

Konzeption für die Anpassung der Grüngestaltung in Petershagen-Eggersdorf an den Klimawandel

Auftraggeber:

**Bürgermeister der Gemeinde Petershagen-Eggersdorf
und Lokale Agenda 21 Petershagen-Eggersdorf**

Bearbeiterinnen:

**Dr. Ing. habil. Angela Schlutow
M.Sc. f. Umweltwissenschaften Anja Ritter**



Gefördert durch:

AKTION NACHHALTIGE ENTWICKLUNG
LOKALE AGENDA 21

Ahrensfelde, 11. Dezember 2018

Inhaltsverzeichnis:

1	Anlass und Ziele des Projektes	4
2	Stand des Wissens.....	5
2.1	Geoökologische Faktoren für das Gehölzwachstum	5
2.1.1	Bodenspezifischer Wasserhaushalt	5
2.1.2	Nährstoffhaushalt.....	6
2.2	Klimaökologische Faktoren für das Gehölzwachstums	6
2.2.1	Temperaturverlauf.....	6
2.2.2	Klimatische Wasserbilanz	8
2.2.3	Folgen der Klimaveränderungen für die Gehölze:	9
3	Datengrundlagen und Methodik.....	11
3.1	Standort	11
3.2	Klima	12
3.3	Pflanzen	17
4	Ergebnisse	20
4.1	Standörtliche und klimaökologische Eignung von Bäumen und Sträuchern	20
4.2	Risiken der Baum- und Straucharten	21
	Literaturverzeichnis:	22
Anhang 1:	geo- und klimaökologische Eignung der Gehölzarten in den Standorttypen der Gemarkung Petershagen-Eggersdorf.....	28
Anhang 2:	Eignung der Gehölze hinsichtlich Größe, Wuchsform, Attraktivität und Natürlichkeitsgrad für verschiedene Siedlungs- oder Landschaftsteile	35
Anhang 3:	Hinweise zu Risiken und Nachteilen der Gehölzarten	39

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1: Definition von Bodentypen aus den Legendeneinheiten der MMK, BSK und FSK	11
Tab. 2: Definition von Wasserhaushaltstypen aus der Hydrogeologischen Karte	11
Tab. 3: Standorttypen in der Gemarkung Petershagen-Eggersdorf aus der Kombination von Boden- und Wasserhaushaltstyp	12

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Jahresniederschlagssumme (mm/a) von 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018) (blaue Balken: wahrscheinlichste Entwicklung, schwarzer Strich: mögliche Schwankungsbreite)	13
Abbildung 2: Tagesmitteltemperatur von 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018); (mittlerer Gradient = wahrscheinlichste Entwicklung, oberer und unterer Gradient: mögliche Schwankungsbreite)	14
Abbildung 3: Anzahl der „Sommertage“ im Jahr mit >25°C Tagesmitteltemperatur 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018), (blaue Balken: wahrscheinlichste Entwicklung, schwarzer Strich: mögliche Schwankungsbreite)	15
Abbildung 4: minimale Tagestemperatur im Wintermittel 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018); (mittlerer Gradient = wahrscheinlichste Entwicklung, oberer und unterer Gradient: mögliche Schwankungsbreite).....	15
Abbildung 5: Klimatische Wasserbilanz im Jahresmittel (mm/a) aus Niederschlagssumme minus Verdunstungsrate in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018), (rote Balken: wahrscheinlichste Entwicklung, schwarze Striche: mögliche Schwankungsbreite)	16
Abbildung 6: Phänologische Entwicklungsphasen heimischer Pflanzen in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur.....	17

1 Anlass und Ziele des Projektes

Die neueste Prognose des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung (PIK 2018) ergibt für das Gemeindegebiet Petershagen-Eggersdorf bis 2100 zwar nur eine leichte Abnahme der Jahresniederschlagssumme um 50 mm/a gegenüber 1995. Aber die Jahresmitteltemperatur wird bis 2100 weiter voraussichtlich um 3,4 K (°C) ansteigen. Allerdings wird es immer wieder Jahre geben, die aus diesem linearen Trend ausscheren. Dürre, Starkregen und Stürme werden zunehmen. Wenn man heute die Pflanzung von Bäumen plant, seien es Straßenbäume, Hausbäume oder Sträucher für den Garten, stellt sich die Frage nach den Arten, die sowohl unter heutigen als auch unter den sich ändernden Klimabedingungen gute Wachstumsbedingungen finden.

Das Projekt schafft die fachlichen Grundlagen für die langfristige Gestaltung eines stabilen und gesunden Gehölzbestandes sowohl im öffentlichen als auch im privaten Bereich. Die standortspezifischen Vorschläge für klimatolerante Baum- und Straucharten werden sich auf die einheimischen standortgerechten Arten konzentrieren, um so gleichzeitig die ökologischen Funktionen der Gehölze als Lebensraum für eine biologische Vielfalt zu verstärken.

Es wird eine Karte des Gemeindegebietes erstellt, in der in Abhängigkeit von den aktuellen und zu erwartenden Boden-, Wasser- und Klimaverhältnissen Areale ausgegrenzt werden, denen jeweils eine Liste geeigneter klimawandelangepasster Gehölzarten für die Alleinbepflanzung, die Gestaltung von Freiflächen und für die Gartengestaltung zugeordnet werden. Für jede Art werden auch die Nachteile und Risiken benannt.

Die Karte wird auf die Webseite der Agenda 21 Petershagen-Eggersdorf gestellt und ermöglicht jeder Bürgerin und jedem Bürger die interaktive Abfrage der angefügten standortspezifischen Artenlisten und Hinweise an jedem interessierenden Standort der Gemeinde.

2 Stand des Wissens

2.1 Geoökologische Faktoren für das Gehölzwachstum

Die Gehölzarten sind jeweils artspezifisch auf unterschiedliche Bodenformen angepasst. Entscheidende Unterschiede der Bodenformen mit Auswirkungen auf die Wuchskraft von bestimmten Baumarten entstehen aus den unterschiedlichen Gehalten an Sand, Lehm und Ton. Der Unterschied besteht in der Korngröße dieser Bodenarten. Sandkörner sind größer als Lehm- und diese größer als Tonpartikel. Je kleiner die Bodenpartikel sind, desto höher ist die Gesamtoberfläche der Partikel in einem m³ Boden. Je größer die Gesamtoberfläche der Bodenpartikel, desto größer ist die Bindungskraft (Ad- und Absorption) von Nährstoffen, insbesondere an Stickstoff, Phosphor, Kohlenstoff, Kalzium, Kalium, Magnesium und Sauerstoff. Gleichzeitig sind die Poren zwischen den Bodenpartikeln enger, je kleiner die Partikel sind, damit steigt die Wasserspeicherfähigkeit (Adhäsion, kapillare Aufstiegskraft) des Bodens.

Folgende Kriterien sind für das Wachstum von Bäumen und Sträuchern von entscheidender Bedeutung:

2.1.1 Bodenspezifischer Wasserhaushalt

Der Anteil an pflanzenverfügbarem Haftwasser (= nutzbare Feldkapazität) ist im Mittel mit 26 vol % in Lehmen und sandigen Lehmen am höchsten, mit ca. 10 vol % in reinen Sanden am niedrigsten.

Der Porenanteil durchwurzelbarer luftgefüllter Poren ist bei reinen Sanden mit 36 vol% am höchsten, mit 4 vol% in Tonen am niedrigsten.

Bei einem Verhältnis der Poren mit pflanzenverfügbarem Haftwasser zu luftgefüllten durchwurzelbaren Poren von 1:1 ist ein optimales Pflanzenwachstum gegeben (Amberger 1988).

Komplementär zu den Luftporenanteilen verhalten sich die Anteile wassergefüllter Poren, in denen die Wasserspannung durch Adhäsion größer als die Saugspannung der Pflanzenwurzeln ist ($pF > 4,2$ = Totwasser). Der Anteil von sehr kleinen Poren mit hohen Adhäsionskräften ist in Tonen besonders hoch (42 vol%), in groben Sanden gleich Null.

Haftwasser führt in Böden mit hohem Anteil an Mittel- und Feinporen bei geringem Anteil an Grobporen (Lehme, Tone) zu Luftmangel und haftwasserbedingter Staunässe. Die Staunässegefährdung kann demzufolge ebenfalls aus dem Totwasserporenanteil ($pF > 4,2$) abgeleitet werden.

Austrocknungsgefährdung: Die Versorgung der Pflanzen mit Wasser in nicht durch Grund- oder Stauwasser beeinflussten (=anhydromorphen) bzw. entwässerten Böden hängt unmittelbar von der nutzbaren Feldkapazität ab. Während bei großen Bodenporen (z.B. in Böden, die überwiegend aus Sand bestehen) die Adhäsions- und Adsorptionskräfte nicht zur Bildung einer Wassersäule in der Pore ausreichen, das Niederschlagswasser also überwiegend als Sickerwasser in die tieferen Bodenschichten abfließt und den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung steht, stellt die sehr hohe Haftspannung gegenüber Wasser in den engen Poren z. B. von Lehmen und Tonen ebenso einen unwiederbringlichen Wasserverlust für die Pflanzen dar (permanenter Welkepunkt bei $pF > 4,2$). Beide Bodenarten sind also besonders austrocknungsgefährdet.

Grundwassereinfluss: Dieses Kriterium gibt den Einfluss des Grundwassers auf das Pflanzenwachstum der nicht nässeabhängigen Pflanzenarten an. Dabei gilt, dass bei einem Grundwasserflurabstand kleiner als die potenziell vorhandene Durchwurzelungstiefe das Pflanzenwachstum aufgrund von Luftmangel in den Bodenporen beschränkt wird. Unmittelbarer Grundwassereinfluss (Grundnässe) kann also einen ungünstigen Einfluss auf das

Pflanzenwachstum haben. Günstigen Einfluss hat ein Grundwasserflurabstand, bei dem die bodenartenspezifische kapillare Aufstiegskraft [geschlossener Kapillarraum, AG Boden 2005] die effektive Durchwurzelungstiefe erreicht und so für ständig ausreichende Bodenfeuchte sorgt. Erreicht der geschlossene Kapillarraum über dem Grundwasserstand in der Regel nie die effektive Durchwurzelungstiefe, wird der nicht vorhandene Einfluss des Grundwassers als sehr ungünstig bewertet.

2.1.2 Nährstoffhaushalt

Kationenaustauschkapazität: Die Kationenaustauschkapazität stellt die potenzielle Menge an austauschbaren Kationen, die für die Pflanzenernährung notwendig sind (Kalzium-, Magnesium-, Kalium-, Ammoniumionen), sowie anderer Ionen (z. B. Wasserstoff- und Aluminiumionen) im Bodenkomplex dar. Art und Mengenanteile der Tonminerale und organischen Stoffe bedingen die Kationenaustauschkapazität. Die Kationenaustauschkapazität der Tonminerale ist im Wesentlichen permanent vorhanden. Die bodenartenspezifischen potenziellen Kationenaustauschkapazitäten sind bei hohen Ton- und Lehmgehalten in den oberen Horizonten am höchsten (30 cmol/kg bei lehmigen und reinen Tönen), am niedrigsten (2 cmol/kg) bei Grus und reinen Sanden (AG Boden 2005).

Humusspiegel: Der Humusspiegel (= Gehalt an organischer Substanz im Mineral-Oberboden) ist wesentlich abhängig von den Klimaeinflüssen, Jahresmitteltemperatur und Niederschlag sowie vom Basen- und Stickstoffeinfluss. Die organische Substanz des Bodens ist von enormer Bedeutung z. B. für die Wasserspeicherefähigkeit, die Basensorptionskraft und damit für die Nährstoffspeicherung und -mobilität.

2.2 Klimaökologische Faktoren für das Gehölzwachstums

Die Klimafaktoren, die entscheidend dazu beitragen, dass Gehölzarten sich optimal entwickeln können, sind

- Temperaturverlauf
- Klimatische Wasserbilanz

2.2.1 Temperaturverlauf

Im Frühsommer findet v.a. das Längenwachstum statt, im Sommer die Blüten- und Samenbildung, im Spätsommer/Herbst die Ausreifung (Lignifizierung), im Spätherbst die Umverlagerung der Kohlenhydrate in die Überwinterungsorgane, im Winter kommt es zu einer Ruhephase, welche im Spätwinter/ Frühjahrs durch die Phase der Aktivierung abgelöst wird, bevor im Frühjahr der Neuaustrieb beginnt (Hänninen, 2006, S. 3).

