am Gehölzrand könnte man auch heimische Kleinstraucharten integrieren, wie zum Beispiel Zwergweichsel, Zwergmandel, Geißkleearten, Ginster, Strauchkronwicke, Warziger Spindelstrauch, Färberginster oder *Rosa spinosissima*.

2.2.2. Etablierung einer Schleiergesellschaft

Eine Schleiergesellschaft aus Brombeeren, Rosen und rankenden Arten wie Hopfen oder Waldrebe kann durch Vorpflanzen, aber auch durch mehrmalige Aussaat in die Hecke eingebracht werden.

2.2.3. Etablierung eines Krautsaumes

Ein Krautsaum aus standortgerechten heimischen Wiesenblumen und Brachepflanzen an den Heckenrändern fördert Flora und Fauna. Schon die Ausweisung eines Krautsaumes puffert Störungen ab und bietet Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Der Krautsaum sollte mindestens 0,75 m und optimalerweise 3 m breit sein. Krautsäume sollten nicht öfter als einmal pro Jahr und nicht seltener als einmal alle drei Jahre gemäht werden. Am besten erfolgt die Mahd abschnittsweise.

2.2.4. Erhöhung der Artenvielfalt

Bei artenarmen Hecken können nach und nach vorhandene Sträucher und Bäume herausgenommen werden und durch die Anpflanzung anderer Arten ersetzt werden. Einfaches Fällen reicht nur, wenn kein Stockausschlag oder Wurzelbrut auftritt. Sonst ist zur Verdrängung unerwünschter Arten Rodung oder Schwächung durch regelmäßigen Rückschnitt im Sommer erforderlich.

Die Robinie zum Beispiel reagiert auf Rückschnitt und Fällen mit vermehrter Bildung von Wurzelschösslingen, was das Problem verschlimmern kann. Eine Verdrängung ist hier nur durch mehrfachen Schnitt im Jahr, bei gleichzeitig dichtem Stand der Konkurrenzgehölze möglich. Soll ein solcher Rückschnitt im Frühjahr/Sommer erfolgen, so ist eine Störung der darin lebenden Vögel zu vermeiden (Kühne et al., 2018).

2.2.5. Erhöhung der Heterogenität

Für das Überleben, die Vermehrung und Diversität der krautigen Vegetation, von Vögeln, Säugetieren und Invertebraten ist die Heterogenität von Hecken enorm wichtig (Graham et al., 2018).

Zwischenschalten von kleineren Lücken, niedrigeren Bereichen, Überhältern, schafft abgegrenzte Bereiche, die besonders vielen Brutvögeln die Revierabgrenzung erleichtern. Die als Revier beanspruchten Heckenabschnitte sind kleiner, so wird eine höhere Brutvogeldichte ermöglicht

(Heusinger, 1984). Auch das Zurückdrängen der Baumschicht in länger nicht gepflegten baumreichen Hecken fördert die Strukturvielfalt.

Besonders bodennahe Verstecke sind für die Biodiversität wichtig. Alle Ergebnisse zeigten übereinstimmend, dass komplexe Strukturen an der Basis der Hecke, wie z.B. Steine oder Böschungen die Biodiversität und die Anzahl von Räubern erhöhten. Das Material, das beim Pflanzen der Hecke entfernt wurde, sollte gleich zum Aufschichten - als Lesesteinhaufen oder Totholzhaufen - genutzt werden (Lecq et al., 2017).

Im Schutz von Asthaufen können Hummeln ihre Nester anlegen, Vögel wie Zaunkönig und Rotkehlchen brüten, Igel überwintern, Wiesel und Mauswiesel einen Wohnplatz finden und sich Amphibien, Reptilien und Insekten verstecken.

Außerdem können Äste und größere Holzteile in der Hecke liegen gelassen werden, um den Totholz-Anteil zu erhöhen. Totholz ist ein wichtiger Lebensraum und auch Nahrungsquelle für sehr viele Lebewesen, die teilweise sehr spezialisiert sind. Wildbienen, Ameisen, Marder und viele mehr profitieren von Totholz.

2.2.6. Schließung größerer Lücken

Nur Lücken, die zu groß sind, um von Tieren überwunden zu werden, müssen überbrückt werden. Kleinere unbewirtschaftete Lücken mit krautigem Bewuchs können belassen werden, um die Strukturvielfalt erhöhen (Kühne et al., 2018).

3. Klimaschutzwirksame Gestaltung neuer Klima & Bodenschutzanlagen zur Verbesserung ihrer Ökosystemdienstleistungen

3.1. Ökosystemdienstleistungen von Gehölzen

Neben dem Schutz der Landschaft vor Winderosion und Austrocknung, wie in Kapitel 1 beschrieben, wirken Gehölze als Klimaanlage und Kohlenstoffspeicher, siehe Abb. 16.

Hier nicht berücksichtigt sind die Biodiversitätsleistungen von Hecken. Für die Biodiversitätsleistungen wichtig ist die Verwendung heimischer Gehölze in artenreicher und - ganz wichtig! - standortangepasster Mischung.



Abb. 16. Ökosystemleistungen von Bäumen

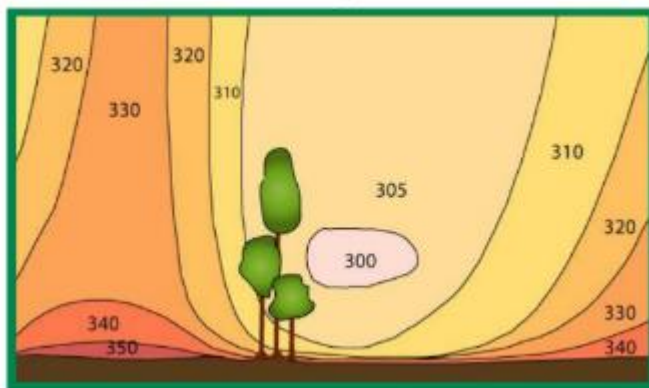


Abb. 17. Verteilung der CO₂-Konzentration in der Nachbarschaft einer Baumgruppe im Verlauf eines Tages. Geringste Konzentration 300 ppm (rosa) auf der windabgewandten Seite des Laubes, höchste Konzentration 350 ppm (dunkelrot) bodennah. (Quelle: <https://bildungsserver.hamburg.de/contentblob/3113382/ff511dda391b2e9db53697225bd51e5d/data/2007-oekosystem-wald.pdf>)

3.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation

Die Temperaturerhöhung bewirkt bereits jetzt eine Verlängerung der Vegetationszeit und auch einen früheren Beginn des Austriebs und der Blüte, wie in Abb. 18 am Beispiel des Schwarzen Holunders dargestellt. Ersteres würde bei ausreichendem Niederschlag zu einer Erhöhung der Jahreswuchsleistung führen, zweiteres birgt bei Auftreten von Spätfrösten die Gefahr von Frostschäden.

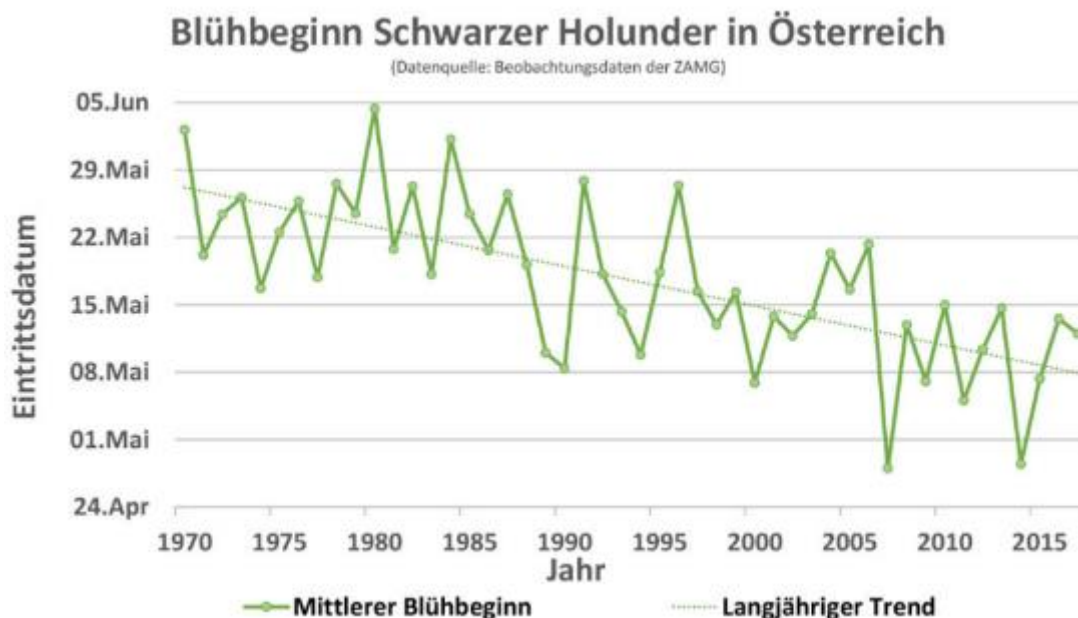


Abb. 18. Blühbeginn Schwarzer Holunder in Österreich. (Quelle: <https://www.mahdzeitpunkt.at>)

3.2.1. Verschiebung der Vegetationszonen

Auf Grund der Erhöhung der Temperatur verschieben sich die Vegetationszonen um 300 m je 2,0°C in höhere Lagen. Das bedeutet, dass bei einer bisherigen Temperaturerhöhung (seit 1900) von 2,0°C und einer zukünftigen Erhöhung von 2,0°C bis 3,5°C (in Summe 4°C bis 5,5°C) die Vegetationszonen um 600 m bis 830 m seit Beginn der Klimaänderung nach oben wandern.

Inwieweit die bisherige Temperaturerhöhung bereits zu einem Ausweichen der Vegetation in höhere Bereiche geführt hat, ist unklar. Da ein Großteil dieser Temperaturerhöhung erst seit Beginn der 1980er-Jahre stattgefunden hat, ist anzunehmen, dass sich diese Temperaturerhöhung noch nicht in einer Änderung der Vegetationshöhenzonen manifestiert hat. Individuen verschiedener Gehölzarten als Relikt der Zeiten vor dem Klimawandel wachsen wahrscheinlich in für derzeitige Temperaturen zu tiefen und zu warmen, also für sie ungeeigneten Lagen.

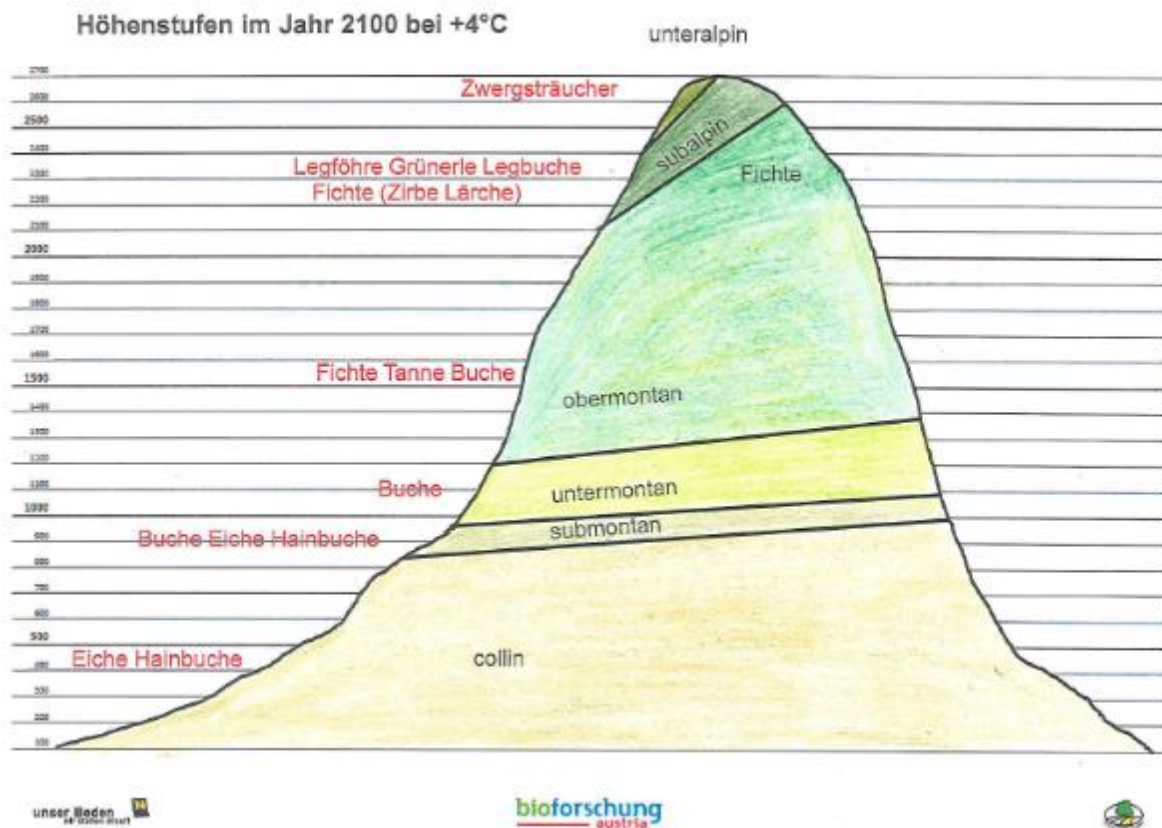
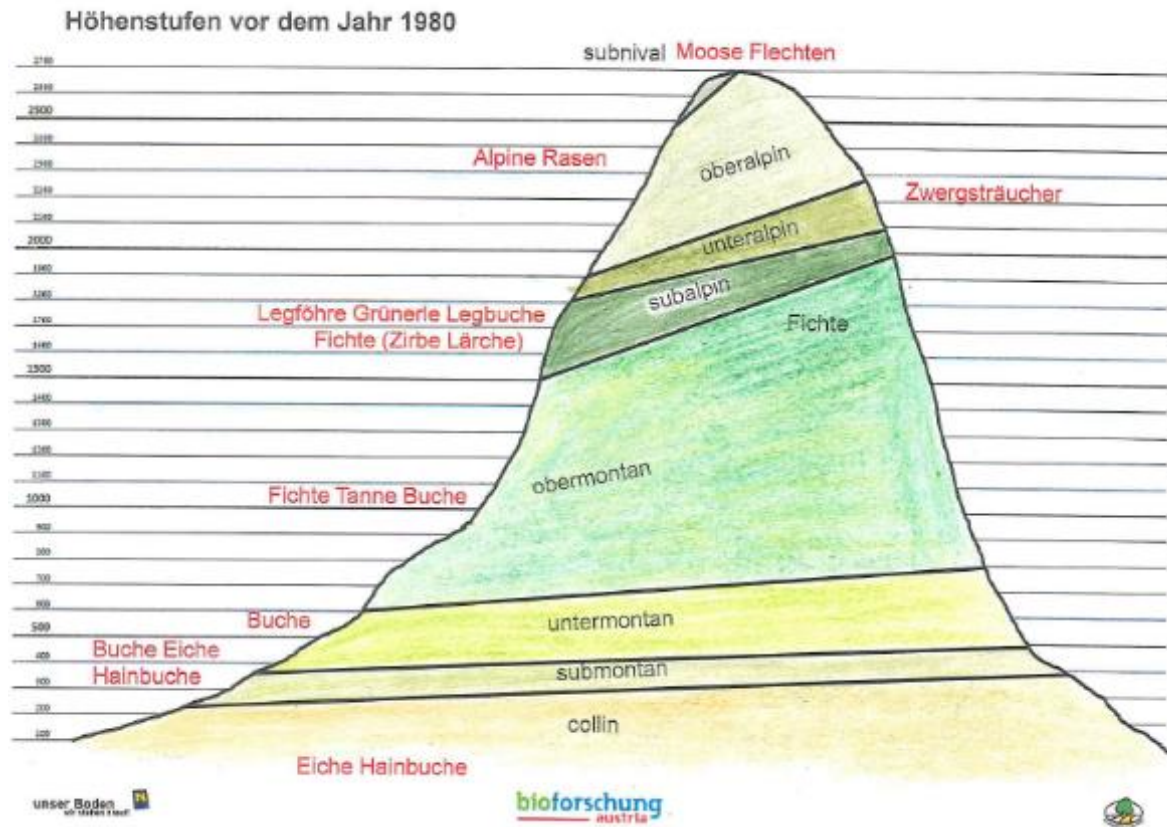


Abb. 19-20. Höhenstufen der Vegetation im Alpenraum - vor 1980 und im Jahr 2100.