Die Entwicklung der Länge der jeweiligen Phasen seit 1950 und die Prognose bis 2100 ist in Abbildung 6 dargestellt.

Die **Erholungsphase im Herbst** (10 bis 0 °C) dient der Verlagerung von Kohlenhydraten, die in den Blättern oder Nadeln durch Photosynthese im Sommer gebildet worden waren, in die Überwinterungsorgane der Gehölze, insbesondere in das Derbholz und die Wurzeln, aber auch in die Knospen. So wird die Konzentration von Zuckerstoffen dort erhöht, wodurch der Gefrierpunkt abgesenkt wird. So wird die Frosthärte der Gehölze erreicht.

Die **Winterruhe** (<0 bis 5°C) wird mit Verkürzen der Tageslänge im Herbst eingeleitet, daraufhin ruhen die Knospen den Winter über in ihrer Entwicklung. Sie akkumulieren hierbei sogenannte Kälte-Einheiten – nur wenn ein pflanzenspezifisches Bedürfnis an Kälte-Einheiten erfüllt ist, kommt es im Frühjahr bei ansteigenden Temperaturen zum regulären Knospenaustrieb. Für alle Baumarten der gemäßigten Breiten gilt, dass als Kälte-Einheiten

Luft-Temperaturen innerhalb der Spanne von 0 bis 10 °C wirken, optimal sind 5 °C. Die benötigte Menge an Kälte-Einheiten variiert von Baumart zu Baumart und selbst innerhalb von Wuchsregionen. Seit längerem wird untersucht, ob ansteigende Wintertemperaturen dazu führen, dass bestimmte Pflanzen zu wenige Kälte-Einheiten akkumulieren und somit die Knospen-Ruhe nicht vollständig abschließen können. Die Folge hiervon wären Störungen des Knospenaustriebs im Frühjahr (vgl. Myking & Heide, 1995, S. 697). Zahlreiche Studien belegen jedoch für die europäischen und skandinavischen Baumarten, dass, gerade da die Prozesse der Winterruhe nicht mit Minusgraden, sondern mit kühlen Temperaturen im Bereich von 0 bis 10°C korrelieren, zukünftig auch im Zuge des Klimawandels keine Gefährdung der Knospen-Ruhe zu befürchten ist (Leinonen, 1996; Granhus et al 2009; Myking & Heide, 1995; Caffarra & Donnelly, 2010; Chuine 2000). Es erscheint somit nicht notwendig, die Wintertemperaturen in Bezug auf diesen Aspekt gesondert bei der Baumartenwahl zu berücksichtigen.

Während der, die Winterruhe ablösenden, **Phase der Aktivierung** (0 bis 5°C) verursachen das Ansteigen von Temperatur und Tageslänge Entwicklungsprozesse in der Knospe, die schließlich zum **Austreiben** dieser führen (Myking & Heide, 1995, S. 697).

Pflanzenarten sind in unterschiedlichem Maße auf eine Mindest-Länge der **Vegetationsperiode** angewiesen. Die Biomasseproduktion setzt bei mehr oder weniger allen mitteleuropäischen Pflanzenarten bei Bodentemperaturen zwischen 2 und 8 °C ein. Der Durchschnitt liegt bei 5 °C. Da sich der Boden langsamer erwärmt als die Luft darüber, kann man vereinfachend davon ausgehen, dass i. d. R. im Frühjahr bei einer Lufttemperatur von 10 °C eine Bodentemperatur in der oberen Bodenschicht von 5 °C erreicht ist. Die Vegetationszeitdauer wird deshalb angegeben als Anzahl der Tage im Jahr mit einer Lufttemperatur von über 10 °C. Die einzelnen Entwicklungsphasen der Pflanze vom Erreichen der vollen Belaubung über die Blühphase, Fruktifikation und (bei mehrjährigen Pflanzen wie den Gehölzen) Reserveeinlage in den Überwinterungsorganen bis zum Absterben der sommergrünen Blätter ist nicht direkt eine Funktion der Temperaturhöhe, sondern eine Funktion der Zeitdauer, in der $\geq 10^\circ\text{C}$ bis ca. 25°C Tagesmitteltemperatur herrschen. Die Vegetationszeitdauer muss pflanzenartspezifisch einen unteren Schwellenwert überschreiten, damit die Art über Jahre am Standort erhalten bleibt. Denn nur bei einem garantierten völligen Abschluss aller Entwicklungsphasen kann die Art über lange Zeiträume am Standort überleben.

Ein oberer Schwellenwert muss aber auch eingehalten werden, weil sonst die Ausreifung der Überwinterungsorgane bei den Gehölzen nicht abgeschlossen werden kann und somit eine höhere Empfindlichkeit gegenüber Frost besteht. Gehölzarten aus dem Balkan und dem Mittelmeerraum sind an eine sehr lange Vegetationszeit und kurze Winterruhe angepasst. Insofern sind sie gut an den Klimawandel in Mitteleuropa angepasst. Jedoch ist die **Frosthärte** bei ihnen weniger ausgebildet als bei mittel- und nordeuropäischen Arten. Da ihre Überwinterungsorgane später ausreifen und die Aktivierung früher einsetzt, sind sie in diesen Phasen bei starkem Frost gefährdet. Insbesondere junge Gehölze sterben nach Frostperioden außerhalb der Winterruhe ab.

Aufgrund des Klimawandels erhöht sich die Anzahl der Tage mit einer mittleren Tageslufttemperatur über 10 °C. Es kommt also zu einer Verlängerung der Vegetationszeit, verschiedene Studien zeigen eine immer früher stattfindende Blattentfaltung der Bäume der gemäßigten Breiten (Menzel, 2006; Chmielewski & Rötzer, 2001; Morin, 2009). Die Differenz zwischen dem zukünftigen Zeitpunkt des Knospenaustriebs und dem heutigen wird nur wenige Tage betragen (Chmielewski & Rötzer, 2001; Morin et al., 2009), dennoch wird sich dies auf die Existenzmöglichkeiten der Gehölze. Insbesondere Obstgehölze blühen auch immer früher. Sie sind deshalb vor allem **spätfrostgefährdet**.

Die Dauer der Vegetationszeit, in dem die Bäume mit dem dann konkret zur Verfügung stehenden Wasserangebot auskommen müssen, ist ein wesentlicher und steuernder Wachsfak-

tor. Niederschläge außerhalb dieser Zeit spielen nur insofern eine Rolle, dass sie zur Auffüllung des Bodenspeichers für den Zeitpunkt des Beginns der Vegetationszeit dienen. Deshalb müssen nach Möglichkeit die Niederschläge innerhalb des Zeitraumes, in welchem mehr als 10 °C herrschen, in die Betrachtungen einbezogen werden.

2.2.2 Klimatische Wasserbilanz

Viel Regen bedeutet hohe Luftfeuchtigkeit. Feuchte Luft erwärmt sich langsamer als trockene Luft, kühlt aber auch langsamer wieder ab. Aus diesem Grunde ist auch in regenreichen Gebieten das Verhältnis von Niederschlagsmenge zum Temperaturmittel im Sommer deutlich höher als in regenarmen Gebieten, im Winter ist es umgekehrt. Dieser Zusammenhang wird auch bei der Analyse der Jahrestemperaturspanne deutlich. Die Spanne zwischen Sommerhöchst- und Wintertiefsttemperaturen ist in regenreichen Gebieten deutlich geringer als in regenarmen.

Demgegenüber sind in regenärmeren Gebieten (wie dem Gemeindegebiet Petershagen-Eggersdorf) die sommerliche Durchschnittstemperatur sowie die Globalstrahlung höher, was zu einer höheren Evapotranspiration führt. Die Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz in der Region Märkisch-Oderland ist in Abbildung 5 dargestellt. Sie war bereits in der Vergangenheit negativ. Das heißt, es ist im Jahresdurchschnitt mehr Grundwasser verdunstet als durch Niederschläge hinzukam. Die ohnehin geringeren Niederschläge gehen hier in den kontinentaleren Regionen durch Verdunstung schneller für das Pflanzenwachstum wieder verloren. Das Defizit wird sich den PIK-Prognosen zufolge weiter vergrößern, allerdings ist die mögliche Schwankungsbreite, d. h. der Unsicherheitsbereich der Prognose bei diesem Parameter besonders hoch.

Es besteht also ein enger Zusammenhang zwischen Temperatur, Niederschlagsmenge und potenziell pflanzenverfügbarer Wassermenge in der Region. Das verfügbare klimatisch bedingte Wasserdargebot ist für das Pflanzenwachstum von existenzieller Bedeutung. Es ergibt sich aus der Differenz von Niederschlagssumme minus Verdunstung in Abhängigkeit von Temperatur und Globalstrahlung in der Vegetationszeit. Das Wasserspeichervermögen des Bodens muss dabei ebenfalls in die pflanzenphysiologische Betrachtung einbezogen werden (vgl. Kap. 2.1.1).

Mit steigender Temperatur nimmt die Transpirationsrate pro Einheit produzierter Biomasse relativ zu. Dieser relative Anstieg variiert aber stark von Art zu Art. Zahlreiche phänologische Anpassungsentwicklungen haben eine breite Varianz von Pflanzenarten hervorgebracht, so dass eine Reihe von Arten an niedrige verfügbare Niederschläge bei hohen Temperaturen besser angepasst ist als andere. Diese zonal auftretenden Arten sind unterschiedlich mit Möglichkeiten zur aktiven Herabsetzung der Eigen-Transpiration ausgestattet. Einige Arten haben besondere Blattoberflächenformen, -strukturen oder -farben entwickelt, die die Verdunstung hemmen, andere Arten kommen nur unter der Abschattung von höher wachsenden Arten oder an Schatthängen vor, um bei verminderter Strahlungsintensität oder unter Nutzung der Verdunstung der höheren Arten (Bestandesklima) ihre Verdunstungsrate pro Einheit Netto-Biomasseproduktion (Transpirationskoeffizient) zu senken.

Die Wasserbilanz in der Vegetationsperiode bezeichnet den Anteil des Niederschlages, der nicht durch Verdunstung verloren geht, sondern für das Pflanzenwachstum potenziell zur Verfügung steht.

Wenn die Wasserbilanz in der Vegetationsperiode stark abnimmt, kann diese einen für die Pflanzenart kritischen unteren Schwellenwert annehmen. So lassen sich artspezifische untere Schwellenwerte für die Klimatische Wasserbilanz ausweisen.

Dies trifft nicht für Pflanzenarten zu, die ausschließlich an grund- oder stauwasserbeeinflussten Standorten vorkommen. Hier ist immer eine ausreichende Wasserversorgung gewährleistet. Deshalb kommen diese Arten auch azonal in allen Gebieten Mitteleuropas an den entsprechenden Standorten vor.

Wird der untere Schwellenwert der Wasserbilanz unterschritten, steigt das Risiko durch akuten Wassermangel (auch Dürre genannt), zu dem es kurzfristig witterungsbedingt kommen kann (Majunke, in Altenkirch et al. 2002, S. 235).

Dürre wird als eine der schwerwiegenden Konsequenzen des Klimawandels eingeschätzt (Bolte et al, 2009, S. 3). In der Vegetationszeit werden weniger Niederschläge erwartet, die zudem noch konzentrierter in Form von Starkregenfällen auftreten. Außerdem werden Hitzeereignisse vermehrt auftreten. Insgesamt wird es dadurch verstärkt zu witterungsbedingtem, akutem Wassermangel, also Dürre-Ereignissen kommen.

Dürrestress hängt im Wesentlichen sowohl von der Klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit ab, als auch von der Wasserspeicherkapazität der Böden.

Pflanzen sind nicht die gesamte Vegetationszeit über, sondern besonders in den Monaten Juli und August gefährdet durch Dürrestress. Mitte Juli ist die Globalstrahlung am höchsten. Mitte Juli ist auch die potentielle Verdunstung am höchsten und die absolute Bodenwassermenge am niedrigsten. In den wärmsten Monaten Juni bis August ist auch normalerweise der Niederschlag am höchsten, was aber in den letzten Jahren immer häufiger ausfiel und in Zukunft wahrscheinlich noch seltener sein wird. Im Verlauf der Vegetationszeit nimmt die Bodenwassermenge ab. Gleichzeitig nimmt die Differenz zwischen potentiell möglicher und tatsächlich stattfindender Verdunstung zu. Die Verdunstung ist im Wesentlichen abhängig von den Faktoren Wind, Strahlung, Bodennässe und Baumart (AK, 2003, S. 30). Zu Beginn der Vegetationszeit ist die Differenz zwischen potentieller und tatsächlicher Verdunstung noch 0 bzw. gering, da hier der Bodenwasserspeicher noch Wasser in leicht verfügbarer Spannung vorrätig hält.