Abb. 21. Mögliche Änderung der Vegetation am Abhang des Mittagssteins (1300m Seehöhe) in NÖ bei Hirschwang an der Rax: Fichten werden in Zukunft weniger, - Buche, Schwarzföhre, Tanne, Mehlbeere werden in Zukunft zahlreicher – im unteren Hangbereich werden sich auch Traubeneichen etablieren.

3.2.2. Stress durch Hitze, Trockenheit, Schädlinge und Stürme

Aufgrund der Klimaerwärmung und des Warenhandels kommt es zum Auftreten neuer Schädlinge und Krankheiten. Einheimische Schädlinge können sich bei höheren Temperaturen rascher vermehren und so mehr Generationen je Saison entwickeln.

Die zu erwartende ungünstige Niederschlagsverteilung führt selbst bei gleichbleibender Niederschlagsmenge, aber steigender Temperatur, zu Wasserstress. Gestresste Pflanzen sind schädlingsanfälliger. Als Stressfaktoren, die man vermeiden sollte, seien erwähnt: nicht geeigneter Boden für die jeweilige Art (Bodenart, Bodenmächtigkeit, pH, Humusgehalt, Wasserversorgung, ...), zu geringer Standraum, Umweltverschmutzung.

Vermehrtes Auftreten von Stürmen, die vor allem in Monokulturen große Schäden anrichten können, führt zu weiteren Keimzellen für Schädlingsbefall.

3.3. Strategien für die Anpassung unserer Gehölze an den Klimawandel

3.3.1. Vorwegnahme der Verschiebung der Vegetationszonen bei Neupflanzungen

Da die natürliche Wanderung nach oben auf natürliche Weise nicht so rasch stattfinden wird, wird es notwendig sein, bei Pflanzungen darauf Rücksicht zu nehmen.

Es empfiehlt sich daher, wenn möglich Gehölze zukunftsfit in ihren derzeit mittleren und oberen Wuchsbereich zu pflanzen. Auf Grund der Verschiebung der Vegetationszonen nach oben, werden sich die jetzt im oberen Bereich ihres Wuchsgebietes gepflanzten Gehölze im Jahr 2100 im Mittelbereich oder unteren Bereich ihres Wuchsgebietes befinden.

Arten der tiefsten Lagen des collinen Bereiches wird man weiterhin in diesem Bereich pflanzen (siehe auch Kapitel 4.9.).

3.3.2. Vermeidung weiterer Stressfaktoren durch richtige Standortwahl

Auch in Zeiten des Klimawandels wird es alle Standorte wie bisher geben – von nass bis trocken – von sandig bis tonig – von humusreich bis humusarm – von basisch bis sauer - etc... Der Anteil an Trockenstandorten wird in großen Teilen Österreichs und Tschechiens zunehmen.

Die richtige Gehölzwahl für den jeweiligen Standort ist in Zeiten des Klimawandels besonders wichtig, um den Pflanzungen zusätzlichen Stress zu ersparen.

Weiters sollten die Pflanzen einen ausreichenden Standraum erhalten, sowie negative Umwelteinflüsse, wie z.B. Tausalz, Pflanzengifte und anderes ferngehalten werden.

3.3.3. Pflanzung von Mischkulturen statt Monokulturen

Mischkulturen sind Monokulturen vorzuziehen, da sich hier auch Krankheiten und Schädlinge, wie zum Beispiel der Borkenkäfer nicht so leicht vermehren können. Sollte es in Mischbeständen doch zu Ausfällen einzelner Arten kommen, können die Lücken durch benachbarte Pflanzen, die anderen Arten angehören, leicht geschlossen werden. Auf diese Weise können die zahlreichen Funktionen des Waldes, der Flurgehölze etc. erhalten werden.

3.3.4. Pflanzzeitpunkt

Pflanzung im Herbst ermöglicht den Pflanzen im immer noch sommerwarmen aber bereits von Herbstniederschlägen befeuchteten Boden über den Winter Wurzeln zu treiben. Solchermaßen eingewurzelte Pflanzen überstehen Trockenheit im Frühjahr und Frühsommer leichter. Während der Boden im Frühling bereits von oben her austrocknet, befinden sich die Wurzeln der im Herbst gepflanzten Gehölze bereits in tieferen, feuchteren Bodenschichten. Bei wurzelfreien Laubgehölzen empfiehlt sich auch ein kräftiger Rückschnitt der Gehölze, um Verdunstungsverluste über die oberirdische Biomasse zu verringern. Immergrüne können an milden Wintertagen assimilieren und neue Reservestoffe fürs winterliche Wurzelwachstum gewinnen.

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele von winterlichem Wurzelwachstum bei ackerbaulichen Kulturpflanzen:

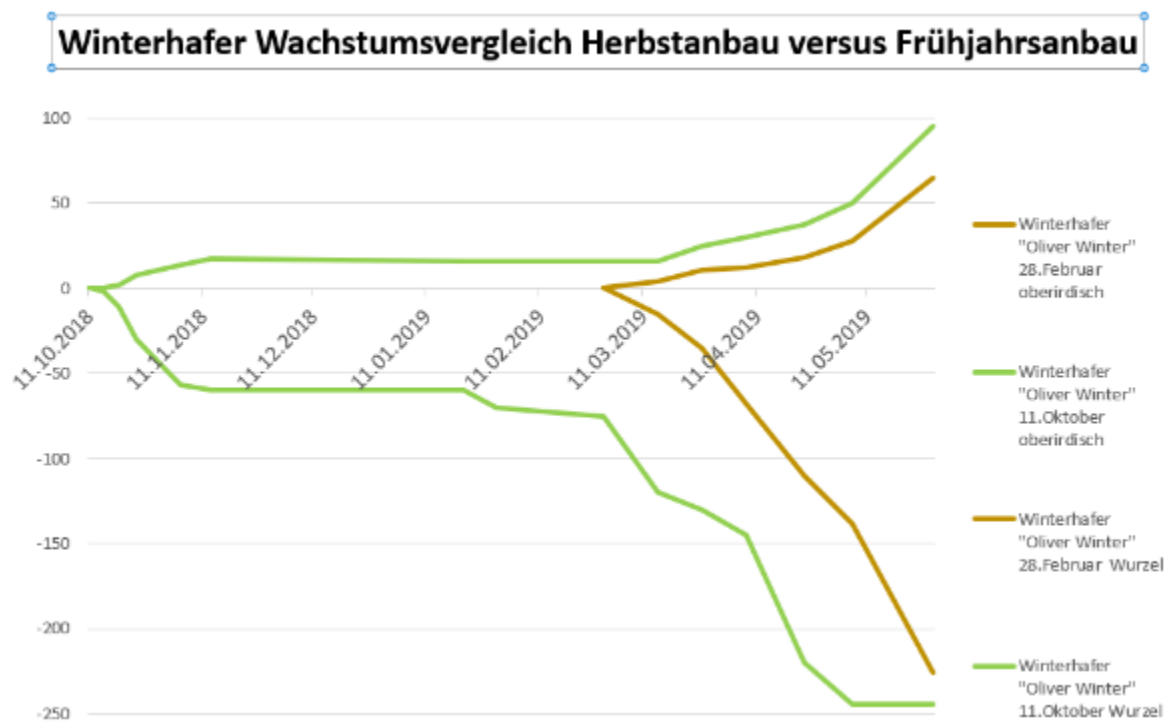


Abb. 22. Wurzelwachstumsvorsprung von Winterhafer bei Herbstanbau am 11.10.2018 (grüne Linie) im Vergleich zuzeitigem Frühlingsanbau am 28.2.2019 (braune Linie). (Quelle: BFA).

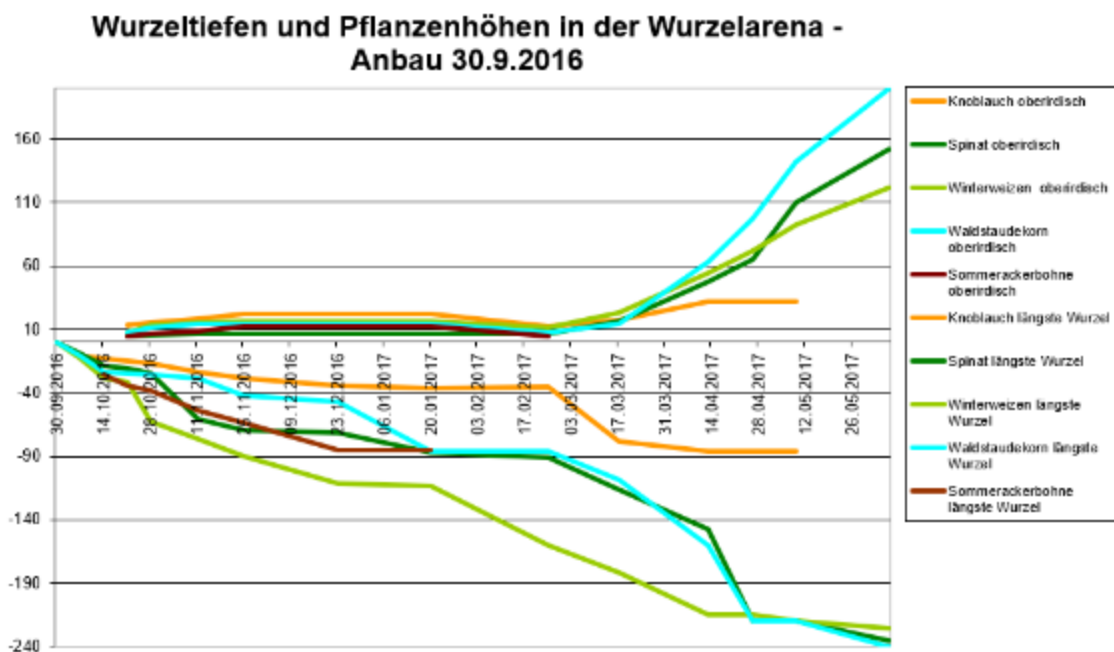


Abb. 23. Vorteile der Herbstpflanzung - als Beispiel: Wurzelwachstum von Roggen, Weizen und Spinat dauert den ganzen Winter kontinuierlich an. (Quelle: BFA)

3.3.5. Auswahl von geeigneten Standorttypen

Herkunftsgebiete

In der Forstwirtschaft wird Österreich in verschiedene Herkunftsgebiete gegliedert. Normalerweise verwendet man Gehölzjungpflanzen, die aus demselben Herkunftsgebiet stammen, in dem sie ausgepflanzt werden sollen.

In Zukunft wäre es zu überdenken, die klimabedingte „natürliche“ Migration zu unterstützen. Wenn anzunehmen ist, dass in Zukunft die Wuchsbedingungen im Gebiet „B“ so sein werden wie derzeit im Gebiet „A“, könnte man heute schon Jungpflanzen aus dem Gebiet „A“ im Gebiet „B“ auspflanzen, sodass sie dann als erwachsene Bäume gut an das veränderte Klima angepasst sind.

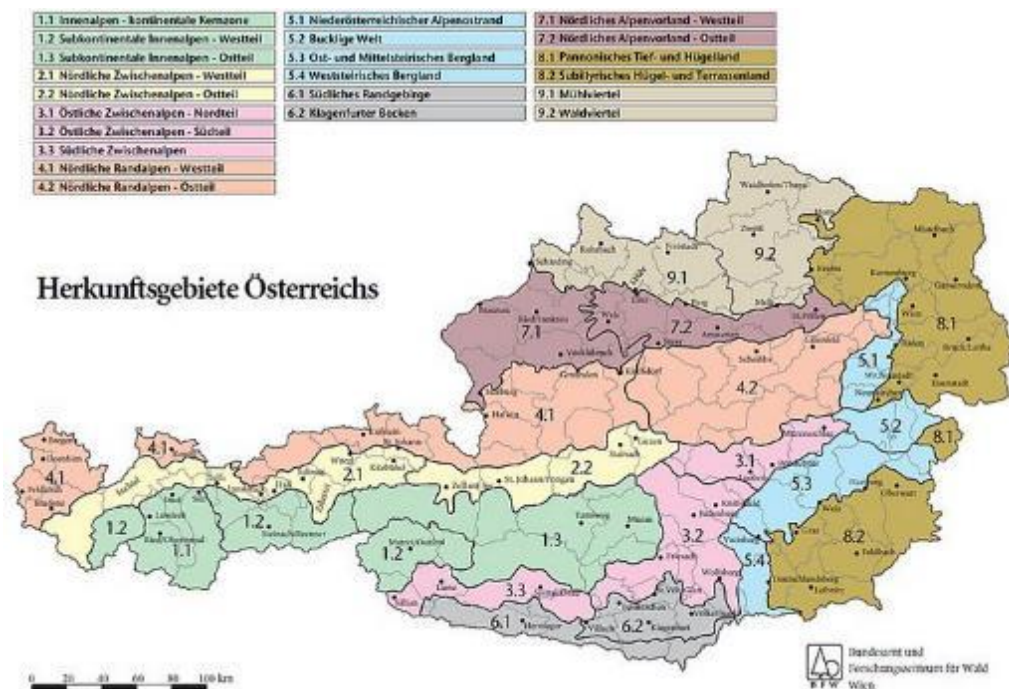


Abb. 24. Forstliche Herkunftsgebiete. (Quelle: <https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=6068>)

Nicht alle Gehölze, die für Hecken und Flurgehölze verwendet werden, kann man derzeit bei jeder Forstbaumschulen herkunftsgebietsbezogen erhalten.

Auch über den Verein Regionale Gehölzvermehrung und den Niederösterreichischen Heckentag kann man Gehölze aus dem eigenen Herkunftsgebiet beziehen.

Die NÖ Agrarbezirksbehörde pflanzt, wo immer möglich, gebietsbezogen aus.



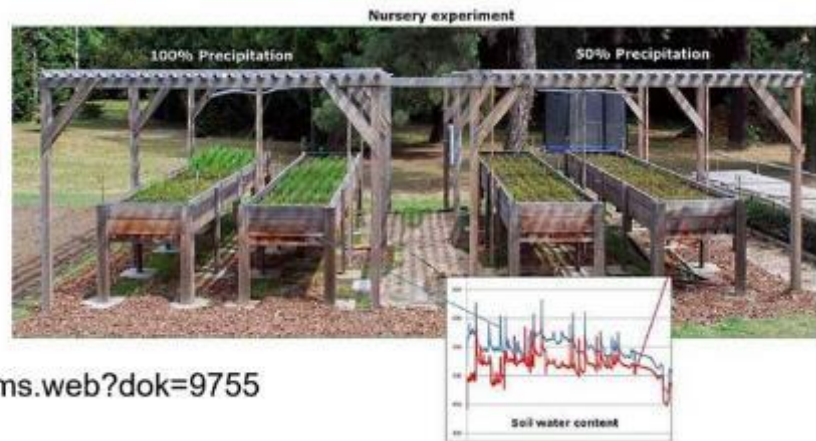
Abb. 25. Herkunftsgebietsgliederung Niederösterreichs - Verein RGV (Regionale Gehölzvermehrung).
(Quelle: <https://www.heckentag.at/regionalisierung/>)

Standortsbezogene Saatgutgewinnung - Epigenetik

Eine zusätzliche Verbesserung der Gehölzwahl könnte die Auswahl der Mutterpflanzen (aus Naturverjüngung) nach speziellen Standorten sein. Eine Waldviertler Eiche von einem sauren, sandigen Trockenstandort bringt eine andere Genetik mit als eine Waldviertler Eiche von einem feuchten Lehm - Standort in vergleichbarer Lage. Dass sich Pflanzen auch bis zu einem gewissen Grad an geänderte Umweltbedingungen anpassen können, zeigt das Projekt „Adapt-Tree“.

Ich möchte hier aus der Broschüre „GENial – der Wald im Klimawandel“ von BIOSA-Biosphäre Austria (www.biosa.at) zitieren:

„Im vom BFW betreuten Projekt „Adapt-Tree“ wurde der Einfluss natürlicher Schwankungen der Wetterbedingungen zum Zeitpunkt der Bestäubung, Baumbüte und Samenreife auf die Eignung der jungen Bäume für zukünftige warmtrockene Wetterbedingungen untersucht. Alle vorliegenden Ergebnisse zeigen eindeutig, dass die klimatischen Bedingungen während der Baumbüte und Samenreife einen signifikanten Einfluss auf phänotypische und physiologische Eigenschaften der jungen Bäume haben. Sämlinge, die aus warmtrockenen Jahren stammen, weisen eine „Vor“ Anpassung an potenzielle Trockenstressbedingungen auf. Das bedeutet, dass Umwelteinflüsse bzw. Epigenetik Zelleigenschaften beeinflussen können und diese Änderungen auch weitervererbt werden.“



<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9755>

Abb. 26. Projekt **AdaptTree**: - **Nutzung der Epigenetik** - Gene können durch Umweltbedingungen während der Bestäubung, Embryogenese und Samenentwicklung ein oder ausgeschaltet werden. Saatgut aus trockenen heißen Jahren eignet sich besser, um Pflanzen zu erhalten, die unter eben diesen Umweltbedingungen wachsen sollen.

Suche nach schädlingstoleranten Bäumen – Beispiel Projekt Fichte PLUS

Forschung zum Thema Schädlingstoleranz findet vor allem bei wirtschaftlich wichtigen Waldbaumarten statt. Als Beispiel sei hier das Projekt „Fichte +“ erwähnt. Beobachtungen, dass in großen Borkenkäfer-Schadgebieten einzelne Fichten nicht befallen waren, haben zur Idee geführt, Saatgut und Veredlungsreiser von diesen Bäumen zu gewinnen und daraus eine Zuchtbasis für klimafitte Fichten zu schaffen.

Ähnliche Überlegungen gibt es auch zu anderen Schaderregern bei weiteren Baumarten (z.B. Esche), was Hoffnung für die Zukunft wecken könnte.



Abb. 27. Projektablauf Fichte PLUS. (Quelle: BFW)

3.3.6. Baumartenwahl

Für die Fichte wird es nur noch in hohen Lagen eine Zukunft geben. Ähnlich schwer trifft das Klimaschicksal auch die Rotföhre. Rotföhre und Fichte sind beides Arten mit borealem Verbreitungsschwerpunkt.

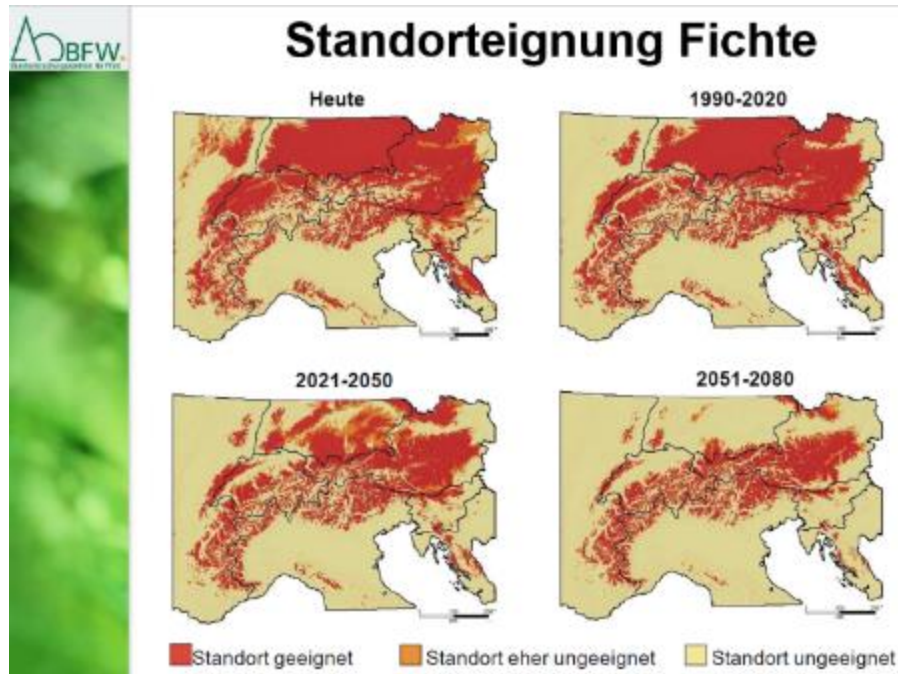


Abb. 28. Zukunft der Fichte im Alpenraum (Quelle: BFW).

Bei der Rotföhre gibt es jedoch auch Varietäten, die in Gemeinschaft mit Flaumeiche und Stieleiche in niederen Lagen wachsen.

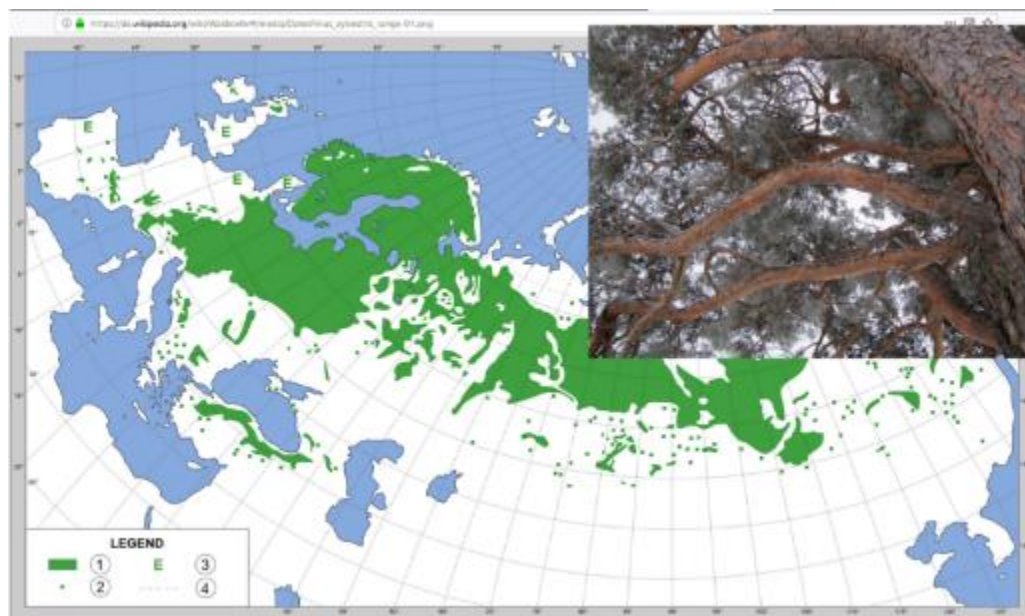


Abb. 29. Arealkarte Rotföhre (Quelle: Wikipedia) und Foto Rotföhre auf der Stojerhöhe in NÖ (Ch. Ableidinger).

Es ist auch möglich, die Rotföhre auf manchen Standorten durch die Schwarzkiefer zu ersetzen. Die Österreichische Schwarzkiefer hat ihren Naturstandort in Österreich auf basischem Untergrund. In anderen Teilen Europas wachsen Schwarzföhren jedoch auf unterschiedlichen Böden.



Abb. 30. Schwarzföhren am Naturstandort (Foto: Ch. Ableidinger).

Die Tanne verträgt Trockenheit und Stürme besser als die Fichte, verjüngt sich allerdings nur im Schatten gut und ist, wie die Laubbaumarten, besonders stark von Wildverbiss betroffen (<https://www.klimafitterwald.at>).

Die Rotbuche wird vor allem in niederschlagsreichen Gebieten weitere Zukunftschancen haben.

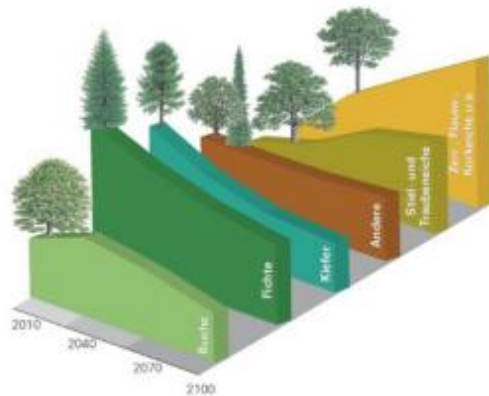
Die Ahornarten Bergahorn und Spitzahorn werden langsam an Areal verlieren. Das Areal des Feldahorns wird zunehmen.

Die Lärche hat ihren Verbreitungsschwerpunkt vor allem in den Höhenlagen der Zentralalpen und dürfte in Zukunft ebenfalls an Bedeutung verlieren. Ein Ersatz durch die Japanische Lärche (*Larix kaempferi*) ist schon deshalb nicht sinnvoll, da diese aus niederschlagsreicheren Gebieten stammt.

Das Areal aller Eichenarten wird sich erweitern, bzw. verlagern. Trockenere wärmere Standorte wird die Flaumeiche übernehmen, oder auch Bastarde der Flaumeiche mit anderen Eichenarten (vorwiegend der Traubeneiche). Die Suche nach geeigneten Mutterbäumen wäre hier eine wichtige Aufgabe. Auch die Zerr-Eiche wird in Zukunft auf mehr Standorten gepflanzt werden können, ebenso die möglicherweise auch in Österreich vorkommende Adriatische Flaumeiche.

Auswirkungen auf den Wald

Negativ: Veränderung der Standortseignung



Vorhersage für Europa: Klimatische Voraussetzungen für einige wichtige Baumarten werden schlechter!!

Abb. 31. Wirkung des Klimawandels auf ausgewählte Baumarten. (Quelle: BFW)

Als wärmeliebende Baumarten sind noch Mehlbeere, Speierling, Elsbeere, Steinweichsel, Feldulme, Feldahorn, Tatarenahorn, Walnuss, Blumenesche und Hopfenbuche zu nennen. Diese sollten in Zukunft vermehrt in Hecken u.a. Flurgehölzen gepflanzt werden.

Weitere Gehölze und ihre heutige und zukünftige Höhenverbreitung (Szenario 1,5°C bisherige Erwärmung seit Beginn der 1980er Jahre + 2,5°C zukünftige Erwärmung = 4°C Gesamterwärmung) kann man den Listen in Kapitel 4.8. entnehmen.



Abb. 32. Wärmeliebende Baumarten. Elsbeere (links) und Mehlbeere (rechts). (Fotos: Ch.Ableidinger)



Abb. 33. Wärmeliebende Baumarten. Flaumeiche (links) und Speierling (rechts). (Fotos: Ch.Ableidinger)

Auch die Maroni (*Castanea sativa*) könnte in Zukunft an Areal gewinnen, derzeit würden ihr aber noch Spätfröste auf möglichen zukünftigen Standorten Probleme bereiten.

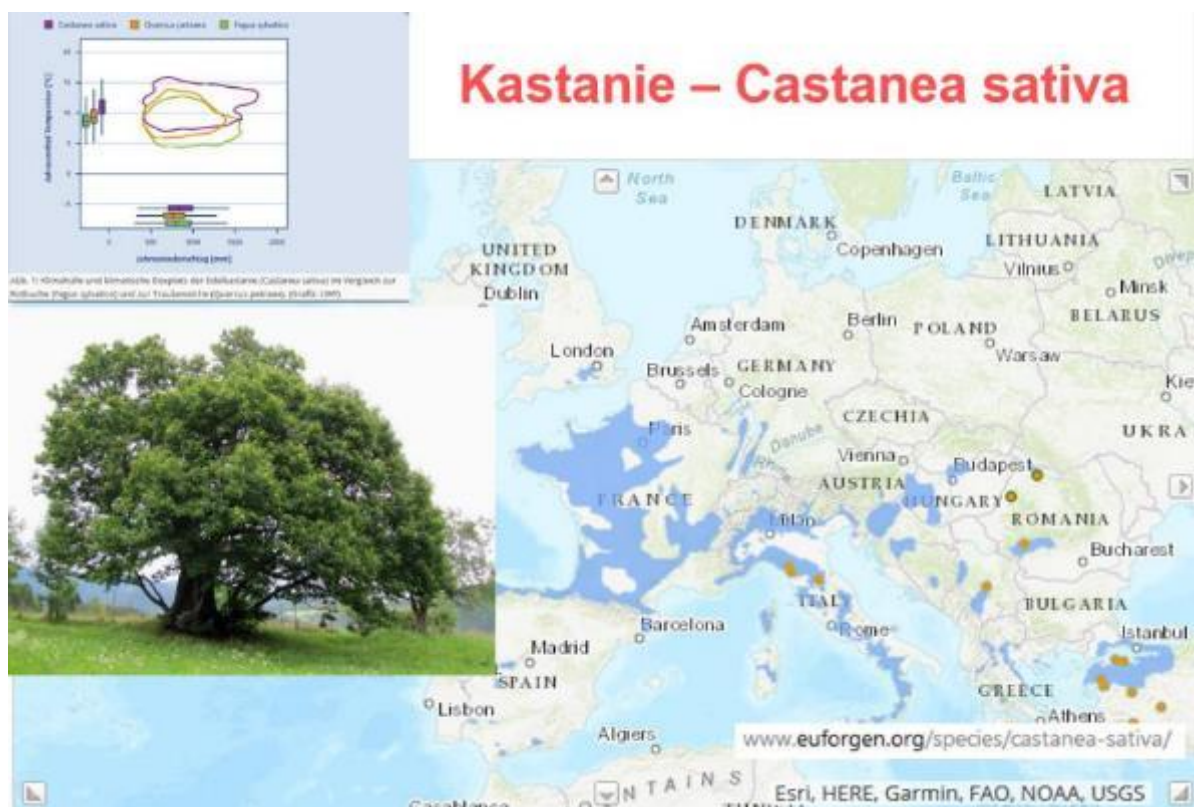


Abb. 34. Maroni am Eichberg bei Gloggnitz, Klimahülle und gegenwärtige Verbreitung (Quelle: www.euforgen.org/species/castanea-sativa/; Foto: Ch.Ableidinger)

3.3.7. Klimahüllen heimischer Baumarten

Hilfreich zur Beurteilung der Klimawandeltauglichkeit sind auch Klimahüllen der Baumarten.