Starkregenfälle füllen den Bodenwasserspeicher auf – mit teils deutlich sichtbarer positiver Wirkung, Der Einfluss der Niederschlagsstruktur ist von Bedeutung – Starkregen füllen den Bodenwasserspeicher effektiver auf als weniger ergiebige Niederschläge (AK, 2003, S. 31).

2.2.3 Folgen der Klimaveränderungen für die Gehölze

- a. Verschiedene Gehölzarten sind auf verschiedene Mindest-Längen der Vegetationsperiode angewiesen; die Vegetationszeitdauer muss pflanzenartspezifisch einen unteren Schwellenwert überschreiten, damit die Art (bzw. Population) einen vollständigen Abschluss aller Entwicklungsphasen vollziehen und somit über längere Zeiträume am Standort überleben kann.
- b. Gehölze der gemäßigten Breiten sind zudem auf eine Mindest-Länge der Ruhephase im Winter angewiesen, damit es im Frühjahr zum regulären Knospenaustrieb kommen kann.
- c. Zukünftig wird sich die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Spätfrösten kaum ändern, die Vegetationszeit wird sich aufgrund der steigenden Temperaturen jedoch verlängern (Schüler et al, 2012). Treiben die Bäume aufgrund der verlängerten Vegetationszeit früher aus (vgl. Menzel et al., 2006; Chmielewski & Rötzer, 2001; Morin et al, 2009), verlängert sich die Phase, in der Bäume spätfrostgefährdet sind.
- d. Durch eine verlängerte Photosynthese-Phase ergibt sich ein erhöhter Wasserbedarf.

- e. Die Befruchtung der Bäume durch Bienen wird verzögert. Dies ist vor allem für Obstbäume von Bedeutung. Bienen fliegen nur bei Tageslicht, bei Temperaturen über 5,4 °C und wenn es nicht regnet und nicht zu windig ist. Durch die Erwärmung verfrüht sich die Obstblüte, und auch die Bienen beginnen bereits früher im Jahr zu fliegen. Je früher im Jahr es ist, desto kürzer sind jedoch die Tage. Eine Biene kann also pro Tag weniger Blüten bestäuben als zu einem späteren Zeitpunkt im Jahr.

3 Datengrundlagen und Methodik

3.1 Standort

Das Gemeindegebiet Petershagen-Eggersdorf wurde für dieses Projekt in Standorttypen untergliedert. Grundlage für die Kartierung von Standorttypen waren folgende Kartenwerke:

- Geoviewer Brandenburg: Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK 200) (BGR 2018)
- Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK) (Akademie der Landwirtschaftswissenschaften 1981)
- Standortkarte für die Forstwirtschaft, Maßstab 1 : 10.000 (FSK) (Forstprojektion Potsdam 1973)
- Preußische Landesaufnahme, Geologische Grundkarten im Maßstab 1 : 25.000 (Wahnschaffe 1895)
- Bodenschätzungskarte Maßstab 1 : 25.000 (BSK) (Staatliche Geologische Kommission Berlin o.J.)
- Hydrogeologisches Kartenwerk der DDR, M 1 : 50 000 (Zentrales Geologisches Institut Berlin 1982)

Die MMK und BSK einerseits und die FSK andererseits ergänzen einander, da sie jeweils nur die landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Flächen beinhalten (Tab. 1). Allerdings sind hier auch große Teile noch als landwirtschaftliche oder forstwirtschaftliche Fläche kartiert, die inzwischen bebaut sind. Die BÜK 200 wurde genutzt, um die Kartierungseinheiten auch in den (alten) Siedlungsbereichen zu ergänzen.

Tab. 1: Definition von Bodentypen aus den Legendeneinheiten der MMK, BSK und FSK

MMK	BSK	FSK		Standorttyp
D2a , D2b	(sl-sG)S	SwM	→	schwach lehmige Sande
D3a	(m/LF-bsR)P	SLwM	→	Tieflehme und schwach lehmige Sande
Mo	Nto		→	Niedermoor

Die so flächendeckend erstellte Bodenkarte der Gemeinde wurde nun im 2. Schritt überlagert mit der Hydrogeologischen Karte, um die Boden-Kartiereinheiten weiter zu untergliedern nach den Wasserhaushaltstypen des Bodens (Tab. 2).

Tab. 2: Definition von Wasserhaushaltstypen aus der Hydrogeologischen Karte

Grundwasserflurabstand (m)	Wasserhaushaltstyp	Standorttyp
>5	vernässungsfrei, sickerwasserbestimmt	trocken
2-5	grundwasserbeeinflusst	frisch
1-2	grundwasserbestimmt	feucht
<1	grundwasserbeherrscht	nass

Im Ergebnis entstand eine Karte mit 7 unterschiedlichen Standorttypen, deren Standorteigenschaften signifikante Unterschiede hinsichtlich der Wuchskraft der Gehölzarten aufweisen (Tab. 3).

Tab. 3: Standorttypen in der Gemarkung Petershagen-Eggersdorf aus der Kombination von Boden- und Wasserhaushaltstyp

Bodentyp	Wasserhaushaltstyp		Standorttyp	
Sand-Braunerde mit Tieflehm-Fahlerde	Vernässungsfrei	→	trockene schwach lehmige Sande	IS_1
Bändersand-Braunerde mit Sand-Anmoorgley	Grundwasserbeeinflusst	→	frische schwach lehmige Sande	IS_2
Sand-Rosterde mit Sandgley	Grundwasserbestimmt	→	feuchte schwach lehmige Sande	IS_3
Bändersand-Braunerde mit Tieflehm-Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei	→	frische Tieflehme und schwach lehmige Sande	sL_2
vererdeter Niedermoortorf über Sandgley	Grundwasserbeeinflusst	→	frisches Niedermoor	Mo_2
Sandgley mit Niedermoortorf	Grundwasserbestimmt	→	feuchtes Niedermoor	Mo_3
Niedermoortorf	Grundwasserbeherrscht	→	nasses Niedermoor	Mo_4

3.2 Klima

Die Gemarkung Petershagen-Eggersdorf liegt nicht mehr im Regenschatten der Berliner Hochhaussiedlungen Marzahn und Hellersdorf und war damit bisher im Vorteil gegenüber z. B. den Randgemeinden Hoppegarten und Neuenhagen hinsichtlich der Regenmenge im Jahr. Somit gilt für die Gemarkung Petershagen-Eggersdorf, dass sich das Klima hier mit dem Mittel für den Landkreis Märkisch-Oderland vergleichen lässt, wie im Folgenden dargestellt.

Die Niederschlagssumme im Jahr betrug im 30-jährigen Durchschnitt von 19910-1950 ca. 500 mm (Meteorologischer Dienst der DDR 1951), von 1951-1980 ca. 550 mm (Meteorologischer Dienst der DDR 1981). Daran hat sich auch in der Periode 1981-2010 nur wenig geändert (Deutscher Wetterdienst 2011). Die neueste Prognose des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung (PIK 2018) ergibt auch bis 2100 nur eine leichte Abnahme auf ca. 525 mm (PIK 2018) (Abbildung 1).

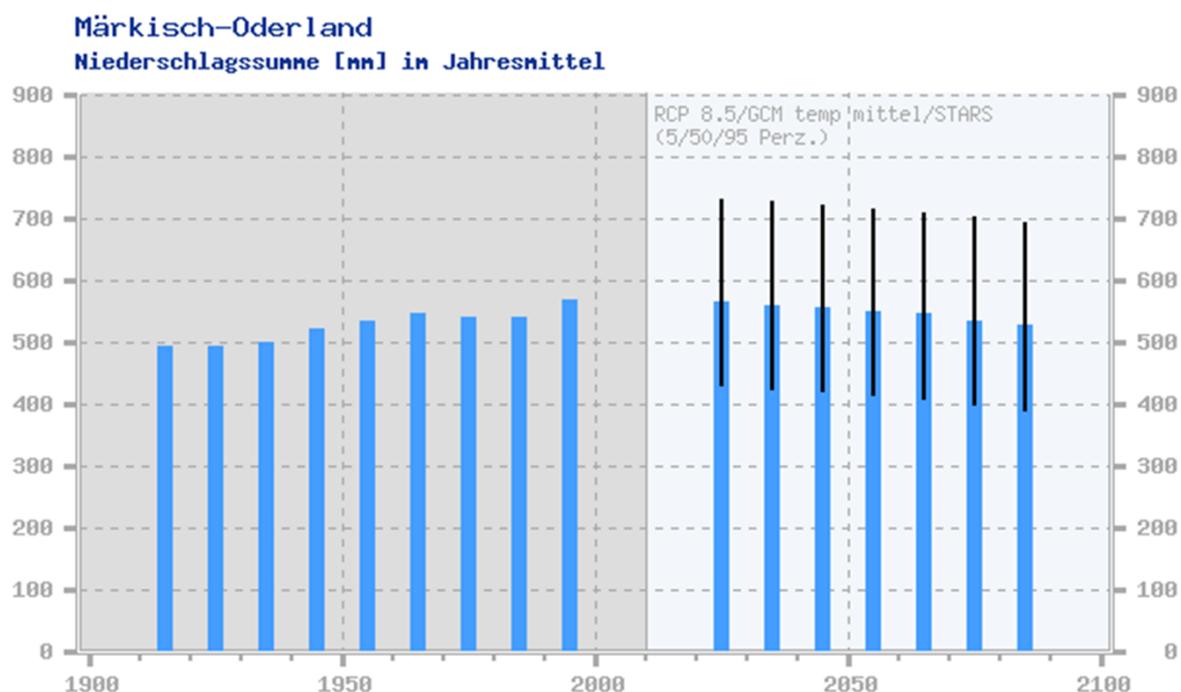


Abbildung 1: Jahresniederschlagssumme (mm/a) von 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018) (blaue Balken: wahrscheinlichste Entwicklung, schwarzer Strich: mögliche Schwankungsbreite)

Dabei haben die Potsdamer Meteorologen das aus heutiger Sicht wahrscheinlichste Szenarium RCP 8.5, nämlich eine globale Temperaturerhöhung um 4 ° C gegenüber 1986-2005 angenommen.

Anders verhält es sich in der Region mit der Jahresmittel-Temperatur: Von 1965 bis 1995 stieg sie von 8,3°C auf 9,1 °C und wird bis 2100 weiter auf voraussichtlich über 12 °C ansteigen. Allerdings wird es immer wieder Jahre geben, die aus diesem linearen Trend ausschereen (Abbildung 2).

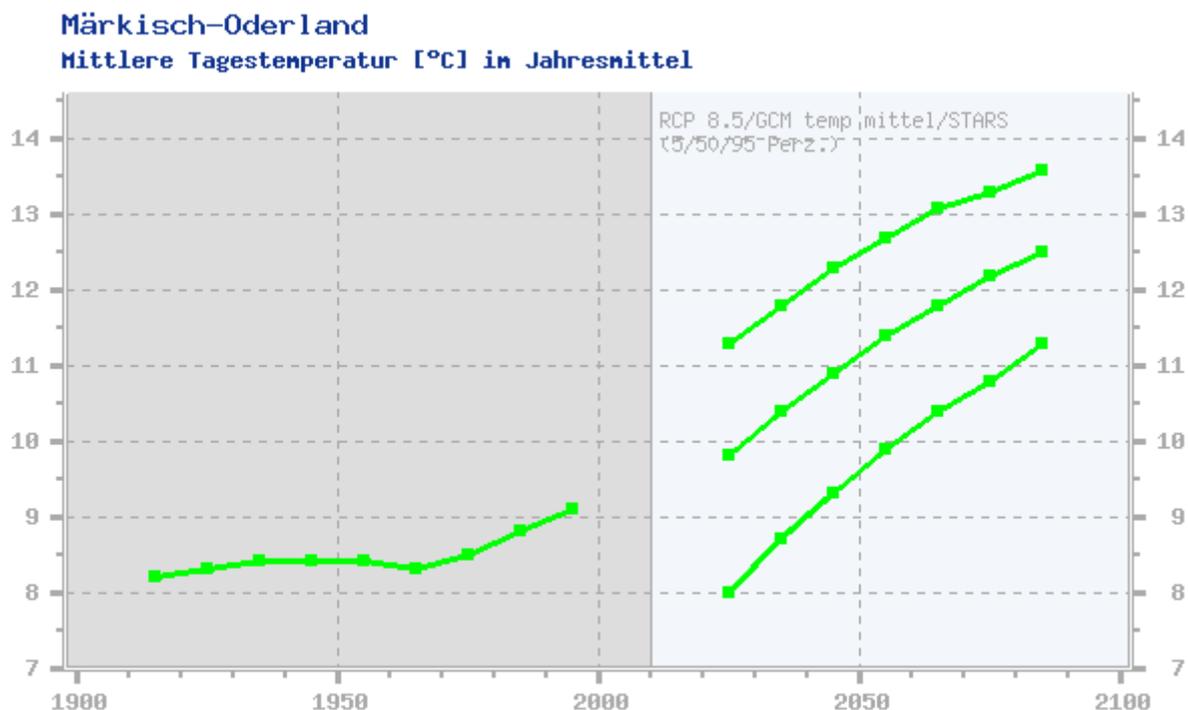


Abbildung 2: Tagesmitteltemperatur von 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018); (mittlerer Gradient = wahrscheinlichste Entwicklung, oberer und unterer Gradient: mögliche Schwankungsbreite)

Die Erhöhung der Jahresmittetemperatur bedeutet aber nicht, dass es in allen Monaten des Jahres wärmer sein wird als in der vorindustriellen Zeit.