Klimahüllen geben mittels eines Koordinatensystems aus Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlag das Verbreitungsgebiet für eine Baumart an. Klimahüllen sind ein Hilfsmittel, um die Klima- und Klimaveränderungstauglichkeit einer Baumart abzuschätzen. Die Grundidee ist, dass Bäume aus einem für sie typischen Klima in diesem am besten gedeihen und am wenigsten schädlings- und krankheitsanfällig sind.

Klimahüllen sind demnach ein Hilfsmittel für die Artenwahl für eine klimafitte Bepflanzung der Landschaft – unpassende Bäume können durch passende ersetzt werden. Weiter Faktoren wie Boden (Wasserspeicherkapazität u.a.) und Niederschlagsverteilung müssen dabei allerdings mitberücksichtigt werden.

Die folgenden Klimahüllen für heimische Baumarten mit Bezug auf das Bayrische Klima heute und bei 1,8 °C Erwärmung wurden der Homepage der Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft entnommen (<http://www.lwf.bayern.de/boden-klima/baumartenwahl>). Die tatsächlich mittlerweile erwartete Erwärmung beträgt 1,5°C bis 4°C.

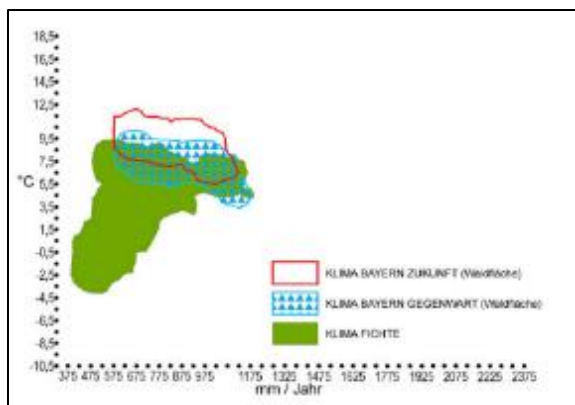


Abb. 35. Klimahülle Fichte

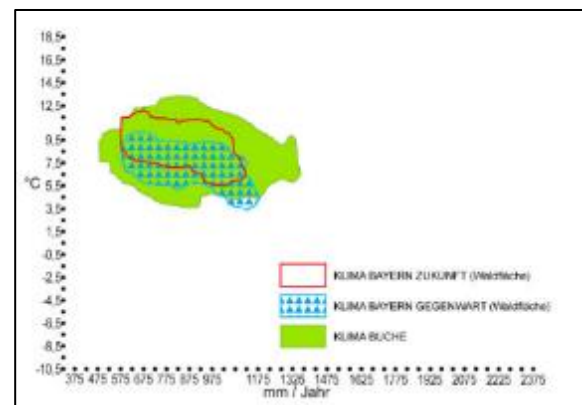


Abb. 36. Klimahülle Rotbuche

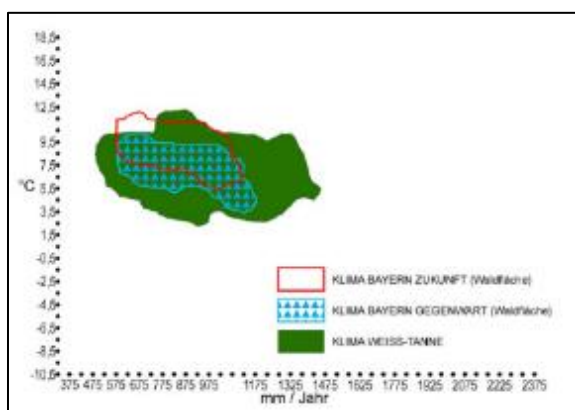


Abb. 37. Klimahülle Tanne

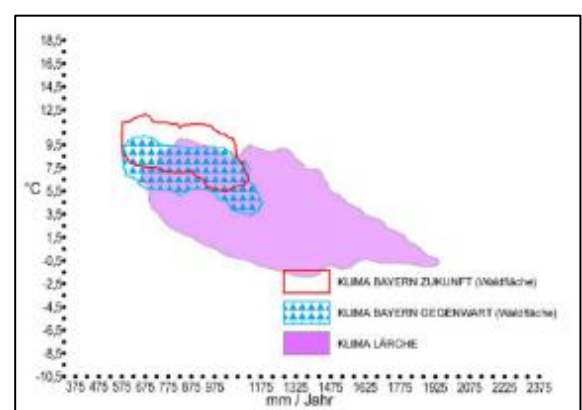


Abb. 38. Klimahülle Lärche

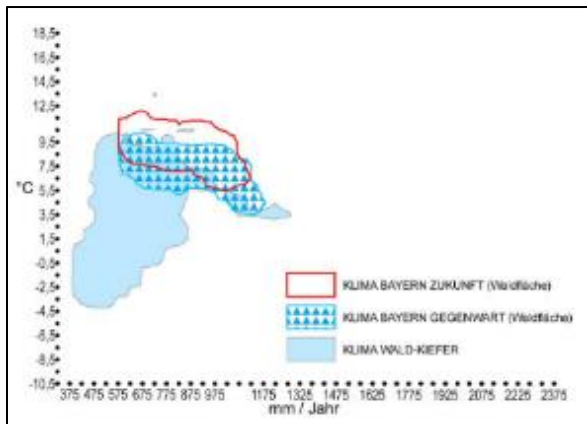


Abb. 39. Klimahülle Rotföhre

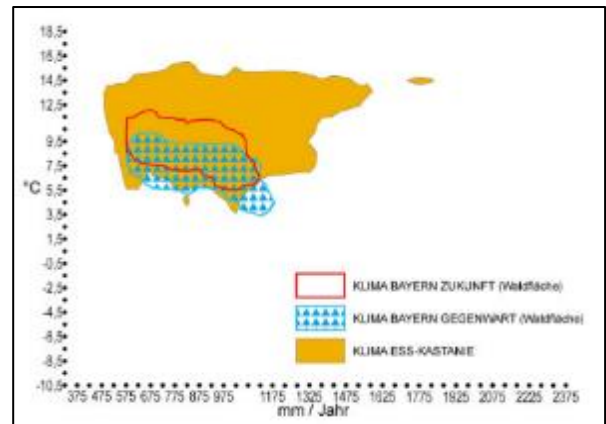


Abb. 40. Klimahülle Maroni

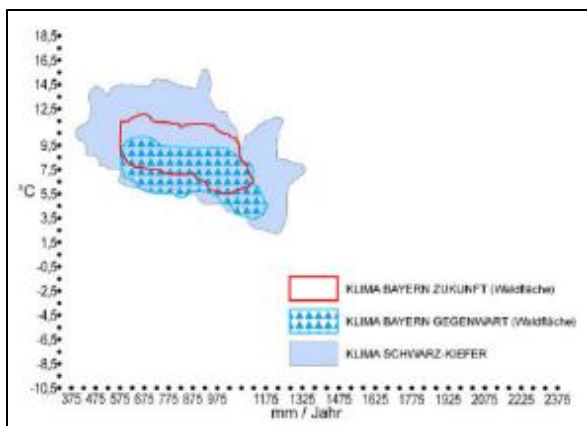


Abb. 41. Klimahülle Schwarzföhre

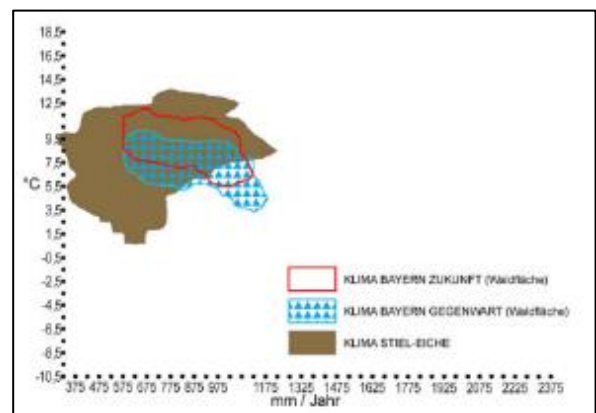


Abb. 42. Klimahülle Stiel-Eiche

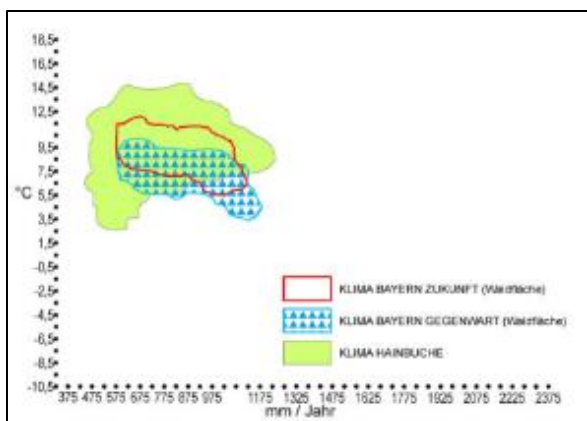


Abb. 43. Klimahülle Hainbuche

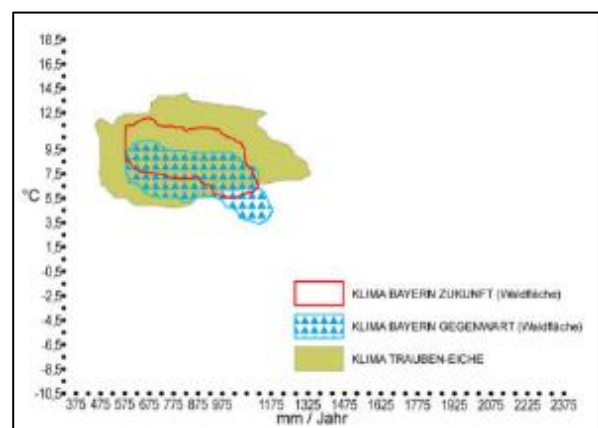


Abb. 44. Klimahülle Trauben-Kirsche

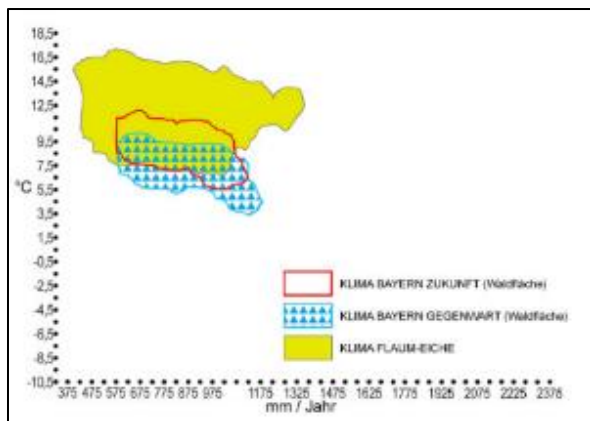


Abb. 45. Klimahülle Flaum-Eiche

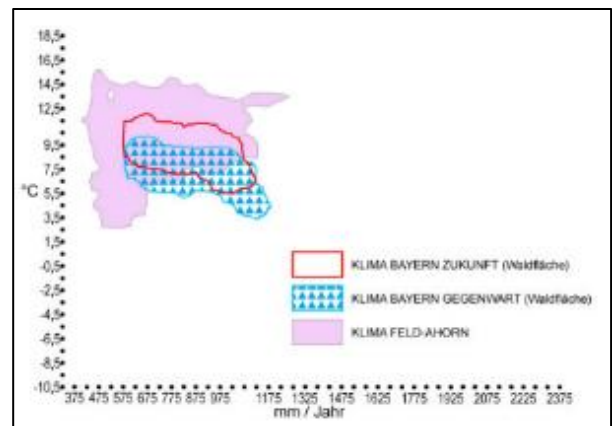


Abb. 46. Klimahülle Feld-Ahorn

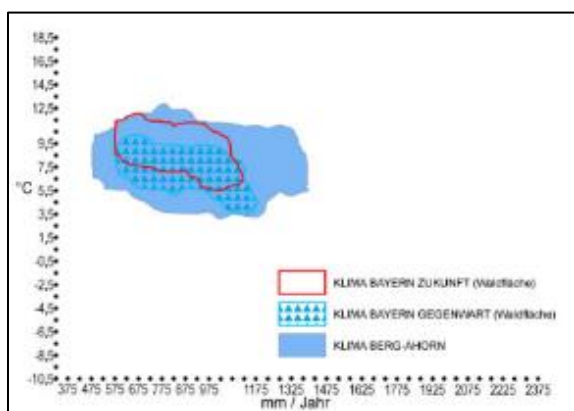


Abb. 47. Klimahülle Berg-Ahorn

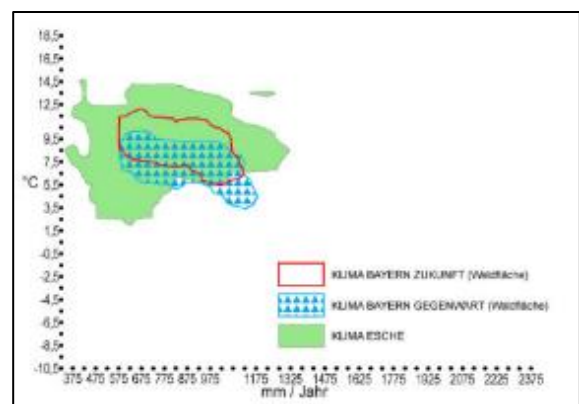


Abb. 48. Klimahülle Esche

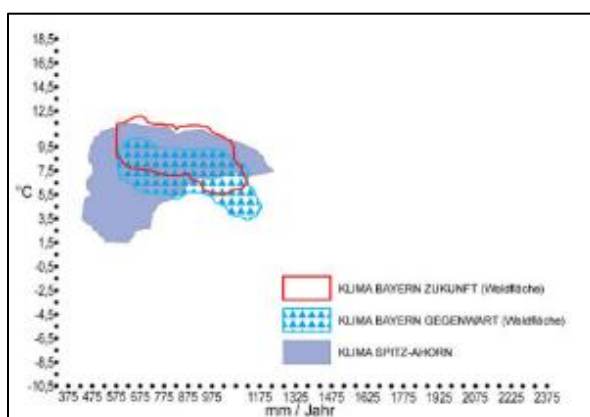


Abb. 49. Klimahülle Spitz-Ahorn

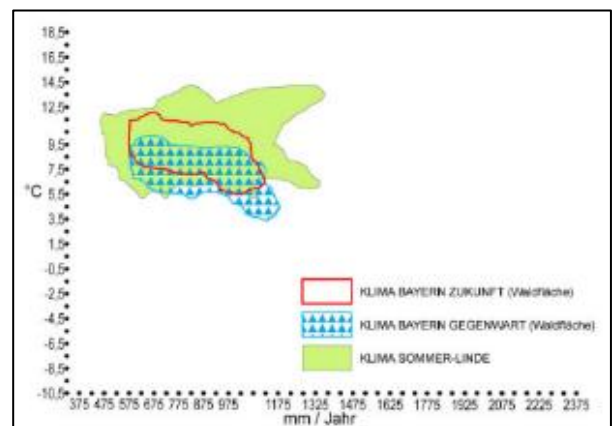


Abb. 50. Klimahülle Sommer-Linde

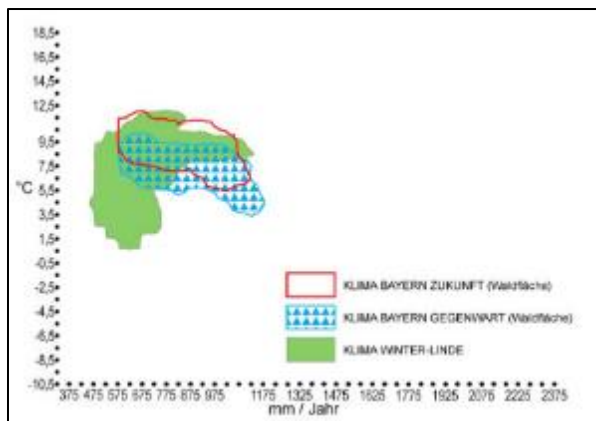


Abb. 51. Klimahülle Winter-Linde

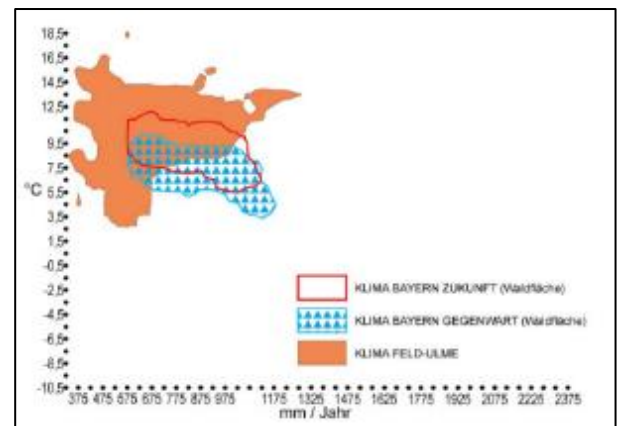


Abb. 52. Klimahülle Feld-Ulme

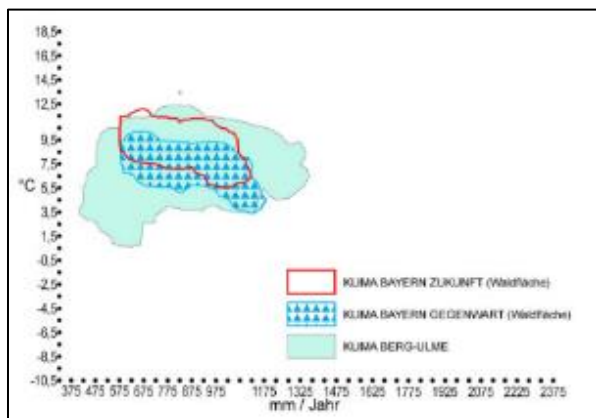


Abb. 53. Klimahülle Berg-Ulme

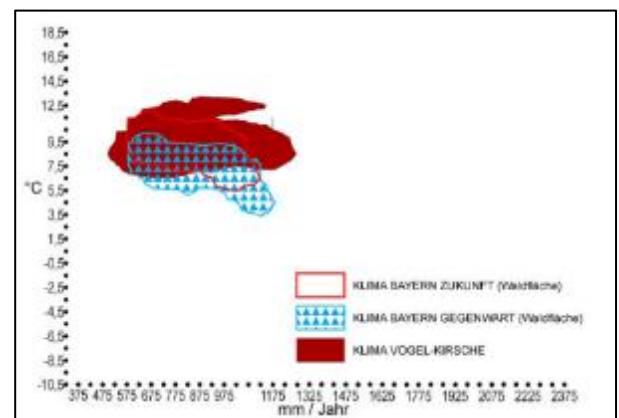


Abb. 54. Klimahülle Vogel-Kirsche

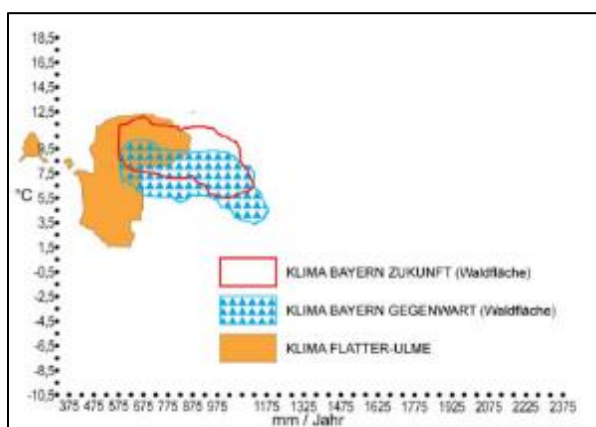


Abb. 55. Klimahülle Flatter-Ulme

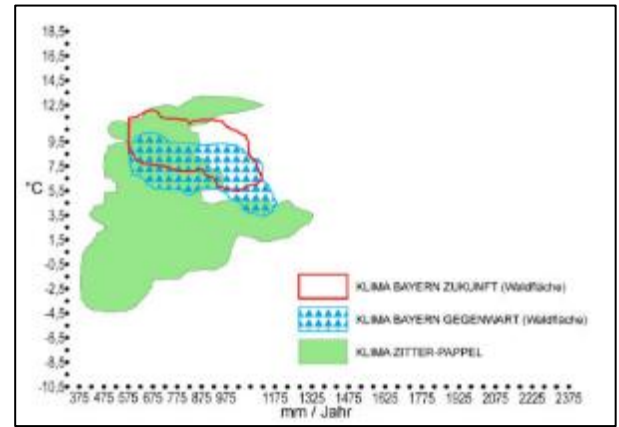


Abb. 56. Klimahülle Espe

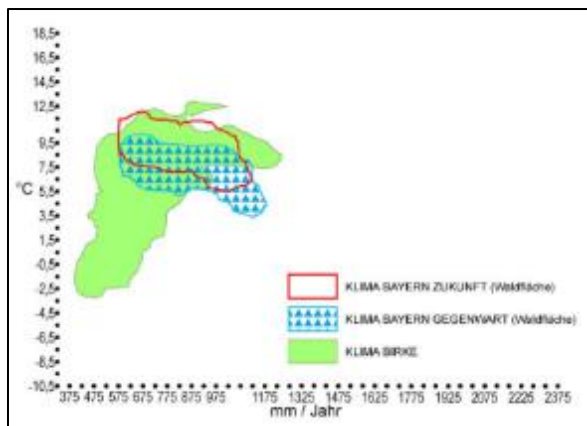


Abb. 57 Klimahülle Sandbirke

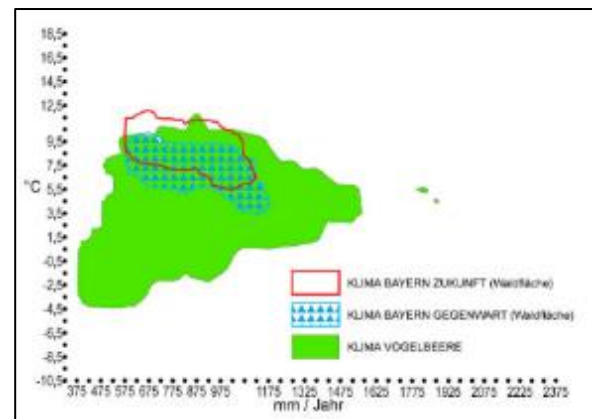


Abb. 58. Klimahülle Vogelbeere

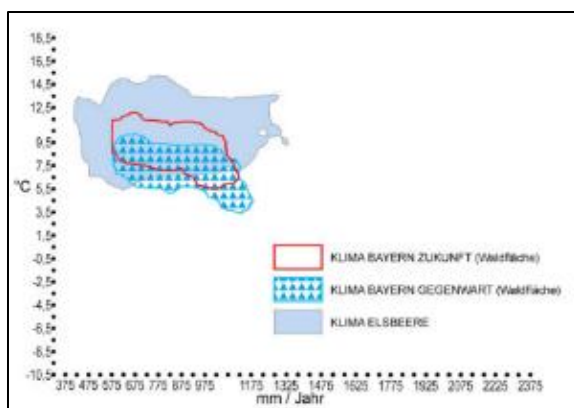


Abb. 59. Klimahülle Elsbeere

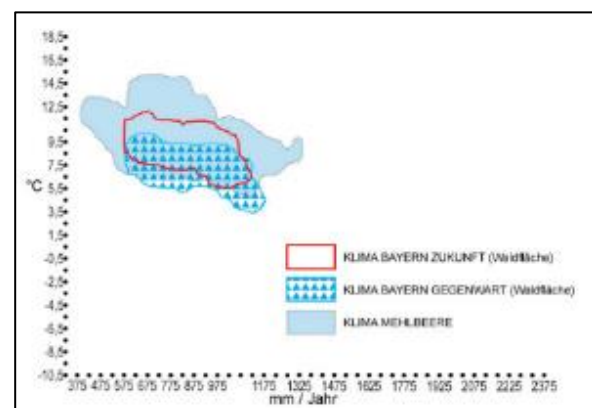


Abb. 60. Klimahülle Mehlbeere

3.3.8. Heimische Gehölze und ihre heutige und zukünftige Höhenverbreitung

Grundlage für diese Überlegungen bildet das Szenario mit 1,5°C bisheriger Erwärmung seit Beginn der 1980er Jahre plus 2,5°C zukünftige Erwärmung = 4°C Gesamterwärmung bis zum Jahr 2100. Die Daten zu den Vegetationszonen sind der „Exkursionsflora von Österreich“ entnommen (Adler, Oswald, Fischer, 1994).

Tab. 1. Wuchszonen vor und nach Temperaturanstieg um 4° C

Baumart		Familie	Heimisch in Ö?	Wuchszone gegenwärtig		Höhenlage der Wuchsgebiete im 20.Jhdt				Höhenlage der Wuchsgebiete 2100 Szenario + 4°C			
						Höhe randalpin				Höhe randalpin			
						Untergrenze		Obergrenze		Untergrenze		Obergrenze	
deutscher Name	botanischer Name			von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
Feldahorn	Acer campestre	Aceraceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Spitzahorn	Acer platanoides	Aceraceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Bergahorn	Acer pseudoplatanus	Aceraceae	ja	submontan	subalpin	250	400	1800	2100	850	1000	2400	2700
Tatarenahorn	Acer tataricum	Aceraceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Perückenstrauch	Cottinus coggygria	Anacardiaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Grünerle	Alnus alnobetula	Betulaceae	ja	(collin)	subalpin	114	114	1800	2100	?	714	2400	2700
Schwarzerle	Alnus glutinosa	Betulaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Grauerle	Alnus incana	Betulaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Sandbirke	Betula pendula	Betulaceae	ja	collin	subalpin	114	114	1800	2100	?	714	2400	2700
Moorbirke	Betula pubescens	Betulaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Hainbuche	Carpinus betulus	Betulaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Haselnuß	Corylus avellana	Betulaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Hopfenbuche	Ostrya carpinifolia	Betulaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Alpenheckenkirsche	Lonicera alpigena	Caprifoliaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700
Jelängerjelier	Lonicera caprifolia	Caprifoliaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Schwarze Heckenkirsche	Lonicera nigra	Caprifoliaceae	ja	untermontan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700
Gewöhnliche Heckenkirsche	Lonicera xylosteum	Caprifoliaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Schwarzer Hollunder	Sambucus nigra	Caprifoliaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Roter Hollunder	Sambucus racemosa	Caprifoliaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600
Wolliger Schneeball	Viburnum lantana	Caprifoliaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Gewöhnlicher Schneeball	Viburnum opulus	Caprifoliaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Spindelstrauch	Euonymus europaea	Celastraceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Voralpen-Spindelstrauch	Euonymus latifolia	Celastraceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600
Warziger Spindelstrauch	Euonymus verrucosa	Celastraceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Alpenwacholder	Juniperus communis subsp. alpina	Cupressaceae	ja	subalpin	unteralpin	1500	2000	1900	2300	2100	2600	2500	2900
Wacholder	Juniperus communis subsp. communis	Cupressaceae	ja	collin	subalpin	114	114	1800	2100	?	714	2400	2700
Sebenstrauch	Juniperus sabina	Cupressaceae	ja	montan	unteralpin	350	500	1900	2300	950	1100	2500	2900
Sanddorn	Hippophae rhamnoides	Eleagnaceae	ja	collin	subalpin	114	114	1800	2100	?	714	2400	2700
Blasenstrauch	Colutea arborescens	Fabaceae	ja ?	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Besenginster	Cytisus scoparius	Fabaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Alpen-Goldregen	Laburnum alpina	Fabaceae	ja in K	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700
Goldregen	Laburnum anagyroides	Fabaceae	ja ?	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Robinie	Robinia pseudoacacia	Fabaceae	nein	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Kastanie, Maroni	Castanea sativa	Fagaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Rotbuche	Fagus	Fagaceae	ja	submontan	montan	150	400	1500	2000	750	1000	2100	2600
Zerreiche	Quercus cerris	Fagaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Traubeneiche	Quercus petraea	Fagaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Flaumeiche	Quercus pubescens	Fagaceae	ja	collin	(submontan)	114	114	350	500	?	714	950	1100
Stieleiche	Quercus robur	Fagaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Adriatische Flaumeiche	Quercus virgiliana	Fagaceae	ja	collin	(submontan)	114	114	350	500	?	714	950	1100

			Heimisch in Ö ?	Wuchszone gegenwärtig		Höhenlage der Wuchsgebiete im 20.Jhdt				Höhenlage der Wuchsgebiete 2100 Szenario + 4°C			
		Höhe randalpin				Höhe randalpin							
Baumart		Familie				Untergrenze		Obergrenze		Untergrenze		Obergrenze	
deutscher Name	botanischer Name			von	bis	von	bis	von	bis	von	bis		
Alpenribisel	Ribes alpinum	Grossulariaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700
Schwarze Ribisel	Ribes nigrum	Grossulariaceae	alteinge bürgert	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Felsen-Ribisel	Ribes petraeum	Grossulariaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700
Rote Ribisel	Ribes rubrum	Grossulariaceae	alteinge bürgert	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Stachelbeere	Ribes uva-crispa	Grossulariaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Walnuß	Juglans regia	Juglandaceae	alteinge bürgert	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Maulbeere	Morus alba	Moraceae	nein	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Quirllesche	Fraxinus angustifolia	Oleaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Esche	Fraxinus excelsior	Oleaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Blumenesche	Fraxinus ornus	Oleaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Liguster	Ligustrum vulgare	Oleaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Tanne	Abies alba	Pinaceae	ja	submontan	montan	250	400	1500	2000	850	1000	2100	2600
Lärche	Larix decidua	Pinaceae	ja	obermontan	subalpin	600	800	1800	2100	1200	1400	2400	2700
Fichte	Picea abies	Pinaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700
Zirbe	Pinus cembra	Pinaceae	ja	subalpin	subalpin	1500	2000	1800	2100	2100	2600	2400	2700
Legföhre / Moorspirke	Pinus mugo auf Mooren	Pinaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	114	714	2100	2600
Legföhre	Pinus mugo im Gebirge	Pinaceae	ja	subalpin	subalpin	1500	2000	1800	2100	2100	2600	2400	2700
Schwarzföhre	Pinus nigra ssp. nigra	Pinaceae	ja	submontan	montan	350	700	800	1500	950	1300	1400	2100
Rotföhre	Pinus sylvestris	Pinaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Spirke	Pinus uncinata	Pinaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Douglasie	Pseudotsuga menziesii	Pinaceae	nein	untermontan	untermontan	350	500	600	800	950	1100	1200	1400
Eibe	Taxus baccata	Pinaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600
Faulbaum	Frangula alnus	Rhamnaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Kreuzdorn	Rhamnus cathartica	Rhamnaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Felsen-Kreuzdorn	Rhamnus saxatilis	Rhamnaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Felsenbirne	Amelanchier ovalis	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Gewöhnliche Steinmispel	Cotoneaster integerrimus	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Filz-Steinmispel	Cotoneaster tomentosus	Rosaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600
Krummkelch- Weißdorn	Crataegus curvisepala	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Zweikern-Weißdorn	Crataegus laevigata	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Langkelch- Weißdorn	Crataegus lindmannii	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Einkern-Weißdorn	Crataegus monogyna	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Filzapfel	Malus dasycphylla	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Wildapfel	Malus sylvestris	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Mispel	Mespilus germanicus	Rosaceae	alteinge bürgert	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Kirsche	Prunus avium	Rosaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Mittlere Weichsel	Prunus x eminens	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Wildpflaumen	Prunus domestica	Rosaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Zwergweichsel	Prunus fruticosa	Rosaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Steinweichsel	Prunus mahaleb	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Gebirgs- Traubenkirsche	Prunus padus ssp. borealis	Rosaceae	ja	subalpin	subalpin	1500	2000	1800	2100	2100	2600	2400	2700
Traubenkirsche	Prunus padus ssp. padus	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Schlehdorn	Prunus spinosa	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Zwergmandel	Prunus tenella	Rosaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Österreichische Birne	Pyrus austriaca	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Schneebirne	Pyrus nivalis	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Holzbirne	Pyrus pyraister	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Salbeiblattbirne	Pyrus salviifolia	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600