Die gravierensten Temperatursteigerungen werden in den Sommermonaten stattfinden. So wird die Anzahl der Tage im Jahr mit >25°C Tagesmitteltemperatur (sogemannte Sommertage) deutlich ansteigen (Abbildung 3).

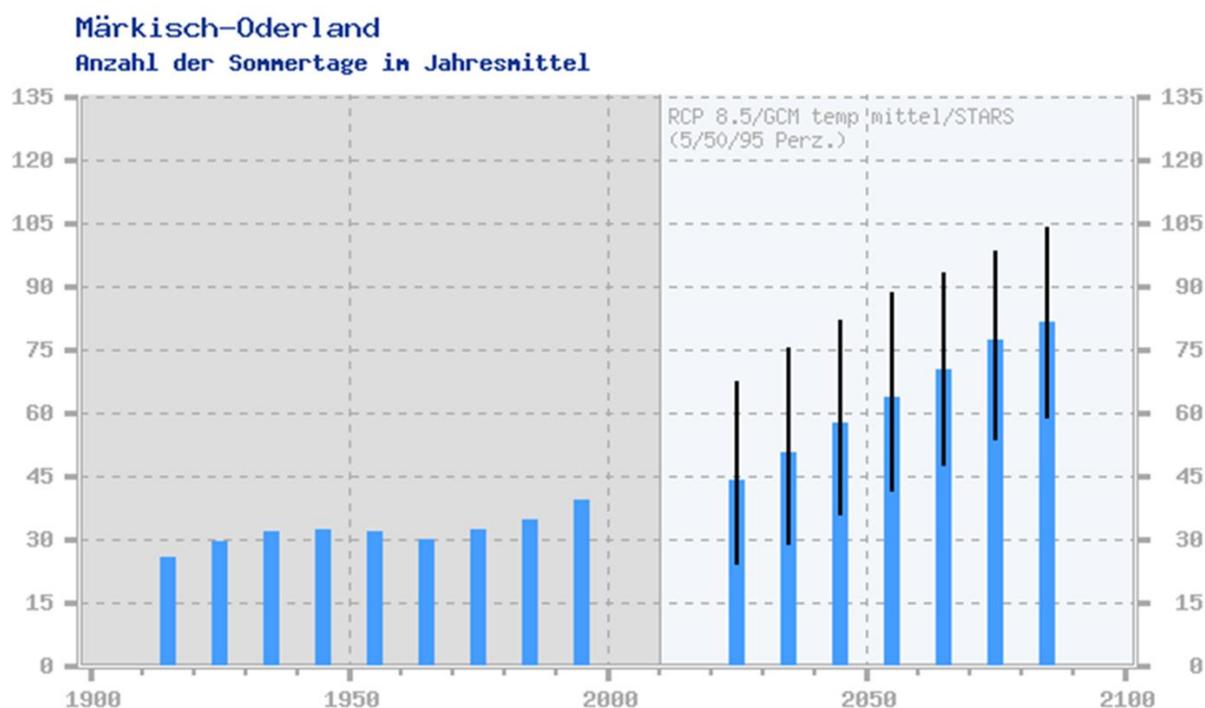


Abbildung 3: Anzahl der „Sommertage“ im Jahr mit $>25^{\circ}\text{C}$ Tagesmitteltemperatur 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018), (blaue Balken: wahrscheinlichste Entwicklung, schwarzer Strich: mögliche Schwankungsbreite)

Aber auch die Tiefsttemperaturen im Winter werden sich deutlich erhöhen (Abbildung 4).

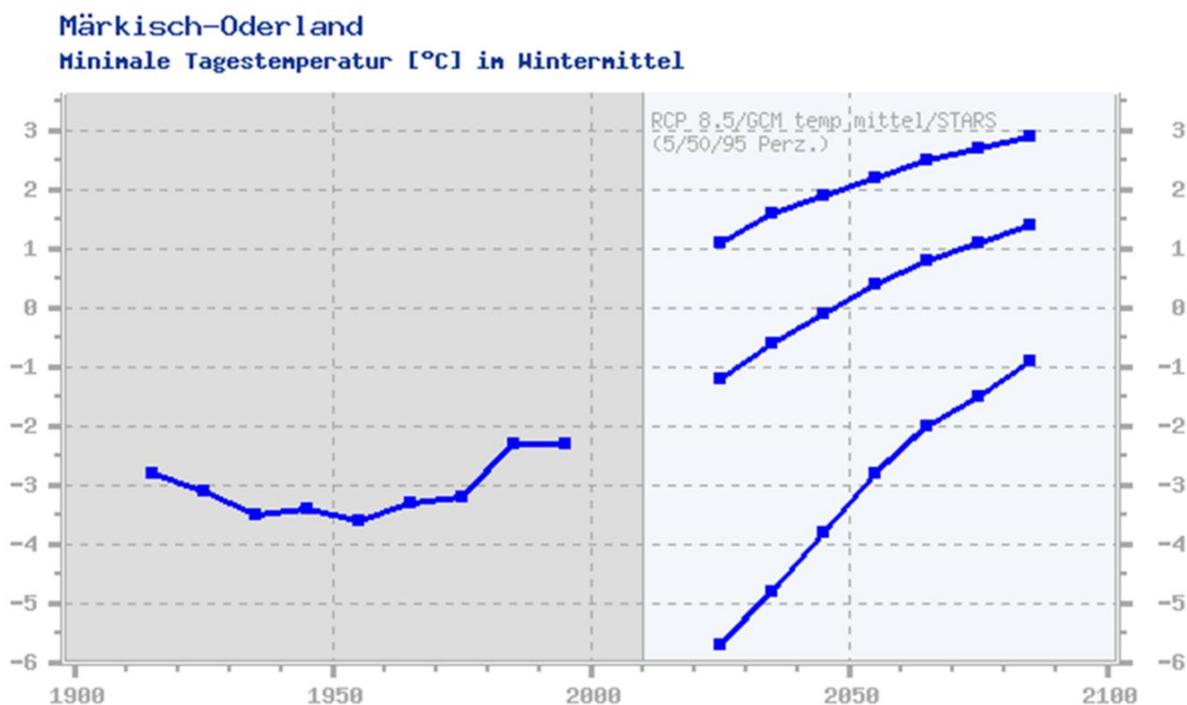


Abbildung 4: minimale Tagestemperatur im Wintermittel 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018);

(mittlerer Gradient = wahrscheinlichste Entwicklung, oberer und unterer Gradient: mögliche Schwankungsbreite)

Je höher die Temperatur ist, desto höher ist der Anteil am Niederschlag, der wieder verdunstet. Für die Vegetation verfügbar ist aber nur der Anteil, der versickern kann. Somit wird trotz gleichbleibender Niederschlagsmenge im Jahr die Wasserbilanz (Niederschlagssumme minus Verdunstungsrate) immer kleiner und die Böden immer trockener (Abbildung 5). Aber auch die Luft wird trockener, denn die relative Luftfeuchtigkeit nimmt ab. Das ist für die Vegetation ein zunehmendes Problem, so dass einige Baumarten, die bisher in unserer Region gute Wuchsbedingungen hatten, in Zukunft klimawandelbedingte Beeinträchtigungen zu erwarten haben werden.

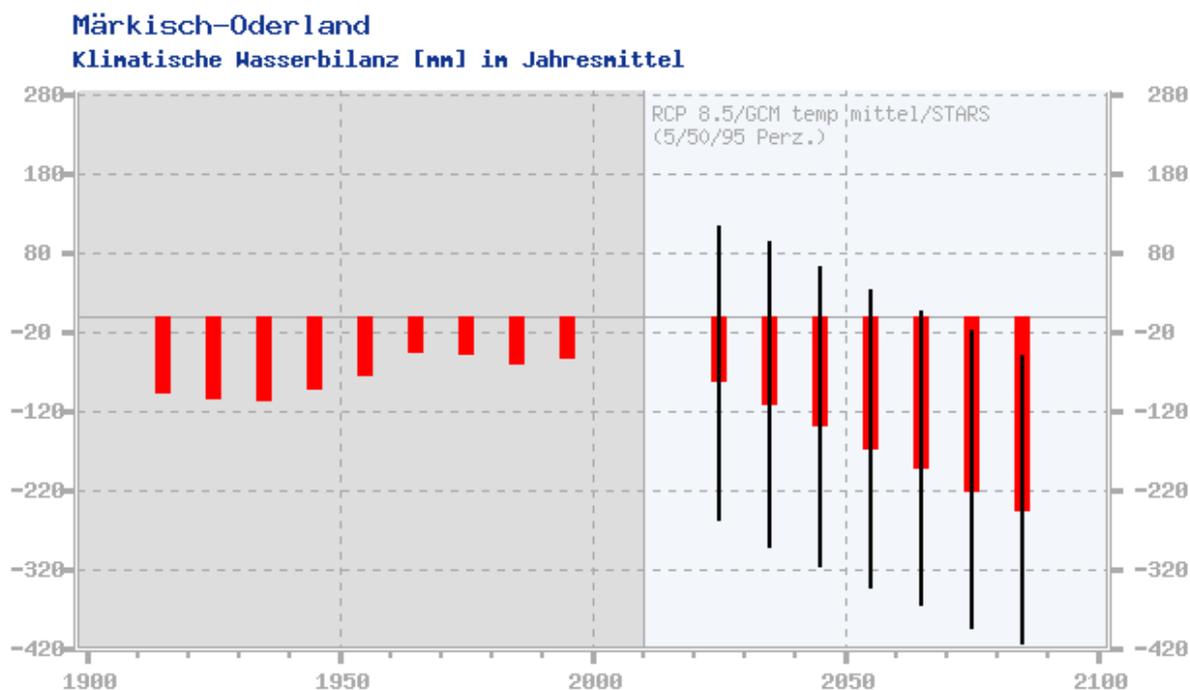


Abbildung 5: Klimatische Wasserbilanz im Jahresmittel (mm/a) aus Niederschlagssumme minus Verdunstungsrate in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur 1910 bis 2000 und Prognose der Entwicklung nach dem Szenarium RCP 8.5 2030 bis 2090 (Quelle: PIK 2018), (rote Balken: wahrscheinlichste Entwicklung, schwarze Striche: mögliche Schwankungsbreite)

Höhere Jahresmitteltemperaturen bedeuten aber auch eine längere Vegetationsperiode und damit eine kürzere Winterruhe (Abbildung 6). Viele Gewächse und insbesondere Bäume brauchen aber eine gewisse Ruhephase und den Kältereiz, um im Frühjahr wieder kräftig austreiben zu können. Die historischen Klima-Daten zur Länge der einzelnen phänologischen Entwicklungsphasen in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur (Meteorologischer Dienst der DDR 1951, 1981, Deutscher Wetterdienst 2011a,b) zeigen wie auch die Prognosen (PIK 2018) eine Zunahme der Vegetationszeitlänge (Anzahl der Tage im Jahr mit $\geq 10^{\circ}\text{C}$ bis ca. 25°C Tagesmitteltemperatur), in der Photosynthese stattfindet und eine deutliche Erhöhung der Tage $\geq 25^{\circ}\text{C}$ TMT, an denen die Photosynthese bei den heimischen Pflanzen wegen zu hoher Verdunstung eingestellt wird. In Zukunft muss auch mit Tagen $\geq 45^{\circ}\text{C}$ TMT gerechnet werden, an denen einige heimische Pflanzen bereits einen Hitzetot erleiden.