Baumart	deutscher Name	botanischer Name	Familie	Heimisch in Ö?	Wuchszone gegenwärtig		Höhenlage der Wuchsgebiete im 20.Jhdt				Höhenlage der Wuchsgebiete 2100 Szenario +4°C			
							Höhe randalpin		Höhe randalpin		Höhe randalpin		Höhe randalpin	
							Untergrenze	Obergrenze	Untergrenze	Obergrenze	Untergrenze	Obergrenze	Untergrenze	Obergrenze
					von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
Feldrose	Rosa agrestis	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100	
Anjourose	Rosa andegavensis	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100	
Kriechrose	Rosa arvensis	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Hundsrose	Rosa canina	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Lederblattrose	Rosa coriifolia	Rosaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600	
Buschrose	Rosa corymbifera	Rosaceae	ja	collin	subalpin	114	114	1800	2100	?	714	2400	2700	
Keilblattrose	Rosa elliptica	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Essigrose	Rosa gallica	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Rotblattrose	Rosa glauca	Rosaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600	
Rauhblattrose	Rosa jundzillii	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Zimtrose	Rosa majalis	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Kleinblütige Rose	Rosa micrantha	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Flaumrose	Rosa optusifolia	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Alpenhagrose	Rosa pendulina	Rosaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700	
Bibemellrose	Rosa pimpinellifolia	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Weinrose	Rosa rubiginosa	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Kratzrose	Rosa sabriuscula	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Falsche Hundsrose	Rosa subcanina	Rosaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600	
Falsche Hügelrose	Rosa subcollina	Rosaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700	
Filzrose	Rosa tomentosa	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Apfelrose	Rosa villosa	Rosaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700	
Vogesenrose	Rosa vosagiaca	Rosaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600	
Samtrose	Rosa sherardii	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Kratzbeere (Aubrombeere)	Rubus caesius	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Brombeer-Arten (42 in Ö)	Rubus fruticosus agg.	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Himbeere	Rubus idaeus	Rosaceae	ja	collin	subalpin	114	114	1800	2100	?	714	2400	2700	
Mehlbeere	Sorbus aria	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Gewöhnliche Eberesche	Sorbus aucuparia ssp. Aucuparia	Rosaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Gebirgs-Eberesche	Sorbus aucuparia ssp. Glabrata	Rosaceae	ja	subalpin	subalpin	1500	2000	1800	2100	2100	2600	2400	2700	
Österreichische Mehlbeere	Sorbus austriaca	Rosaceae	ja	montan	montan	350	500	1500	2000	950	1100	2100	2600	
Zwerg-Mehlbeere	Sorbus chamaemespilus	Rosaceae	ja	subalpin	subalpin	1500	2000	1800	2100	2100	2600	2400	2700	
Donau-Mehlbeere	Sorbus danubialis	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100	
Speierling	Sorbus domestica	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100	
Griechische Mehlbeere	Sorbus graeca	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Breitblatt-Mehlbeere	Sorbus latifolia	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Elsbeere	Sorbus terminalis	Rosaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100	
Ulmen-Spierstrauch	Spiraea chamaedryfolia	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Karpaten-Spierstrauch	Spiraea media	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Weiden-Spierstrauch	Spiraea salicifolia	Rosaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Silberpappel	Populus alba	Salicaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400	
Schwarzpappel	Populus nigra	Salicaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000	
Zitterpappel	Populus tremula	Salicaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Graupappel	Populus x canescens	Salicaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100	
Silberweide	Salix alba	Salicaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400	
Großblattweide	Salix appendiculata	Salicaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700	
Ohrweide	Salix aurita	Salicaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Salweide	Salix caprea	Salicaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Aschweide	Salix cinerea	Salicaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400	
Reifweide	Salix daphnoides	Salicaceae	ja	submontan	obermontan	150	400	1500	2000	750	1000	2100	2600	
Lavendelweide	Salix eleagnos	Salicaceae	ja	collin	obermontan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600	
Bruchweide	Salix fragilis	Salicaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400	
Kahl-Weide	Salix glabra	Salicaceae	ja	montan	subalpin	350	500	1800	2100	950	1100	2400	2700	
Spießweide	Salix hastata	Salicaceae	ja	obermontan	alpin	600	800	2800	3100	1200	1400	3400	3700	
Schwarzweide	Salix myrsinifolia	Salicaceae	ja	submontan	montan	150	400	1500	2000	750	1000	2100	2600	
Lorbeerweide	Salix pentandra	Salicaceae	ja	collin	subalpin	114	114	1800	2100	?	714	2400	2700	

			Heimisch in Ö ?	Wuchszone gegenwärtig		Höhenlage der Wuchsgebiete im 20.Jhdt				Höhenlage der Wuchsgebiete 2100 Szenario + 4°C			
		Höhe randalpin				Höhe randalpin							
Baumart		Familie				Untergrenze		Obergrenze		Untergrenze		Obergrenze	
deutscher Name	botanischer Name			von	bis	von	bis	von	bis	von	bis		
Purpurweide	Salix purpurea	Salicaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Mandelweide	Salix triandra	Salicaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Korbweide	Salix viminalis	Salicaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Bäumchen-Weide	Salix waldsteiniana	Salicaceae	ja	subalpin	alpin	1500	2000	2800	3100	2100	2600	3400	3700
Hohe Weide	Salix x rubens	Salicaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Pimpernuß	Staphylea pinnata	Staphyleaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Winterlinde	Tilia cordata	Tiliaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Sommerlinde	Tilia platyphyllos	Tiliaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Ungarische Silberlinde	Tilia tomentosa	Tiliaceae	nein	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Holland-Linde	Tilia x vulgaris	Tiliaceae	ja	collin	untermontan	114	114	600	800	?	714	1200	1400
Bergulme	Ulmus glabra	Ulmaceae	ja	collin	montan	114	114	1500	2000	?	714	2100	2600
Flatterulme	Ulmus laevis	Ulmaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000
Feldulme	Ulmus minor	Ulmaceae	ja	collin	submontan	114	114	350	500	?	714	950	1100
Wilde Weinrebe	Vitis vinifera subsp. sylvestris	Vitaceae	ja	collin	collin	114	114	250	400	?	714	850	1000

3.3.9. Heimische oder gebietsfremde Gehölze für die tiefsten Lagen der Zukunft?

In den Tabellen des Kapitels 4.8. ist bei der unteren Untergrenze der Wuchsgebiete im Jahr 2100 oft ein „?“ eingetragen. Der tiefste Punkt Österreichs liegt auf 114 m Seehöhe. Diese Höhe ist somit die Untergrenze der Collinstufe in Österreich. Viele Gehölzarten, die derzeit in den tiefsten Lagen gedeihen, werden auch im Jahr 2100 noch in diesen Regionen gedeihen können. Ob das für alle Arten zutrifft, ist nicht geklärt. Beispielsweise kommen die heimischen Linden-, Eichen- und Ahornarten, die Hainbuche, die Rotbuche und alle Pappelarten auch in Südeuropa vor.

Adaptierung heimischer Arten? – „Plan A“

Es ist derzeit nicht bekannt, inwieweit Pflanzenarten, die heute in den tiefsten Lagen wachsen, auch bei geänderten Klimabedingungen dort noch gedeihen werden können.

Durch Adaptierung der Pflanzenarten an neue Umweltbedingungen wird das vermutlich für viele Arten möglich sein. Wie das Projekt „AdaptTree“ zeigt, können sich auch heimische Arten an neue Bedingungen anpassen. Manche Arten werden allerdings nur noch in höheren Lagen gedeihen. Bei Mischbepflanzungen in Wäldern und Hecken können Lücken, die durch den Ausfall einzelner Gehölze entstehen, am besten durch benachbarte Pflanzen geschlossen werden. Um die heimische Biodiversität zu erhalten, ist diese Lösung anderen Lösungen vorzuziehen.

Heimische Arten von südlichen Standorten? – „Plan B“

Als „Plan B“ wäre die Pflanzung heimischer Arten aus südlichen Herkunft in Betracht zu ziehen.

Auf der Suche nach alternativen Baumarten für forstliche Pflanzungen werden neue Baumarten und Herkunft hinsichtlich Holzertrag und Klimafitness geprüft. Als Beispiel dafür sei die Prüfung verschiedener Schwarzföhrenherkünfte als Ersatz für die Rotföhre und andere Arten auf deutschen Versuchsstationen in Franken und der Oberpfalz gezeigt. Im Zuge der Prüfungen stellte sich heraus, dass nicht Schwarzföhren der bisher für Auspflanzungen in Deutschland verwendeten österreichischen Schwarzföhre aus Dreistetten an der Hohen Wand die besten Eigenschaften aufwiesen, sondern Herkunft aus Kalabrien, Korsika, Spanien, Serbien und Griechenland.

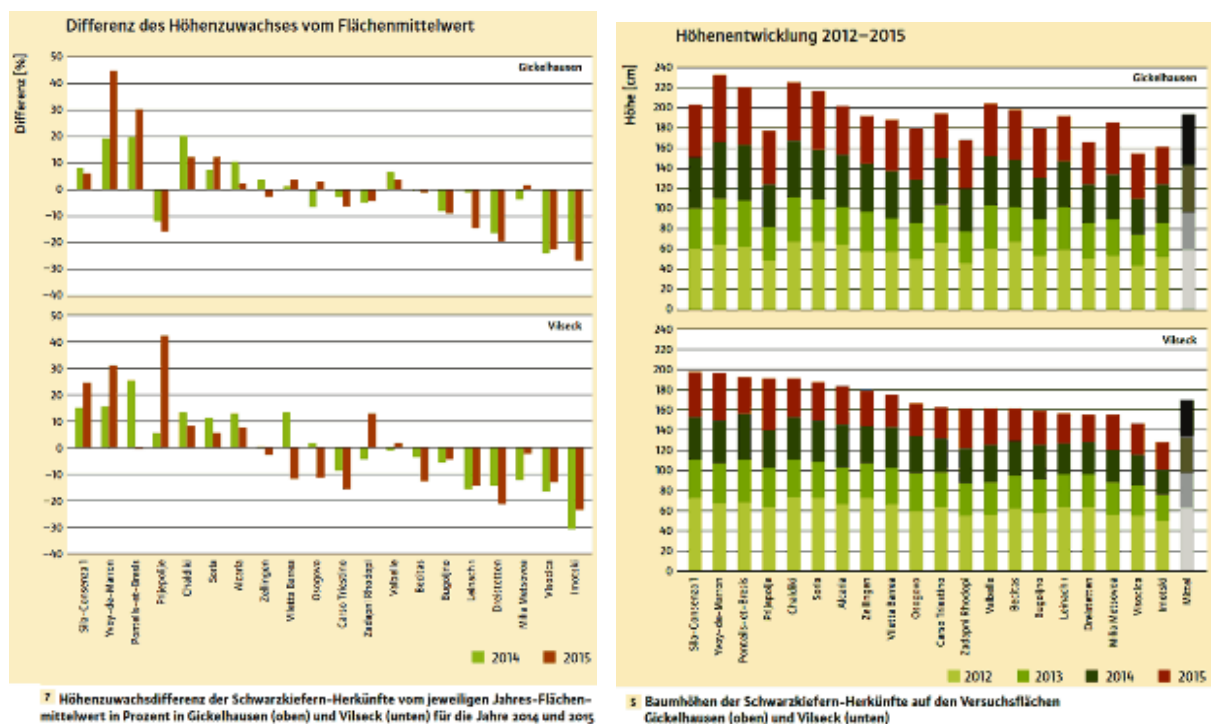


Abb. 61. Wuchseleistungen von Schwarzföhren verschiedener Herkunft auf deutschen Versuchsstationen. (Quelle: <https://www.waldwissen.net/>)

Gebietsfremde Arten als Lösung? – „Plan C“

Die Pflanzung gebietsfremder Arten aus dem angrenzenden Südeuropa, Kleinasien und dem Kaukasus (submediterraner, mediterraner und pontischer Raum) als unterstützte Einwanderung von Gehölzarten wäre als letzte Möglichkeit in Erwägung zu ziehen.

Im städtischen Bereich, wo die Umweltbedingungen mit Hitze und Trockenheit noch extremer sind, findet diese Strategie heute ja berechtigterweise bereits Anwendung (z.B. Hopfenbuche, Blumenesche, Silberlinde, Ungarische Eiche, Montpellierahorn, ...).

Die Pflanzung von standortgerechten Pflanzen weit entfernter Gebiete hat im Siedlungsgebiet unter Umständen ihre Berechtigung, nicht jedoch im siedlungsfreien Raum.

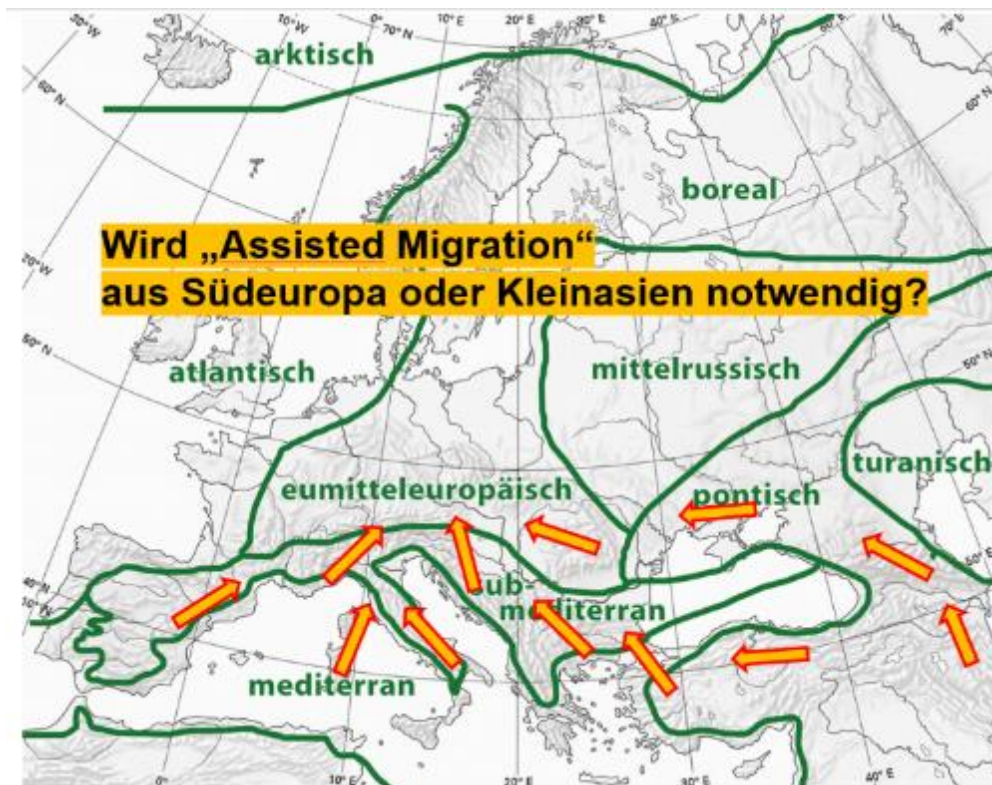


Abb. 62. Mögliche Pflanzenmigration. (Quelle der Kartenbasis: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_B%C3%A4umen_und_Str%C3%A4uchern_in_Mitteleuropa#/media/Datei:Floristic_regions_in_Europe-de.png)

Die Pflanzung nicht heimischer Baumarten ist ein sehr umstrittenes Thema. Streng genommen sind auch Fichten und Lärchen in tiefen Lagen gebietsfremde Arten, aber auch die Schwarzföhre außerhalb ihres in Österreich nur punktuellen Verbreitungsgebietes. Eine Abwägung von Nutzen und Schaden ist bei diesem Thema besonders wichtig.

4. Modellbeispiele

Im Folgenden sollen 27 beispielhafte Hecken und Windschutzanlagen vorgestellt werden.

4.1 Hecke zwischen Untermallebarn und Höbersdorf (NÖ)



Abb. 63.
Mehrnutzungshecke mit
vorgelagertem krautigen
Biodiversitätsstreifen (Ch.
Ableidinger)

Die Hecke zwischen Untermallebarn und Höbersdorf wird als Mehrnutzungshecke genutzt. Auf der windabgewandten Seite wird das günstige Klima zum Kräuteraanbau genutzt und auf der windzugewandte Seite wurde eine biodiversitätsfördernde Krautstreifen angelegt.

Auf diesem Standort liegen 3 verschiedene Bodentypen in mehreren Ausformungen vor. Es handelt sich dabei um Tschernosem aus Löss, kalkhaltigen Kulturrohboden und kalkhaltiges Kolluvium. Die Böden sind stark kalkhaltig und schwach bis mittelhumbos. Bodenart ist lehmiger Schluff bis sandiger Schluff (am Oberhang). Die Wasserversorgung schwankt je nach Lage zwischen „trocken“ und „gut versorgt“. Die höchsten Lagen der Fläche haben eine schlechte Wasserversorgung.



Abb. 64. Botanische Besonderheit:
Zwergweichselgebüsch am Rande der
Mehrnutzungshecke. (Ch. Ableidinger)



Abb. 65. An der Windseite der Hecke wurde eine Biodiversitätsmischung angebaut. (Ch. Ableidinger).



Abb. 66. Kräuteraanbau im günstigen Kleinklima auf der windabgewandten Sonnenseite der Hecke. (Ch. Ableidinger).

4.2. Hecken am Michelberg (NÖ)



Abb. 67. Hecken bei Haselbach am Michelberg. (Ch. Ableidinger).

Am Michelberg in NÖ gibt es mehrere parallel angeordnete Hecken, die wie auf den Fotos zu sehen meist einreihige Strauchhecken sind.

Der Boden am Michelberg ist ein kalkhaltiger Kulturrohboden aus aufgemürbten, ehemals verfestigten Feinsedimenten (Mergel). Die vorherrschende Bodenart ist sandiger Lehm. Der Boden ist stark kalkhaltig und nur schwach humos, stark gefährdet durch Abschwemmung und mäßig gefährdet durch Wind.



Abb. 68. Hecke mit Wiesenbegleitstreifen Michelberg nahe Niederhollabrunn. (Ch. Ableidinger).



Abb. 69-71. Kontrastbilder - alte Heckenlandschaft und ausgeräumte moderne Agrarsteppe. (Ch. Ableidinger).



Abb. 72. Besonnter Lesesteinhaufen am Heckenrand. (Ch. Ableidinger).

4.3. Hecken entlang des Marchfeldkanals

Hecken entlang von Gewässern werten den Lebensraum Wasser stark auf, sie verhindern Einwehung von Boden, Dünger und Agrarchemie in das Gewässer.

Der Boden entlang des Marchfeldkanals ist großteils ein mittelhumer, mäßig bis stark kalkhaltiger Tschernosem. Die Hecke besteht aus Sträuchern mit unterschiedlicher Größe und einzelnen Baumüberhältern. Die Hecke ist bis innen dicht, hat aber auch Krautzone im Innenbereich. Hecken begleitende Krautstreifen und Wege bilden eine zusätzliche Trennung zwischen Felder und Gewässer.



Abb. 73. Marchfeldkanal (Ch. Ableidinger).



Abb. 74-75. Hecke und Fahrweg trennen Felder von Gewässer ab. (Ch. Ableidinger).

4.4. Hecken zwischen Aspersdorf und Dürnleis (NÖ)

Hecke 1

Die Hecke bei Aspersdorf und Dürnleis in Niederösterreich ist eine Großstrauchhecke mit Überhältern, die von einer Krautzone (gemähte Wiese) begleitet wird. Der Krautstreifen entlang des Feldes ist breiter als der neben dem Fahrweg.



Abb. 76. Großstrauchhecke mit Überhältern. Rechts neben dem weiß blühenden Crataegus steht eine Kricherl-Baum. (Ch. Ableidinger).



Abb. 77. Hecke mit Wiesenstreifen zum Feld (plus) – beginnende ungünstige Pflege durch seitliches Abhäckseln im unteren Bereich (minus). (Ch. Ableidinger).

Hecke 2

Gleichförmige Hecke mit Großsträuchern und kleineren Sträuchern am Rand und mit individuellem Überhältern. Die Hecke wird nur von einem schmalen Krautsaum zum angrenzenden Acker begleitet.



Abb. 78. Gleichförmige Hecke mit schmalen Krautstreifen zum angrenzenden Feld. (Ch. Ableidinger).



Abb. 79. Hecke auf der anderen Seite - Wurzelaufläufer von Schlehdorn u.a. wurden durch maschinelle Bearbeitung entlang der Hecke im Wachstum gebremst. Möglichkeit der (zumindest temporären) Etablierung eines begleitenden Streifens aus Spontanvegetation zwischen Hecke und Feld. (Ch. Ableidinger).

Hecke 3

Hecke 3 ist unterschiedlich hoch, aber gleichmässig dicht. Die Hecke wird durch seitliches Abhäckeln verjüngt. Die bessere Verjüngungs-methode wäre ein abschnittsweises auf Stock setzen.



Abb. 80-81. Hecke mit unterschiedlicher Höhe, die durch Abhäckeln verjüngt wird. Bessere Methode zur Verjüngung wäre ein abschnittsweises auf Stock setzen. (Ch. Ableidinger).

Hecke 4

Diese mehrreihige Hecke besteht aus Bäumen und Sträuchern, wobei die Baumschicht nicht durchgängig ist. Dies ermöglicht Lichtzufuhr in die Strauchschicht und Ansitzmöglichkeit für kleinere Greifvögel.



Abb. 82-83. Hecke mit nicht durchgängiger Baumschicht. (Ch. Ableidinger).

Hecke 5

Hecke 5 besteht aus Sträuchern und Bäumen mit einer sehr homogenen Struktur. Der Baumbestand ist sehr dicht und sollte reduziert werden, um ein Verkahlen im Unterwuchs zu verhindern, bzw. ein abschnittsweises auf Stock setzen kurzer Heckenabschnitte mit Ausnahme einiger Überhälter.



Abb. 84. Homogen strukturierte Hecke mit einem dichten Baumbestand, der in einem nächsten Pflegeschritt reduziert gehört. (Ch. Ableidinger).

Hecke 6

Die nächste Hecke zeichnet sich durch Buchten am Rand aus und wird von einem breiten Wiesenstreifen begleitet. Die Hecke ist bis innen dicht und besteht aus Bäumen und Sträuchern.



Abb. 85. Hecke mit Buchten am Rand. (Ch. Ableidinger).



Abb. 86. Hecke 6 ist bis innen dicht. (Ch. Ableidinger).

Hecke 7

Hecke 7 besteht aus unterschiedlich hohen Sträuchern und einigen Baumüberhältern. Ein Wiesenstreifen begleitet die Hecke. Eine abschnittsweise Verjüngung mit Schonung von Überhältern sollte in naher Zukunft erfolgen, keinesfalls seitliche Kappung über die ganze Länge.



Abb. 87. Hecke 7 - bestehend aus unterschiedlich hohen Sträuchern und Baumüberhältern. (Ch. Ableidinger).



Abb. 88. Hecke bestehen aus unterschiedlich hohen Sträuchern und Baumüberhältern. (Ch. Ableidinger).

Hecke 8

In der sehr homogen strukturierten Hecke 8 erfolgte ein Abhäckseln von Strauchausläufern im begleitenden Wiesenstreifen und möglicherweise auch seitlich am untersten Meter der Hecke (oder war es großflächiger Wildverbiß?) – bessere Pflegemethode wäre eine abschnittsweise Verjüngung der Hecke.



Abb. 89. Homogen strukturierte Hecke mit Strauchausläufern. (Ch. Ableidinger).



Abb. 90. In der Hecke wurden Strauchausläufer abgehäckselt - ungünstige Pflegemethode. (Ch. Ableidinger).

Hecke 9

Begleitende Außenreihe der Hecke wurde stark verjüngt (besser wäre eine abschnittsweise Verjüngung) und auch der Wiesenbegleitstreifen neu eingesät.



Abb. 91. In dieser Hecke wurde die Außenreihe entlang der ganzen Heckenlänge stark verjüngt. (Ch. Ableidinger).



Abb. 92. Hecke mit seitlicher Verjüngung und neu eingesätem Wiesenbegleitstreifen. (Ch. Ableidinger).

Hecke 10

Die nächste Hecke besteht aus Bäumen und Sträuchern, die bis in die Mitte dicht ist. Damit das so bleibt wäre eine Reduktion der Anzahl der Bäume sinnvoll, eventuell auch mit abschnittsweisem auf Stock setzen der Sträucher. Die Hecke wird außerdem von einem breitem Wiesenstreifen begleitet.



Abb. 93. Hecke 10 ist gut strukturiert und bis innen dicht. (Ch. Ableidinger).



Abb. 94. Einige der Bäume sollten entnommen werden, damit die Hecke nicht verkahlt. (Ch. Ableidinger).



Abb. 95. Hecke 10 wird von einem breitem Wiesenstreifen begleitet. (Ch. Ableidinger).



Abb. 96-97. Auf der begleitenden Wiese der Hecke 10 wurden Maßnahmen gegen die ausläufertreibenden Sträucher gesetzt. Möglicherweise wurde auch an der Basis der Hecke gehäckselt. Es wäre besser, wenn man abschnittsweise die Sträucher auf Stock setzen und einen natürlichen Heckensaum belassen würde. (Ch. Ableidinger).



Abb. 98-99. Die Anzahl der Bäume könnte in Hecke 10 reduziert werden, um die derzeit noch sehr schön dichte Strauchvegetation im Unterwuchs zu erhalten. (Ch. Ableidinger).

Hecke 11

Diese 4-reihige Hecke besteht aus Bäumen und Sträuchern und weist auch innen einen dichten Strauchwuchs auf, sowie eine Naturverjüngung der Sträucher.



Abb. 100-101. 4-reihige Hecke mit dichtem Strauchwuchs im inneren. (Ch. Ableidinger).

4.5. T-förmige Heckenstruktur im Norden von Mattersburg (Bgld.)

Die T-förmige Heckenstruktur im Norden von Mattersburg besteht aus drei verschiedenen Elementen und stellt einen Ansatz für ein Heckennetzwerk dar.

1. Mehrreihige Hecke
2. Hecke auf Geländestufe
3. Waldähnlicher Streifen mit vielen hohen Bäumen

1. Mehrreihige Hecke

- Mehrreihige Hecke: Sträucher – Bäume – Bäume – Sträucher
- Homogene Hecke mit einem angrenzenden Fahrweg auf einer Seite, auf der anderen Seite teilweise Krautstreifen (abhängig vom angrenzenden Feld)
- Boden: entkalkte Lockersediment-Braunerde aus Löß, Bodenart feinsandiger Lehm, lehmiger Schluff oder Lehm, kalkarm oder kalkfrei, mittelhumos. Bodenreaktion schwach sauer oder neutral

2. Hecke auf Geländestufe

- Mehrreihige Hecke auf einer Schräge
- Homogen, mit guter Struktur
- Fahrweg auf der höheren Geländeebene
- Boden: Tschernosem aus Löß, teils kalkig, teils kalkarm (entkalkt), mittelhumos. Bodenart feinsandiger Lehm, schluffiger Lehm oder Lehm

3. Waldähnlicher Streifen

- Homogen
- Viele hohe Bäume
- Bodenart: schwach tagwasservergleyte Lockersediment-Braunerde aus bindigem Tertiär-Material, kalkfrei oder entkalkt, mittelhumos. Dementsprechend ist die Bodenreaktion meist schwach sauer oder neutral. Bodenart Lehm oder Ton.



Abb. 102. Hecke auf einer Geländestufe (links) und angrenzend an eine mehrreihige breite Hecke (rechts). (K. Sandler)



Abb. 103. Mehrreihige Hecke. (K. Sandler)



Abb. 104. Hecke auf einer Geländestufe, obere Teil der Geländestufe. (K. Sandler)



Abb. 105. Hecke auf einer Geländestufe, untere Teil der Geländestufe. (K. Sandler)



Abb. 106. Hecke auf Geländestufe im hinteren Bildteil, rechts im Bild Hecke entlang von Autobahn, links breite waldähnlicher Streifen. (K. Sandler)



Abb. 107. Breiter waldähnlicher Streifen in der Bildmitte mit Angrenzender Hecke auf Geländestufe (links). (K. Sandler)



Abb. 108. In der linken Bildhälfte ist die mehrreihige Hecke sehr klein sichtbar, die an den waldähnlichen Streifen angrenzt. (K. Sandler)

4.6. Hecke beim Rohrbacher Obst- & Gartenbauverein (Bgld.)

Die junge zweireihige Strauchhecke wird von einer Kirschbaum-Reihe an der Lee-Seite begleitet. Die Kirschbaumreihe soll vermutlich als Streuobstwiese fungieren, da im Bezirk Mattersburg es sehr viel Streuobstwiesen, die hauptsächlich aus Kirschbäumen bestehen, gibt. Die Sträucher wurden versetzt ausgepflanzt. Manche der Jungsträucher sind schlecht angewachsen, deshalb gibt es kleine Löcher in der Hecke.

Der Boden besteht aus Tschernosem aus Tegel, der im Oberboden häufig kalkarm und mittelhumos ist. Der Boden ist wechselfeucht, infolge Dichtlagerung des Unterbodens kommt es zeitweise zu schwachem Tagwasserstau. Die Bodenart ist Lehm oder lehmiger Ton.



Abb. 109. In der Mitte des Bildes sieht man die junge Hecke, die in einer gut strukturierten Landschaft eingliedert ist. (K. Sandler)



Abb. 110-111. Junge Hecke, die aus zwei versetzt gepflanzten Strauchreihen besteht, wird von einer Reihe Kirschbäumen begleitet. (K. Sandler)



Abb. 112. Breiter Krautstreifen grenzt an die Junghecke an, der als Fahrweg benutzt wird. (K. Sandler)



Abb. 113-114. Löcher in der Hecke sind durch schlecht angewachsene Sträucher entstanden. (K. Sandler)

4.7. Hecke am Rohrbacher Kogl (Bgld.)

Die zweireihige Strauchhecke befindet sich in einer strukturreichen Landschaft. Die homogene Hecke weist keine Lücken und Verkahlungen auf. Auf der Westseite der Hecke befindet sich eine Wiese (möglicherweise im Naturschutzgebiet) und Ostseitig grenzt eine Ackerkultur direkt an die Hecke an. Der Bode besteht aus teils kalkiger Lockersediment-Rohboden aus Tegel und teils Tschernosem aus Tegel. Infolge des dichtgelagerten Unterbodens kommt es zeitweise zu leichtem Tagwasserstau. Die Bodenart ist lehmiger Sand oder lehmiger Schluff, mittelhumos und zum Teil mit geringem Grobanteil.