Herbst	Winter	Frühling		Sommer		
10 - 0°C	<0°	5-10°C	7-26°C		25-45°C	45-53°C
Erholungsphase	Winterruhe	Austrieb	Wachstum (Photosynthese)		Sommer-ruhe	Hitzetod

Länge der Entwicklungsphasen in Tagen pro Jahr im 30-jährigen Durchschnitt

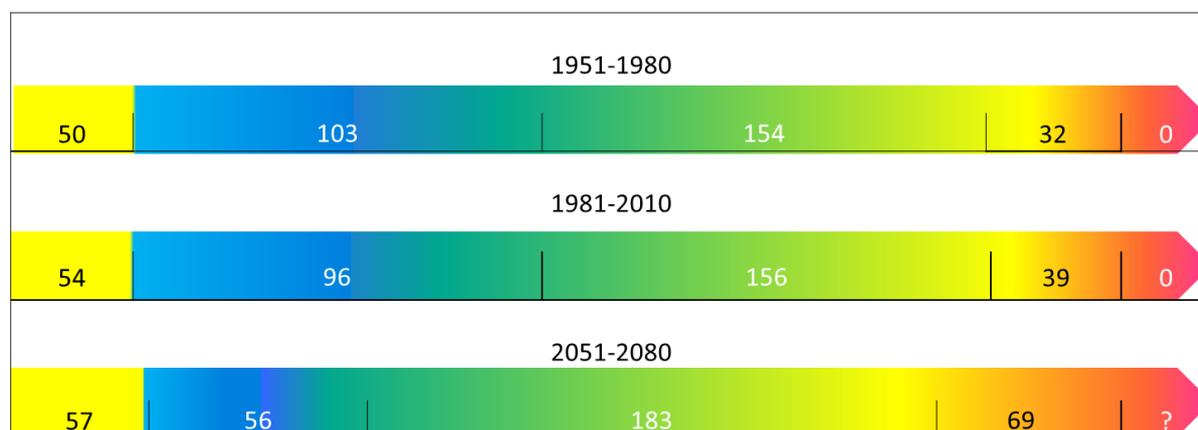


Abbildung 6: Phänologische Entwicklungsphasen heimischer Pflanzen in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur

3.3 Pflanzen

Es existiert eine Fülle von veröffentlichten Vegetationsanalysen deutschland- und europa- weit, das sind Artenlisten mit Mengenangaben und mit entsprechenden Angaben zum Fund- ort, zur Bodenform und zum Wasserhaushalt des Bodens (vgl. hierzu Walter et Walter 1953).

Qualitatives Wissen über die Beziehung zwischen Standorttypen und Pflanzenvorkommen ist in großem Maße vorhanden. Um dieses bisher nicht quantitativ exakt erfassbare Experten- wissen in exakte mathematische Formeln umformen zu können, bedient sich das BERN- Modell (Schlutow et al. 2015) des Fuzzy-Ansatzes unscharfer Beziehungen nach Zadeh (1978) zwischen Standorttypen und dem Vorkommen von Pflanzenarten. Der Grad der un- scharfen Relation wird bestimmt durch die Möglichkeits-Verteilungs-Funktion der Existenz einer Pflanzenart in Abhängigkeit von einem oder mehreren Standortfaktoren in einem Wer- tebereich von 0 bis 1.

Diese Funktion der Existenzmöglichkeit einer Art in Abhängigkeit von mehreren Standortfak- toren entspricht weitgehend der Definition der ökologischen Nische nach Hutchinson (in: Burrows 1990 und Shugart 1998), der die ökologische Nische als n-dimensionalen Hypervolu- men im funktionalen Raum der Standortfaktoren sieht. Whittaker (in Ellenberg 1996) und Burrows (1990) unterschieden zwischen der fundamentalen und der realisierten Nische.

Die fundamentale Nische entspricht dem Hypervolumen, das durch die unscharfen Bedin- gungen der Anpassung einer Art an exogene Faktoren definiert ist, ohne die Einschränkungen, die durch Konkurrenz mit anderen Arten entstehen. Die fundamentale Nische ist somit durch die physiologischen und genetisch festgelegten Eigenschaften der Art bestimmt und nur sehr langsam im Rahmen der Evolution veränderbar. Die realisierte Nische ergibt sich aus den sozialen Eigenschaften der Arten und wird nicht nur von der Konkurrenzstärke einer Art, sondern auch durch ihre Reproduktionsbedingungen im Vergleich mit anderen Arten, durch Kooperations- und Koexistenzverhältnisse in einer natürlichen Pflanzengesellschaft, z. B. in einem naturnahen Wald, bestimmt.

Die Bestimmung der ökologischen Nischen der Gehölzarten erfolgte in diesem Projekt mit Hilfe des bei ÖKO-DATA entwickelten BERN-Modells (Schlutow et al. 2015, 2018).

Die Datenbasis beruht auf empirischen Erhebungen von Standort-Pflanzen-Paaren. Die BERN-Datenbank wurde stetig weiterentwickelt. Der jeweilige Stand der Entwicklungen wurde publiziert (BERN1: Schlutow in Achermann u. Bobbink (2003); Schlutow u. Hübener in UBA-Texte 22/2004; BERN2: Schlutow in deVries et al. (2007), Nagel et al. in UBA-Texte 08/2010; BERN3: Schlutow et al. in BMVBS (2013), Schlutow et al. in deVries et al. (2015)). Nunmehr liegt die Datenbank in der Version 4.0 vor (Schlutow et al. 2018).

Ca. 20.000 deutsche Vegetationsaufnahmen wurden bis heute überwiegend anhand von in der Literatur dokumentierten Stetigkeitstabellen ausgewertet (Anders et al. 2002, Berg et al. 2001; Berg et al. 2004; Ellenberg 1996, Mucina et al. 1993, Härdtle 1984, 1989 u. 1995, Härdtle et al. 2005, Hartmann und Jahn 1967, Hofmann 1969, Hundt 1964, Issler 1942, Klapp 1965, Mahn 1959, Matuszkiewicz 1962, Mucina et al. 1993, Oberdorfer 2001, 1979, 1992-1998, Passarge 1964, Passarge und Hofmann 1968, Pott 1992, Preising et al. 1990a, 1990b u. 1997, Schmidt et al. 2002, Schubert 1960, Schubert et al. 1995, Tüxen 1937, Willner 2002, Wolfram 1996), verteilen sich auf Deutschland mit Schwerpunkten in überwiegend bewaldeten, von Grasland oder Mooren geprägten Regionen.

Außerhalb Deutschlands wurden weitere ca. 20.000 Vegetationsaufnahmen ausgewertet und die entsprechenden gewonnenen Daten aus den Aufnahmen in die BERN-Datenbank integriert. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf Vegetationsaufnahmen aus West-Polen (Klika 1937; Krausch 1962; Krieger 1937; Lohmeyer 1962; Matuszkiewicz 1962; Matuszkiewicz et Matuszkiewicz 1956; Matuszkiewicz et Borowik 1958; Matuszkiewicz et Traczyk 1958) sowie aus Südost-Europa wie der Slowakei (Michalko 1986), aus Tschechien (Moravec et Neuhäusl 1976, Knollová et Chytrý 2004, Rolecek 2005), aus Ungarn (Jakucs 1961; Kevey und Borhidi 2005), aus Österreich (Mucina et al. 1993), aus der Schweiz und Slowenien (Willner 2002) sowie aus dem Balkan (Horvat et al. 1974, Soó 1964) gelegt. Diese Aufnahmen ermöglichen eine Abschätzung der potenziell möglichen natürlichen und halbnatürlichen Pflanzengesellschaften, die im Zuge der Klimaerwärmung nach Deutschland einwandern könnten.

Die Standardwerke der pflanzensoziologischen Fachliteratur, die für die Erstellung der BERN-Datenbanken ausgewertet wurden enthalten neben den Vegetationstabellen auch immer die Beschreibungen der Fundorte hinsichtlich der Standortfaktoren Boden, Nährstoff- und Wasserhaushalt und Auflistungen der Ortsbezeichnungen der Aufnahmen, die in die Vegetationstabelle eingegangen sind.

Die bis heute aus der Fachliteratur entnommenen 7642 Fundortangaben zu den Vegetationsaufnahmen Mittel- und Südeuropas in der pflanzensoziologischen Fachliteratur wurden ins Geographische Informationssystem ArcGIS übertragen und so die Klimawerte der Rasterdatensätze des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2011a,b) bzw. der europäischen Klimakarte ermittelt, die in einer Auflösung von 1x1km² vorliegen.

Für die eindeutig zugeordneten Fundorte konnten damit der Bezug zu den 30jährigen Monats-Mittelwerten 1981-2010 von Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer (Rasterdatensätze des DWD, 2011a,b; Europäische Klima-Rasterdatei New et al. 2012) hergestellt werden. Folgende ökoklimatisch bedeutsamen Parameter wurden ermittelt (vgl. Schlutow et al. 2018):

- Vegetationszeitlänge [d a⁻¹]
- Temperaturspanne [°C]
- Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationszeit [mm]
- Nutzbare Solarstrahlung [kWh m⁻² a⁻¹]

Anders als bei den Klimadaten wurden die Bodendaten nicht anhand der Fundorte aus einer Bodenkarte ausgelesen. Denn alle Bodenkarten, auch sehr großmaßstäbige, können nicht die realen Bodenbedingungen wiedergeben. Der Wechsel von Bodentypen ist meist so kleinräumig, dass er auch in großmaßstäbigen Boden-Karten nicht darstellbar ist. Außerdem sind die Fundortangaben in der Vegetationsbeschreibung oft nicht punktgenau. Deshalb wurden nur Vegetationsaufnahmen in die BERN-Datenbank übernommen, zu denen der Bodentyp, die Feuchte, das Substrat und die Nährstoffverhältnisse am Fundort in der Beschreibung angegeben sind. Diese Angaben wurden direkt in die BERN-Datenbank übernommen.

Derzeit sind in der BERN4-Datenbank 103 Baumarten und 160 Straucharten mit den Angaben zu ihren ökologischen Nischen enthalten, die in Mittel- und Südeuropa heimisch sind und somit eine Chance hätten, auf natürlichem Wege in die Region Brandenburg im Zuge des Klimawandels einzuwandern. 4 weitere Baumarten aus Nordamerika, die nach Mitteleuropa eingeschleppt wurden und sich hier selbstständig verbreiten, sind ebenfalls enthalten.

Aus dem Existenz-Möglichkeitgrad der Gehölzart ergibt sich die Existenzsicherheit. Heimische Gehölzarten sind an ein Konkurrenzgleichgewicht zueinander und zu den Tier- und Pflanzenarten der gesamten Biozönose angepasst, in der sie natürlicherweise vorkommen, da die ökologische Nische das Ergebnis evolutionärer Anpassung über Jahrtausende darstellt. An den natürlichen Standorten ist die ökologische Funktionsfähigkeit der Selbstregulierung und Selbstregenerierung optimal ausgeprägt. Diese Funktionalität bewirkt u. a. die bestmögliche Resilienz gegenüber Störungen und die höchstmögliche Elastizität als Voraussetzung für eine Wiedergesundung nach Katastrophen. Die Wahrscheinlichkeit, dass die geeigneten biogenen Partner zur Schädlingsbekämpfung, zur Symbiose, für die geschützte Jugendentwicklung im Bestandesverbund usw. vorhanden sind, ist an einem naturidentischen Standort am größten. Auch Gehölzarten aus Südeuropa, die auf natürlichem Wege nach Brandenburg einwandern können, bringen ihre vergesellschafteten Arten (Pilze, Viren, Bakterien, Insekten) zur Abwehr von Schädlingen und Krankheiten mit.

Baumarten aus Übersee, z. B. Robinien, Douglasien oder Hybrid-Pappeln aus Nordamerika, die keine Chance gehabt hätten, ohne menschliches Zutun in Mitteleuropa einzuwandern, sollten dagegen auch aus anderen Gründen nicht eingesetzt werden: ihre ökologische Funktion als Lebensraum für Tiere ist nur sehr begrenzt, denn die in ihrer Heimat auf sie spezialisierten Käfer, Schmetterlinge und andere Insekten sind nicht mit nach Europa immigriert. Die meisten der mitteleuropäischen Insekten haben sich bisher nicht an die fremden Baumarten angepasst (Tschopp et al. 2012).

Wenn man heute die Pflanzung von Bäumen plant, seien es Straßenbäume, Hausbäume oder Sträucher für den Garten, stellt sich die Frage nach den Arten, die sowohl unter heutigen als auch unter den sich ändernden Klimabedingungen gute Wuchsbedingungen finden, denn Bäume und Sträucher werden in der Siedlung mindestens 80, teilweise bis 300 Jahre alt. Um diese Frage zu beantworten, sollte man sich in den Wäldern in den Regionen Ost- und Südeuropas umschaun, in denen heute schon die Klimabedingungen herrschen, die wir bei uns bis zum Ende des Jahrhunderts erwarten. Besonders geeignet sind die Gehölze mit einer sehr weiten ökologischen Nische hinsichtlich der Klimafaktoren, d. h. mit einer hohen Toleranz gegenüber Klimaveränderungen.

4 Ergebnisse

4.1 Standörtliche und klimaökologische Eignung von Bäumen und Sträuchern

Jedem Standorttyp der Gemarkung Petershagen-Eggersdorf wurde jeweils eine Liste mit

- gut geeigneten Baum- und Straucharten
- mäßig geeigneten Baum- und Straucharten
- nicht geeigneten Baum- und Straucharten

zugeordnet (Anhang 1).

In die Bewertung von „gut“, „mäßig“ und „nicht geeignet“ gehen folgende Standorteigenschaften ein:

Gut geeignet:

- die Gehölzart ist optimal an den Nährstoff- und Bodenwasserhaushalt des Standorttyps angepasst und
- die Gehölzart ist heimisch und bietet gute Lebensraumbedingungen für einheimische Wildtiere, insbesondere Insekten (hoher Natürlichkeitsgrad) und
- die Gehölzart hat eine weite klimaökologische Nische, so dass sie derzeit bereits gute klimaökologische Bedingungen im Gebiet vorfindet, aber auch zukünftig im Zuge der Klimaerwärmung noch ausreichend gut existieren kann oder
- die Gehölzart findet zwar gegenwärtig nicht optimale, aber ausreichende Klimabedingungen vor, entwickelt sich aber zukünftig im Zuge der Klimaerwärmung zunehmend optimal

mäßig geeignet:

- die Gehölzart ist ausreichend, wenn auch nicht optimal an den Nährstoff- und Bodenwasserhaushalt des Standorttyps angepasst oder
- die Gehölzart ist zwar gut an den Standorttyp angepasst, aber nicht heimisch und bietet keine guten Lebensraumbedingungen für einheimische Wildtiere, insbesondere Insekten (geringer Natürlichkeitsgrad) oder
- die Gehölzart hat derzeit nur mäßige klimaökologische Bedingungen im Gebiet und wird auch in Zukunft keine bessere Eignung im Zuge der Klimaerwärmung vorfinden oder
- die Gehölzart findet zwar gegenwärtig optimale Klimabedingungen vor, entwickelt sich aber zukünftig im Zuge der Klimaerwärmung zunehmend schlechter

nicht geeignet:

- die Gehölzart ist weder optimal noch ausreichend an den Nährstoff- und Bodenwasserhaushalt des Standorttyps angepasst oder
- die Gehölzart ist zwar mäßig an den Standorttyp angepasst, aber nicht heimisch und bietet keine guten Lebensraumbedingungen für einheimische Wildtiere, insbesondere Insekten (geringer Natürlichkeitsgrad) oder
- die Gehölzart hat derzeit nur schlechte klimaökologische Bedingungen im Gebiet und wird auch in Zukunft keine bessere Eignung im Zuge der Klimaerwärmung vorfinden oder
- die Gehölzart findet zwar gegenwärtig ausreichende Klimabedingungen vor, entwickelt sich aber zukünftig im Zuge der Klimaerwärmung zunehmend schlechter

Von den 103 Baumarten und 160 Straucharten aus der BERN-Datenbank sind nur 83 Baum- und Straucharten hinsichtlich ihrer Eignung in der Gemarkung Petershagen-Eggersdorf entweder gut oder mäßig zu bewerten. Für diese 83 Gehölzarten wurde neben der standörtlichen Anpflanzungseignung auch bewertet, in welche Siedlungs- oder Landschaftsteile sie am besten hinsichtlich Größe, Wuchsform, Attraktivität und Natürlichkeitsgrad passen (Anhang 2).

4.2 Risiken der Baum- und Straucharten

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit werden in Anhang 3 einige Risiken und Nachteile bei der Pflanzung auch ansonsten standörtlich und nutzungsspezifisch geeigneter Gehölzarten aufgelistet.

Diese Angaben basieren auch auf den Ergebnissen der repräsentativen Umfragen zu Vor- und Nachteilen von Gehölzarten in öffentlichen und privaten Grünflächen durch die Mitglieder der Ortsgruppe der Lokalen Agenda 21.

Insbesondere sind folgende Risiken im Zuge des Klimawandels zu bedenken:

- (1) Bei einigen Gehölzarten, insbesondere aus dem Balkan und dem Mittelmeerraum, ist die **Frosthärte** weniger ausgebildet als bei mittel- und nordeuropäischen Arten.
- (2) Die Obstbäume blühen immer früher, wie auch die Obststräucher Stachel- und Johannesbeere, die schon 20 Tage früher als vor 1965 blühen. Damit steigt die Spätfrostgefahr erheblich.
- (3) Bei den zu kurzen und zu milden Wintern fehlt der Kältereiz für einen kräftigen und gesunden Austrieb vieler Gewächse. Besonders Bemerkbar ist dies bei Obstgehölzen. Es kommt zu folgenden Auswirkungen:
 1. ungleichmäßiger Austrieb, dadurch teilweise verzögerter Austrieb
 2. ungleichmäßige, teilweise verzögerte Blüte, verlängerte Blütezeit
 3. unregelmäßig abreifende Früchte
 4. verzögerter Blattfall
- (4) Die Bestäubung der Blüten durch Bienen setzt zwar auch früher ein, aber Bienen fliegen nur bei Tageslicht. Je kürzer die Tage während der Obstblüte sind, desto weniger Blüten können die Bienen an einem Tag befruchten.
- (5) Der Klimawandel wirkt sich aber auch auf die Schädlinge und Krankheiten der Pflanzen aus. Wärmeliebende Schädlinge wie z. B. Kastanien-Miniermotte, Buchsbaum-Zünsler und Eichen-Prozessionsspinner breiten sich weiter nach Norden aus.
- (6) Überdies wird durch die milden Winter der Bestand vieler Schädlinge kaum noch reduziert. So überleben beispielsweise immer mehr Wühlmause und Blattläuse den Winter und vermehren sich im Frühjahr wieder rasant.
- (7) Dazu kommt, dass in warmen Sommern viele Insekten eine höhere Vermehrungsrate haben und aufgrund der längeren Vegetationszeit mehrere Generationen bilden können. So hatte der Apfelwickler früher zweimal Nachwuchs im Jahr, heute oftmals schon dreimal.
- (8) Aufgrund einer tendenziell geringeren relativen Luftfeuchte ist zu erwarten, dass Pilzkrankungen eher abnehmen werden. Aber da andererseits häufigere Wetterextreme zu erwarten sind, können immer mal wieder Epidemien durch Pilze, Bakterien, Viren oder tierische Schädlinge ausgelöst werden, so wie gegenwärtig das Buchsbaum-Triebsterben.
- (9) Die Hitzeperioden werden länger und heißer. Ab ca. 25 °C Tagesmitteltemperatur stellen die meisten mitteleuropäischen Gewächse ihren Stoffwechsel ein und schließen die Spaltöffnungen, um einer völligen Austrocknung vorzubeugen. Unterdessen entwickeln sie sich nicht weiter, was zu Knospenfall, Abbruch der Blüte und Stagnation der Fruchtbildung führt.

- (10) Zudem leiden viele Gewächse vermehrt unter Sonnenbrand auf den Blättern.

Literaturverzeichnis:

- Achermann, B., Bobbink, R. (eds.) (2003): Empirical Critical Loads for Nitrogen. Proceedings of the Expert workshop in Berne 11-13 November 2002. Environmental Documentation No. 164 - Air (Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAEFL).
- AG Boden - ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover.
- AK (Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung) [Hrsg.] (2003): Forstliche Standortaufnahme. 6. Auflage. Eching bei München.
- Akademie der Landwirtschaftswissenschaften (1981): Erläuterungen der mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK), Eberswalde
- Altenkirch, W., Majunke, K., Ohnesorge, B. [Hrsg.] (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Ulmer Verlag, Stuttgart. 434 S.
- Amberger, A. (1988): Pflanzenernährung – Ökologische und physiologische Grundlagen, Dynamik und Stoffwechsel der Nährelemente. 3. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart. 264 S.
- Anders, S., Beck, W., Bolte, A., Hofmann, G. J., Jansen, M., Krakau, U.-K., Müller, J. (2002): Ökologie und Wälder Nordostdeutschlands. Verlag Dr. Kessel, Oberwinter. 283 S.
- Berg, C., Dengler, J., Abdank, A. (Hrsg.) (2001): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Tabellenband. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Weißdorn Verlag, Jena. 341 S.
- Berg, C., Dengler, J., Abdank, A., Isermann, M. (Hrsg.) (2004): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Textband. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Weißdorn Verlag, Jena. 606 S.
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2018): Geoviewer Brandenburg: Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 https://geoviewer.bgr.de/ct-mapapps-webapp-4.5.0/resources/apps/geoviewer/index.html?lang=de&tab=boden&layers=boden_buek200_ag
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bauwesen und Städtebau (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Endbericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, verfasst von Balla, S., Uhl, R., Schlutow, A., Lorentz, H., Förster, M., Becker, C., Scheuschner, Th., Kiebel, A., Herzog, W., Düring, I., Lüttmann, J., Müller-Pfannenstiel, K.= Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1099, BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn. 362 S.
- Bolte, A., Eisenhauer, D.-R.P., Bolte, A., Ehrhart, H.-P., Groß, J., Hanewinkel, M., Kölling, C., Profft, I., Rohde, M., Röhe, P., Amereller, K. (2009): Klimawandel und Forstwirtschaft – Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien der Bundesländer. Landbauforschung 59 (4):269 – 278.
- Burrows, C. J. (1990): Processes of vegetation change. Unwin Hyman Press, London. 551 S.
- Caffarra, A., Donnelly, A. (2010): The ecological significance of phenology in four different tree species: effects of light and temperature on bud burst. International Journal of Biometeorology 55: 711-721.
- Chmielewski, F.-M., Rötzer, T. (2001). Response of tree phenology to climate change across Europe. Agricultural and Forest Meteorology 108: 101–112.

- Chuine, I. (2000). A unified model for budburst of trees. *Journal of Theoretical Biology* 207: 337–347.
- De Vries, W.; Kros, J.; Reinds, G.J.; Wamelink, W.; Mol, J.; van Dobben; H., Bobbink, R.; Emmett, B.; Smart, S.; Evans, C.; Schlutow, A.; Kraft, P.; Belyazid, S.; Sverdrup, H. U.; van Hinsberg, A.; Posch, M.; Hettelingh, J.-P. (2007): Developments in deriving critical limits and modelling critical loads of nitrogen for terrestrial ecosystems in Europe. Wageningen, the Netherlands, Alterra Green World Research, Report 1382, 206 S.
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (2011a): Mittlere monatliche Niederschlagsmengen für die Monate Januar-Dezember aus dem Zeitraum 1971-2000. Rasterdatei
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (2011b): Mittlere Tagesmitteltemperatur der Referenzperiode 1971-2000 für Sommer und Winter. Rasterdatei
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. Ulmer Verlag, Stuttgart. 683 S.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht, 5. stark veränd. und verb. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart. 1095 S.
- Forstprojektierung Potsdam (1973): Standortskarte für die Forstwirtschaft, Maßstab 1 : 10.000
- Frischbier, N., Profft, I. (2010): Grundlagen zur Ausweisung klimawandelangepasster Bestandeszieltypen für Thüringen. *Mitteilungen der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Forst* 30 (2010): 21-34.
- Gauer, J., Feger, K.-H., Schwärzel, K. (2011): Erfassung und Bewertung des Wasserhaushaltes von Waldstandorten in der forstlichen Standortskartierung: Gegenwärtiger Stand und künftige Anforderungen. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 12: 7-16.
- Gemballa, R., Schlutow, A. (2008): Überarbeitung der Forstlichen Klimagliederung Sachsens. *AFZ - Der Wald* 4/2007: 2-6.
- Grabherr, G., Mucina, L. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation. Gustav-Fischer-Verlag Jena. Stuttgart, New York.
- Granhus, A., Fløgstad, I. S., Søgaaard, G. (2009): Bud burst timing in *Picea abies* as affected by temperature during dormancy induction and mild spells during chilling. *Tree Physiology* 29: 497-503.
- Grigoryan, G.V., Casper, M.C., Gauer, J., Vasconcelos, A.C., Reiter, P. (2010): Impact of climate change on water balance of forest sites in Rhineland-Palatinate, Germany. *Advances in Geosciences* 27: 37-43.
- Hänninen, H. (1995): Effects of climatic change on trees from cool and temperate regions: an ecophysiological approach to modelling of bud burst phenology (*Pinus sylvestris*). *Canadian Journal of Botany* 73 (2): 183-199.
- Härdtle, W. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen in Salzwiesen der Ostholsteinischen Ostseeküste. *Mitteilungen der AG Geobotanik in Schleswig-Holst. und Hamburg, Kiel, Heft 48*, 415 S.
- Härdtle, W. (1989): Potentiell Natürliche Vegetation - Ein Beitrag zur Kartierungsmethode am Beispiel der Topographischen Karte 1623 Owschlag. *Mitteilungen der AG Geobotanik in Schleswig - Holstein und Hamburg (Kiel) Heft 40*. 73 S.
- Härdtle, W. (1995): Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (*Quercus-Fagetea*) im Nördlichen Schleswig-Holstein. *Mitteilungen der AG Geobotanik in Schleswig – Holstein und Hamburg (Kiel) Heft 48*. 415 S.
- Härdtle, W. (1995): Zur Systematik und Synökologie artenarmer Buchenwälder (*Flatter-Gras-/Sauerklee-Buchenwälder*) in Schleswig-Holstein. *Tuexenia, Göttingen* 15: 45–51.
- Härdtle, W., Ewald, J., Hölzel, N. (2004): Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 250 S.
- Hartmann, F.-K., Jahn, G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. Gustav Fischer Verlag, Jena. 636 S.