Abb. 115. In der Bildmitte befindet sich die zweireihige dichte Hecke am Rohrbacher Kogl. (K. Sandler)



Abb. 116. Zweireihige dichte Hecke, die links an ein Feld angrenzt und recht an eine Wiese. (K. Sandler)



Abb. 117. Blick auf die homogene Hecke und die angrenzende Wiese. (K. Sandler)



Abb. 118-119. Die Hecke grenzt direkt an des Feld an und wird leider nicht durch einen Krautstreifen getrennt. (K. Sandler)

4.8. Hecke in Leithaprodersdorf (Bgld.)

Die sehr homogene Hecke besteht aus 3 Reihen (Strauchreihe – Baumreihe – Strauchreihe) und weist keine Lücken und keine Verkahlung im Bodenbereich auf. Auf der Luv- und Lee-Seite ist ein Krautstreifen, wobei derjenige auf der Lee-Seite breiter ist. Die Hecke befindet sich in der Gemeinde Leithaprodersdorf, die ein sehr gutes Heckennetz aufweist (ungefähr 53 ha Verbundsystem von Landschaftsstrukturen). Im Zuge der Kampagne NATUR VERBINDET (Naturschutzbund) wurde die Gemeinde Leithaprodersdorf zum Heckensieger vom Burgenland ausgezeichnet (<https://naturschutzbund.at/newsreader-353/items/leithaprodersdorf-ist-burgenland-heckensieger-1734.html>).

Der Boden besteht aus versalzter, karbonathaltiger Feuchtschwarzerde, die mittelhumos bis stark humos ist. Die Bodenart ist Lehm mit mäßigem Grobanteil. Der Boden ist mäßig wechselfeucht, mit Grundwassereinfluss.



Abb. 120. 3-reihige Strauchreihe bei Leithaprodersdorf. (K. Sandler)



Abb. 121. Die dichte Hecke wird ostseitig von einem breitem Wiesenstreifen begleitet. (K. Sandler)



Abb. 122-123 Der Krautstreifen auf der windzugewandten Seite ist schmaler. (K. Sandler)

5. Checkliste Klimafitte Bodenschutzanlagen

1. Auswahl der Gehölzarten

Damit heute ausgepflanzte Hecken in 20-30 Jahren, wenn sie ausgewachsen sind, an das Klima gut angepasst sind, sollte man die zu erwartende Klimaveränderung schon heute bei der Auswahl der Gehölzarten berücksichtigen.

Gebiete mit einem ähnlichen Klima wie dem, das in 20-30 Jahren im Auspflanzgebiet zu erwarten ist, finden sich südöstlich des Auspflanzgebietes und/oder in tieferen Lagen, als sich das Auspflanzgebiet befindet. Pflanzen aus diesen Gebieten werden aller Voraussicht nach in 20-30 Jahren im Auspflanzgebiet gut an die dann dort herrschenden Klimaverhältnisse angepasst sein.

Daher verwendet man Standorttypen und Jungpflanzen aus diesen Herkunftsgebieten, sowie wählt verstärkt Arten, die auch dort gut gedeihen. Arten, die sich im Auspflanzgebiet jetzt schon am Rande ihrer Hitze- und Trockenheitsverträglichkeit befinden, sollten nicht mehr ausgepflanzt werden.

2. Vermeidung weiterer Stressfaktoren durch richtige Standortwahl

Um neu ausgepflanzten Hecken zusätzlichen Stress zu ersparen, sollten die Standortbedürfnisse der Gehölzarten hinsichtlich Feuchtigkeit (nass/trocken), Bodenart (sandig/tonig), pH-Wert (sauer/basisch) und Humusgehalt (humusreich/humusarm) noch mehr berücksichtigt werden als bisher.

Weiters sollten die Pflanzen einen ausreichenden Standraum erhalten, sowie negative Umwelteinflüsse, wie z.B. Tausalz, Herbizide, Wildverbiss und anderes ferngehalten werden.

3. Pflanzung von Mischbeständen statt Monokulturen

Mischbestände sind Monokulturen vorzuziehen, da sich hier Krankheiten und Schädlinge nicht so leicht vermehren können. Sollte es in Mischbeständen doch zu Ausfällen einzelner Arten kommen, können die Lücken durch benachbarte Pflanzen, die anderen Arten angehören, leicht geschlossen werden.

4. Pflanzzeitpunkt

Pflanzung im Herbst ermöglicht den Pflanzen, im immer noch sommerwarmen, aber bereits von Herbstniederschlägen befeuchteten Boden über den Winter Wurzeln zu treiben. Solchermaßen eingewurzelte Pflanzen überstehen eine Trockenheit im Frühjahr und Frühsommer leichter. Während der Boden im Frühling bereits von oben her austrocknet, befinden sich die Wurzeln der im Herbst gepflanzten Gehölze bereits in tieferen, feuchteren Bodenschichten. Bei wurzelfreien Laubgehölzen empfiehlt sich auch ein kräftiger Rückschnitt der Gehölze, um Verdunstungsverluste über die oberirdische Biomasse zu verringern. Immergrüne können an milden Wintertagen assimilieren und neue Reservestoffe fürs winterliche Wurzelwachstum gewinnen.

5. Optimierung der Pflege von Hecken und Bodenschutzanlagen

Für Hoch- und Baumhecken und besonders, wenn die Windschutzfunktion einer Hecke dauerhaft erhalten werden soll, ist eine plenterartige Pflege der Hecke empfehlenswert. Bei der Plenterung als Dauerbewirtschaftung von Hoch- und Baumhecken geht die Entnahme von Einzelbäumen (Überhältern) mit einem Stockhieb der unteren Strauchschicht einher.

Das Auf-den-Stock-setzen der Sträucher soll abschnittsweise, immer nur in einem Teilabschnitt einer Hecke, und zeitlich gestaffelt im Abstand von einigen Jahren vorgenommen werden.

Durch diese Art der Pflege wird die Hecke periodisch wieder in eine „Lichtphase“ zurückgeworfen und verjüngt. Es bildet sich ein insgesamt stabiles, zyklisch zwischen Schatten- und Lichtphasen oszillierendes Ökosystem „Strauchhecke“ heraus und die Hecke kann langfristig ihre Funktionen voll erfüllen.

6. Öffentlichkeitsarbeit

Referententätigkeit von Ing. Ableidinger im Rahmen des Projekts Klimagrün

Teilnahme und Referententätigkeit am Klimagrüntreffen in Lednice am 23.5.2019



Abb. 124. Tagungsort in Lednice.

Teilnahme am Klimagrüntreffen und Mitarbeit in der Expertenrunde am 11.6.2019 in Sloup



Abb. 125. Expertentreffen in Sloup - Präsentation von Taschengeräten zur Messung der Strahlungsenergie und Infrarot am Hauptplatz von Sloup durch Herrn Jan Pokorný.



Abb. 126. Infrarotkamera zum Aufspüren von Hitzequellen.



Abb. 127. Klimafolgen in Sichtweite des Tagungslokals in Sloup.



Abb. 128. Retentionsteich in einem Tal bei Sloup – umgeben von viel Fichtenmonokulturen und kaum Mischwald.

7. Literatur

- BAD (Hrsg.), 2003. Nährstoffverluste aus landwirtschaftlichen Betrieben mit einer Bewirtschaftung nach guter fachlicher Praxis. Bundesarbeitskreis Düngung, Frankfurt/Main.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft - LfL (Hrsg.), 2005. Hecken, Feldgehölze und Feldraine in der landwirtschaftlichen Flur.
- Blab, J., 1986. Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere – Ein Leitfaden zum praktischen Schutz der Lebensräume unserer Tiere. 3. Aufl. Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz, 24.
- BMNT (Hrsg.), 2018. Grüner Bericht – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2017. 59. Aufl. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien.
- BMNT (Hrsg.), 2019. Grüner Bericht – Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2017. 60. Aufl. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien.
- Brandle, J.R., Hodges, L. und Zhou, X.H., 2004. Windbreaks in North American Agricultural Systems. *Agroforestry Systems* 61, 65-78.
- Byrne F., delBarco-Trillo J., 2019. The effect of management practices on bumblebee densities in hedgerow and grassland habitats. *Basic and Applied Ecology* 35, 28–33.
- Campi, P., Palumbo, A.D., Mastrorilli, M., 2009. Effects of Tree Windbreak on Microclimate and Wheat Productivity in a Mediterranean Environment. *European Journal of Agronomy* 30/3, 220-227.
- Castle, D., Grass, I., Westphal, C., 2019. Fruit Quantity and Quality of Strawberries Benefit from Enhanced Pollinator Abundance at Hedgerows in Agricultural Landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 275, 14-22.
- Cleugh, H. A., 1998. Effects of Windbreaks on Airflow, Microclimates and Crop Yields. *Agroforestry Systems* 41, 55-84.
- Croxton P.J., Franssen W., Myhill D.G., Sparks T.H., 2004. The restoration of neglected hedges: a comparison of management treatments. *Biological Conservation* 117, 19–23.
- Deckers B., Hermy M., Muys B., 2004. Factors affecting plant species composition of hedgerows: relative importance and hierarchy. *Acta Oecologica* 26, 23–37.
- Dondina O., Kataoka L., Orioli V., Bani L., 2016. How to manage hedgerows as effective ecological corridors for mammals: A two-species approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 231, 283–290.
- Eitzinger, J., Laube, W., Mursch-Radlgruber, E., Gerersdorfer, T., 2014. Agrarmeteorologie – Kleinklima. Poster im Rahmen einer Präsentation von MUBIL-Projekt, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Forman, R.T.T, Baudry, J., 1984. Hedgerows and Hedgerow Networks in Landscape Ecology. *Environmental Management* 8/6, 495-510.
- Freyer, B., Surböck, A., Heinzinger, M., Friedel, J.K., 2009. Monitoring der Auswirkungen einer Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL II). Universität für Bodenkultur, Wien.
- Garratt, M. P.D., Senapathi, D., Coston, D.J., Mortimer, S.R., Potts, S.G., 2017. The Benefits of Hedgerows for Pollinators and Natural Enemies Depends on Hedge Quality and Landscape Context. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 247, 363-370.

- Gerersdorfer, T, Eitzinger, J., Bahrs, E., Brandenburg, C., 2010. Der Beitrag von Landschaftsstrukturen (z.B. Windschutzhecken) zur Ertragssituation im Ackerbau in Ostösterreich. In: Bericht des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 20, 32-37.
- Graham L., Gaulton R., Gerard F., Staley J. T., 2018. The influence of hedgerow structural condition on wildlife habitat provision in farmed landscapes. *Biological Conservation* 220, 122–131.
- Gyimóthy A., 2019. Landschaftspflegeholz: Hecken nutzen – Lebensräume erhalten – Landschaften gestalten. In: Heiland S.: Klima- und Naturschutz: Hand in Hand. Handbuch für Kommunen, Regionen, Klimaschutzbeauftragte, Energie-, Stadt- und Landschaftsplanungsbüros 8. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Heisler, G.M., Dewalle D.R, 1988. Effects of Windbreak Structure on Wind Flow. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 22/23, 41-69.
- Heusinger G., 1984. Untersuchungen zum Brutvogelbestand verschiedener Heckengebiete.- In: Zwölfer, H., Bauer, G., Heusinger, G., Stechmann, D. et al.: Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken.- Beiheft 3/2 zu den Berichten der ANL.
- Holden, J., Grayson, J.P., Berdeni, D., Bird, S., Chapman, P.J., Edmondson, J.L., Firbank, L.G. u. a., 2019. The Role of Hedgerows in Soil Functioning within Agricultural Landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 273, 1-12.
- Klik, A., 2018. Bodenerosion vorbeugen. Artikel von Bio Austria Homepage (<https://www.bio-austria.at/bodenerosion-vorbeugen/>, Stand 23.04.2020).
- Kühne S., 2018. Hecken und Raine in der Agrarlandschaft. Hrsg.: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.
- Lecq S., Loisel A., Brischoux F., Mullin S.J., Bonnet X., 2017. Importance of ground refuges for the biodiversity in agricultural hedgerows. *Ecological Indicators* 72, 615–626.
- Listing, M., 2019. Der Einfluss von Stickstoff und Trockenheit auf die Vitalität von Hainbuchen- und Kiefernverjüngung. Georg-August-Universität, Göttingen.
- Puchstein, K., 1980. Zur Vogelwelt der schleswig-holsteinischen Knicklandschaft mit einer ornithologischen Bewertung der Knickstrukturen. *Corax* 8(2): 62-106, Kiel.
- Rasse, D.P., Rumpel, C., Dignac, M.F., 2005. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilization. *Plant Soil* 269, 341–356.
- Ringler A., Roßmann D., Steidl I., 1997. Hecken und Feldgehölze. Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II. 12, (Alpeninstitut GmbH., Bremen); Projektleiter Ringler., A., Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). 523 S., München.
- Rowe, E.C., Hairiah, K., Giller, K.E., Van Noordwijk, M., Cadisch, G., 1999. Testing the safety-net role of hedgerow tree roots by ¹⁵N placement at different soil depth. *Agroforestry Systems* 43, 81-93.
- Schwarzer, S., 2019. Potenziale der Kohlenstoffspeicherung im Boden. UNEP Foresight Brief 13.
- Staley J. T., Botham M. S., Chapman, R. E., Amy S. R., Heard M. S., Hulmes L., Savage J., Pywell R. F., 2016. Little and late: how reduced hedgerow cutting can benefit Lepidoptera. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 224, 22-28.

- Staley, J. T.; Sparks, T. H.; Croxton, P. J.; Baldock, K. C.R.; Heard, M. S.; Hulmes, S.; Hulmes, L.; Peyton, J.; Amy, S. R.; Pywell, R. F. (2012). Long-term effects of hedgerow management policies on resource provision for wildlife. *Biological Conservation* 145, 24-29.
- Thomas, Z., Abbott, B.W., 2018. Hedgerows Reduce Nitrate Flux at Hillslope and Catchment Scales via Root Uptake and Secondary Effects. *Journal of Contaminant Hydrology* 215, S. 51-61.
- Vanneste, T., Govaert, S., Spicher, F., Brunet, J., Cousins, S.A.O., Decocq, G., Diekmann, M. u. a., 2020. Contrasting Microclimates among Hedgerows and Woodlands across Temperate Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 281.
- Wendt, H., 1951. Der Einfluss der Hecken auf den landwirtschaftlichen Ertrag. *Erdkunde* 5/2, S. 115-125.
- Zelesny H., 1992. 3.1 Vegetation. In: Kaule G., Reck H., Zelesny H., Colling M., 1991. Begleituntersuchung zur Verpflanzung von Hecken und Halbtrockenrasen in der Flurbereinigung Hettingen. Jahresbericht, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Univ. Stuttgart.
- Zhuber, T., 2009. Gehölzgeprägte Landschaftselemente und ihre Abhängigkeit von Landschaftsstruktur und – nutzung, untersucht am Beispiel der Region „Neudiedler See – West“. Universität Wien.
- Zwölfer, H., Bauer, G. Heusinger, G., Stechmann, D. et al., 1984. Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken.- Beiheft 3/2 zu den Berichten der ANL, 155 S.