- Hofmann, G. (1969): Zur pflanzensoziologischen Gliederung der Kiefernforsten des nordost-deutschen Tieflandes. Feddes Repertorium, 80(4-6): 401-412.
- Horvat, I., Glavac, V., Ellenberg, H. (1974): Vegetation Südosteuropas, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 768 S.
- Hundt, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. Gustav Fischer Verlag, Jena. 284 S.
- Issler, E. (1942): Vegetationskunde der Vogesen. Pflanzensoziologie. Gustav Fischer Verlag Jena, 161 S.
- Jakucs, P. (1961): Die phytozoologischen Verhältnisse der Flaumeichen – Buschwälder Südostmitteleuropas, Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest 1961, 313 S.
- Jenssen, M. (2009): Der klimaplastische Wald – ökologische Grundlagen einer forstlichen Anpassungsstrategie. Forst und Holz 64 (10): 14-21.
- Kevey, B., Borhidi, A. (2005): The acidophilous forests of the Mecsek and their relationship with the Balkan-Pannonian acidophilous forests. Acta Botanica Hungarica 47 (3-4): 273-368.
- Klapp, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort – nach Beispielen aus West-, Mittel- und Süddeutschland. Verlag Paul Parey, Berlin / Hamburg. 383 S.
- Klika (1937): Xerotherme und Waldgesellschaften der Westkarpathen (Brezover Berge). In: Beiheft bot. Cbl. 57: 295-343.
- Knollová et Chytrý (2004): Oak-hornbeam forests of the Czech Republic: geographical and ecological approaches to vegetation classification. Preslia, Praha 76: 291-311.
- Krausch (1962): Der Sandnelken-Kiefernwald an seiner Westgrenze in Brandenburg. Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft Neue Folge 9: 141-144.
- Krieger (1937): Die flechtenreichen Pflanzengesellschaften der Mark Brandenburg. In: Beiheft bot. Cbl. 57 S. 1-77. Dresden, 1937.
- Leinonen, I. (1996): Dependence of dormancy release on temperature in different origins of *Pinus sylvestris* und *Betula pendula* seedlings. Scandinavian Journal of Forest Research 11 (1-4): 122-128.
- Lohmeyer (1962): Zur Gliederung der Zwiebelzahnwurz (*Cardamine bulbifera*)-Buchenwälder im nördl. Rheinischen Schiefergebirge. Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft Neue Folge 9:187-193.
- Mahn, E. G. (1965): Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental-beeinflussten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands, in: Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Akademie-Verlag, Berlin, 138 S.
- Mahn, E.-G. (1959): Vegetations- und Standortkundliche Untersuchungen an Felsfluren, Trocken- und Halbrockenrasen Mitteldeutschlands. Diss. Uni Halle, S. 215.
- Matuszkiewicz (1962): Zur Systematik der natürlichen Kiefernwälder des mittel- und osteuropäischen Flachlandes. Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft Neue Folge 9: 145-186.
- Matuszkiewicz et Borowik (1958a): Zur Systematik der Auenwälder in Polen. Acta Societatis Botanicorum Poloniae Vol. XXVI-Nr. 4: 719-756.
- Matuszkiewicz et Matuszkiewicz (1956): Pflanzensoziologische Untersuchungen im Forstrevier „Ruda“ bei Pulawy (Polen). Acta Societatis Botanicorum Poloniae Vol. XXV-Nr. 2: 331-400.
- Matuszkiewicz, H. u. T. Traczyk (1958b): Zur Systematik der Bruchwaldgesellschaften (*Alnetalia glutinosae*) in Polen. Acta Societatis Botanicorum Poloniae Vol. XXVII-Nr. 1: 21-44.
- Menzel et al. (2006): European phenological response to climate change matches the warming pattern. Global Change Biology 12 (10): 1969-1976.
- Meteorologischer Dienst der DDR (1951): Klimatologische Normalwerte für das Gebiet der DDR (1901 - 1950), Berlin

- Meteorologischer Dienst der DDR (1981): Klimawerte für das Gebiet der DDR (1951 - 1980), Berlin
- Michalko, J. (1986): Geobotanická Mapa CSSR, Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava, 263 S.
- Moravec, J., Neuhäusl, R. (1976): Geobotanická mapa České Socialistické Republiky : mapa rekonstruované přirozené vegetace. Karta 1: 1.000.000 mit 4 Nebenkarten, Academia Prag.
- Morin, X., Lechowicz, M.-J., Augspurger, C., O'Keefe, J., Viner, D., Chuine, I. (2009): Leaf phenology changes in 22 North American tree species during the 21st century. *Global Change Biology* 15: 961–975.
- Mucina, L., Grabherr, G., Wallnhöfer, S. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teile II und Teil III., Gustav Fischer Verlag, Jena. 323 S. und 353 S.
- Myking, T., Heide, O.M. (1995): Dormancy release in beech buds (*Fagus sylvatica*) requires both chilling and long days. *Tree Physiology* 15: 697-704.
- Nagel, H.-D., Schlutow, A., Kraft, Ph., Scheuschner, T. Weigelt-Kirchner, R. (2010): Modellierung und Kartierung räumlich differenzierter Wirkungen von Stickstoffeinträgen in Ökosysteme im Rahmen der UNECE-Luftreinhaltkonvention. Teilbericht II: Das BERN-Modell – ein Bewertungsmodell für die oberirdische Biodiversität. UBA-Texte 08/2010
- Nanson, A. (1962): Quelques éléments concernant le bilan d'assimilation photosynthétique en hêtraie ardennaise. *Bull. Inst. Agron. Et Rech. Gembloux* 30:320-331.
- New, M., Lister, D., Hulme, M., Makin, I. (2012): A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Research* 31: 1-25.
- Oberdorfer, E. (1957): Süddeutsche Vegetationsgesellschaften. *Pflanzensoziologie* 10, 564 S. Jena.
- Oberdorfer, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 4. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 997.
- Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. stark überarb. und ergänzte Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart. 1051 S.
- Oberdorfer, E. (Hrsg.) (1992-1998): Süddeutsche Vegetationsgesellschaften. 2. stark bearb. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Jena/ Stuttgart/ New York, Teile I-IV in 5 Bänden.
- Passarge, H. (1964): Vegetationsgesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. *Pflanzensoziologie* 13. Jena.
- Passarge, H., Hofmann, G. (1968): Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes II. Gustav Fischer Verlag, Jena. 298 S.
- PIK (Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung) (2018): Prognose-Zeitreihen bis 2100 nach dem Szenarium RCP 8.5 (<http://www.klimafolgenonline.com>)
- Pott, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands, Ulmer Verlag, Stuttgart. 427 S.
- Preisling, E. (1953): Süddeutsche Borstgras- u. Zwergstrauchheiden (*Nardo-Callunetea*). - *Mitt. flor. soz. Arbeitsgem.N.F.* 4: 112-123. Stolzenau.
- Preisling, E., Vahle, H.-C., Brandes, H., Hofmeister, H., Tüxen, J., Weber, H.-E. (1990a): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme: Salzpflanzengesellschaften der Meeresküsten und des Binnenlandes. *Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsens*, Heft 20/7: 1-161.
- Preisling, E., Vahle, H.-C., Brandes, H., Hofmeister, H., Tüxen, J., Weber, H.-E. (1990b): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme: Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers. *Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsens*, Heft 20/8: 1-161.
- Preisling, E., Vahle, H.-C., Brandes, H., Hofmeister, H., Tüxen, J., Weber, H.-E. (1997): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme: Rasen-, Fels- und Geröllgesellschaften. *Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsen (Hannover)* Heft 20/5: 1–146.

- Rolecek, J. (2005): "Vegetation types of dry-mesic oak forests in Slovakia". *Preslia* (Praha) 77: 241–261.
- Runge, M. (1973): *Energieumsätze in den Biozönosen terrestrischer Ökosysteme*. Scripta Geobotanica 4. Verlag Goltze, Göttingen. 78 S.
- Scamoni, A. (1960): *Waldgesellschaften und Waldstandorte - dargestellt am Gebiet des Diluviums der Deutschen Demokratischen Republik*. 3. Aufl. Akademie-Verlag Berlin, 326 S.
- Schieber, B. (2006): Spring phenology of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a submountain beech stand with different stocking in 1995-2005. *Journal of Forest Science* 52 (5): 208-216.
- Schlutow A, Hübener P (2004): *The BERN Model: Bioindication for Ecosystem Regeneration towards Natural conditions*. UBA-Texte 22/04. Umweltbundesamt Berlin, 50 S.
- Schlutow, A. (2013): *Beurteilungsmaßstäbe für Stickstoffeinträge (Critical Loads und Critical Levels)*. In: Balla, S., Uhl, R., Schlutow, A., Lorentz, H., Förster, M., Becker, C., Scheuschner, Th., Kiebel, A., Herzog, W., Düring, I., Lüttmann, J., Müller-Pfannenstiel, K. (2013). *Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope*“, Research and development study FE 84.0102/200. on behalf of the German Federal Highway Research Institute (BAST), *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Heft 1099, BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn. 362 S.
- Schlutow, A., Bouwer, Y., Nagel, H.-D. (2018): *Bereitstellung der Critical Load Daten für den Call for Data 2015-2017 des Coordination Centre for Effects im Rahmen der Berichtspflichten Deutschlands für die Konvention über weitreichende grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (CLRTAP)*. Im Auftrag des UBA, Abschlussbericht Projekt-Nr. UBA/43848. UBA-Texte 60/2018
- Schlutow, A., Dirnböck, T., Pecka, T., Scheuschner, T. (2015): *Use of an empirical model approach for modelling trends of ecological sustainability (Chapter 14)*. In: De Vries, W., Hettelingh, J.-P., Posch, M. (eds). *Critical Loads and Dynamic Risk Assessments: Nitrogen, Acidity and Metals in Terrestrial and Aquatic Ecosystems*. Springer, 662 S.
- Schlutow, A., Gemballa, R. (2008): *Sachsens Leitwaldgesellschaften – Anpassung in Bezug auf den prognostizierten Klimawandel*. *AFZ - Der Wald* 1/2008: 28-31.
- Schlutow, A., Kraft, P., Weigelt-Kirchner, R. (2007): *Veränderungen der potenziell natürlichen Vegetation im Zuge des Klimawandels im Freistaat Sachsen*. Endbericht zum Forschungsvorhaben Nr. 40200317 im Auftrag des Staatsbetriebes Sachsenforst. Graupa. Manuskriptdruck.
- Schlutow, A., Profft, I., Frischbier, N. (2009): *Das BERN-Modell als Instrument zur Einschätzung der Angepasstheit von Waldgesellschaften und Baumarten an den Klimawandel in Thüringen*. *Forst u. Holz* 64: 31-37.
- Schlutow, A., Scheuschner, T., Weigelt-Kirchner, R. (2009): *Adaptation von Leitwaldgesellschaften und deren Hauptbaumarten an den Klimawandel im Freistaat Thüringen*. Im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei. Abschlussbericht.
- Schmidt, P. A., Hempel, W., Denner, M., Döring, N., Gnüchtel, B., Walter, B., Wendel, D. (2002): *Potentielle natürliche Vegetation Sachsens mit Karte 1 : 200.000*, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Dresden. 230 S.
- Schmidt, R., Diemann, R. (Hrsg.) (1981): *Erläuterungen der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK)*. Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Bereich Bodenkunde/Fernerkundung Eberswalde.
- Schubert, R. (1960): *Die zwergstrauchreichen azidiphilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands*. *Pflanzensoziologie* 11, Gustav Fischer Verlag, Jena. 235 S.
- Schubert, R., Hilbig, S., Klotz, W. (1995): *Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands*. Gustav Fischer Verlag, Jena. 403 S.

- Schüler, S.; Züger, J.; Gebetsroither, E.; Jandl, E. (2012): Wald im Klimawandel: Temperaturanstieg und sonst? BFW-Praxisinformation 30: 5 – 8.
- Schulze, G. (1998): Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland (Standortserkundungsanleitung) - SEA 95 – Teil D. - Bodenformen-Katalog Merkmalsübersichten und –tabellen für Haupt- und Feinbodenformen, 4. Auflage, Schwerin.
- Shugart, H. H. (1998): *Terrestrial Ecosystems in Changing Environments*, Cambridge University Press, Cambridge. 522 S.
- Slobodda, S. (1982): Pflanzengesellschaften als Kriterium zur ökologischen Kennzeichnung des Standortsmosaiks. *Archiv Naturschutz und Landschaftspflege*. 22. 2.: 79-101
- Slobodda, S. (1987): *Pflanzengesellschaften und ihre Umwelt*. 2. Aufl., Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin.
- Soó, R. (1964): Die regionalen Fagion-Verbände und Gesellschaften Südosteuropas. *Studia Bot. Hung.* 4: 1–104.
- Staatliche Geologische Kommission Berlin : Bodenschätzungskarte Maßstab 1 : 25.000
- Succow, M. (1974): *Landschaftsökologische Moorkunde*. Gustav Fischer Verlag, Jena. S. 126.
- Succow, M. (1988): *Landschaftsökologische Moorkunde*. Gustav-Fischer-Verlag, Jena, S. 126.
- Succow, M., Joosten, H. (2001): *Landschaftsökologische Moorkunde*. 2. Aufl. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 622 S.
- Tschopp, T., Holderegger, R., Bollmann, K. (2012): Die Douglasie in der Schweiz: Auswirkungen auf Biodiversität und Lebensräume im Wald. Eine Literaturstudie. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 53 S.
- Tüxen, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. *Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft* 3: 1–170.
- Tüxen, R. (1957): Entwurf einer Definition der Pflanzengesellschaft (Lebensgemeinschaft). *Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft* (6/7):151.
- Tüxen, R. (1958): Pflanzengesellschaften oligotropher Heidetümpel Nordwestdeutschlands. *Veröff. D. Geobotanischen Instituts Rübel*, 33: 207-231, Zürich
- Tüxen, R., Westhoff, V. (1963): *Saginetea maritimae*, eine Gesellschaftsgruppe im wechsellagenen Grenzgebiet der europäischen Meeresküsten. *Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft Neue Folge* 10: 116–129.
- Volk, O. H. (1937): Über einige Trockenrasengesellschaften des Würzburger Wellenkalkgebietes. *Beiheft bot. Cbl. Dresden* 57: 577–599.
- Wahnschaffe, D. (1895): *Preußische Landesaufnahme, Geologische Grundkarten im Maßstab 1 : 25.000*
- Walentowski, H., Ewald, J., Fischer, A., Kölling, C., Türk, W. (2004): *Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns*. Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Freising. Verlag Geobotanica, Freising. 441 S.
- Walter, H., Walter, E. (1953): Einige allgemeine Ergebnisse unserer Reise nach Südwestafrika 1952/53: Das Gesetz der relativen Standortskonstanz; das Wesen der Pflanzengemeinschaften. *Ber.Deutsch.Bot.Ges.* 66: 228-236. Stuttgart in Dierschke, H. (1994): *Pflanzensoziologie*. Ulmer Verlag, Stuttgart. 683 S.
- Wendling, A. (1991): Grasreferenzverdunstung. In: *ATV-DVWK Merkblatt 238* (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Kommissionsvertrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH Bonn.
- Willner, W. (2002): Syntaxonomische Revision der südmitteleuropäischen Buchenwälder. *Phytocoenologia* 32: 337-453.
- Zadeh, L. A. (1978): Fuzzy Sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and fuzzy systems I*: 3-28.
- Zentrales Geologisches Institut Berlin (1982): *Hydrogeologisches Kartenwerk der DDR, M 1 : 50 000*

Anhang 1: geo- und klimaökologische Eignung der Gehölzarten in den Standorttypen der Gemarkung Petershagen-Eggersdorf

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
IS_1 trockene schwach lehmige Sande		
Stiel-Eiche	Berg-Ahorn	Rotbuche
Sand-Birke	Winter-Linde	Traubenneiche
Robinie	Feld-Ahorn	Roterle
Kiefer	Spitz-Ahorn	Bruch-Weide
Espe	Schwarz-Kiefer	Moorbirke
Ungarische Eiche	Eberesche	Flatterulme
Wild-Birne	Hybrid-Pappel	Sommer-Linde
Wacholder	Hainbuche	Flaum-Eiche
Zwergmispeln	Gemeine Esche	Wild-Kirsche
Weißdorn	Speierling	Schwarzpappel
Hundsrose	Kornelkirsche	Weiden
Schlehe	Ölweiden-Birne	Ess-Kastanie
Berberitze	Elsbeere	Wildapfel
	Feld-Ahorn	Wildbirne
	Spitz-Ahorn	Lärche
	Weichselkirsche	Douglasie
	Steppen-Kirsche	Weiß-Tanne
	Liguster	Gemeine Fichte
	Wilde Süß-Kirsche	Roskastanie
	Roter Hartriegel	Sitka-Fichte
	Himbeere	Feuer-Ahorn
	Brombeere	Blumen-Esche
	Haselnuss	Feld-Ulme
	Purpur-Weide	Berg-Ulme
	Lebensbaum	Flatter-Ulme
		Ahornblättrige Platane
		Silber-Weide
		Lorbeer-Weide
		Schwarz-Pappel
		Echte Mehlbeere
		Öhrchen-Weide
		Baum-Hasel
		Zwerg-Mandel
		Zerr-Eiche
		Walnuss
		Rot-Eiche
		Douglasie
		Europäische Lärche
		Kirschlorbeer

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
		Rhododendron
		Gemeiner Schneeball
		Stechpalme
		Schwarzer Holunder
		Schwarze Johannisbeere
		Rote Johannisbeere
		Flieder
		Sal-Weide
		Korb-Weide
		Buchsbaum
		Eibe
		Silber-Linde
		Weißer Roskastanie
		Fleischrote Roskastanie
IS_2 frische schwach lehmige Sande		
Stiel-Eiche	Berg-Ahorn	Rotbuche
Sand-Birke	Weiß-Tanne	Roterle
Robinie	Traubenreife	Bruch-Weide
Kiefer		Moorbirke
Hainbuche	Wildapfel	Flatterulme
Winter-Linde	Schwarz-Kiefer	Sommer-Linde
Feld-Ahorn	Hybrid-Pappel	Wild-Kirsche
Dalechamp-Eiche	Blumen-Esche	Schwarzpappel
Ungarische Eiche	Feld-Ulme	Weiden
Kornelkirsche	Gemeine Esche	Ess-Kastanie
Espe	Flatter-Ulme	Zerr-Eiche
Spitz-Ahorn	Speierling	Wildbirne
Eberesche	Ölweiden-Birne	Lärche
Wild-Birne	Elsbeere	Douglasie
Wacholder	Feld-Ahorn	Tanne
Zwergmispeln	Weichselkirsche	Gemeine Fichte
Weißdorn	Walnuss	Roskastanie
Liguster	Steppen-Kirsche	Sitka-Fichte
Hundsrose	Rot-Eiche	Feuer-Ahorn
Roter Hartriegel	Kirschlorbeer	Berg-Ulme
Himbeere		Ahornblättrige Platane
Brombeere	Wilde Süß-Kirsche	Flaum-Eiche
Schlehe	Stechpalme	Silber-Weide
Haselnuss	Schwarzer Holunder	Lorbeer-Weide
Purpur-Weide	Rote Johannisbeere	Schwarz-Pappel
Berberitze	Flieder	Echte Mehlbeere
Lebensbaum	Eibe	Öhrchen-Weide
	Silber-Linde	Baum-Hasel

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
		Zwerg-Mandel
		Douglasie
		Europäische Lärche
		Gemeiner Schneeball
		Schwarze Johannisbeere
		Sal-Weide
		Korb-Weide
		Buchsbaum
		Rhododendron
		Weißer Rosskastanie
		Fleischrote Rosskastanie
IS_3 feuchte schwach lehmige Sande		
Stiel-Eiche	Hybrid-Pappel	Flaum-Eiche
Sand-Birke	Kiefer	Speierling
Hainbuche	Feld-Ahorn	Echte Mehlbeere
Eberesche	Winter-Linde	Robinie
Flatterulme	Spitz-Ahorn	Wildapfel
Gemeine Esche	Espe	Baum-Hasel
Dalechamp-Eiche	Wild-Kirsche	Zwerg-Mandel
Hybrid-Pappel	Sommer-Linde	Feld-Ahorn
Blumen-Esche	Feuer-Ahorn	Zerr-Eiche
Feld-Ulme	Ungarische Eiche	Weichselkirsche
Flatter-Ulme	Berg-Ulme	Steppen-Kirsche
Lorbeer-Weide	Ahornblättrige Platane	Rot-Eiche
Walnuss	Gemeine Fichte	Sitka-Fichte
Berg-Ahorn	Weiß-Tanne	Europäische Lärche
Öhrchen-Weide	Bruch-Weide	Wacholder
Weißdorn	Roterle	Zwergmispeln
Rhododendron	Silber-Weide	Kirschlorbeer
Roter Hartriegel	Schwarz-Pappel	Liguster
Gemeiner Schneeball	Kornelkirsche	Hundsrose
Schwarzer Holunder	Lärche	Flieder
Himbeere	Rotbuche	Schlehe
Schwarze Johannisbeere	Ölweiden-Birne	Berberitze
Brombeere	Elsbeere	Buchsbaum
Haselnuss	Ess-Kastanie	Silber-Linde
Korb-Weide	Schwarz-Kiefer	Weißer Rosskastanie
Purpur-Weide	Wild-Birne	Lebensbaum
	Douglasie	
	Wilde Süß-Kirsche	
	Stechpalme	

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
	Rote Johannisbeere	
	Sal-Weide	
	Eibe	
	Weiße Rosskastanie	
	Fleischrote Rosskastanie	
sL_2 frische Tieflehme und schwach lehmige Sande		
Stiel-Eiche	Berg-Ahorn	
Sand-Birke	Flatterulme	Roterle
Robinie	Traubenneiche	Moorbirke
Kiefer	Weiß-Tanne	Bruch-Weide
Hybrid-Pappel	Wild-Kirsche	Douglasie
Winter-Linde	Eberesche	Schwarzpappel
Feld-Ahorn	Wildapfel	Weiden
Hainbuche	Wildbirne	Lärche
Spitz-Ahorn	Edelkastanie	Douglasie
Espe	Rosskastanie	Gemeine Fichte
Blumen-Esche	Nordmann-Tanne	Sitka-Fichte
Dalechamp-Eiche	Sommer-Linde	Feuer-Ahorn
Ungarische Eiche	Berg-Ulme	Silber-Weide
Feld-Ulme	Ahornblättrige Platane	Lorbeer-Weide
Gemeine Esche	Flaum-Eiche	Schwarz-Pappel
Flatter-Ulme	Lärche	Öhrchen-Weide
Speierling	Rotbuche	Korb-Weide
Kornelkirsche	Wildapfel	Rhododendron
Echte Mehlbeere	Baum-Hasel	
Wild-Birne	Zwerg-Mandel	
Elsbeere	Ölweiden-Birne	
Berg-Ahorn	Ess-Kastanie	
Zerr-Eiche	Schwarz-Kiefer	
Walnuss	Weichselkirsche	
Steppen-Kirsche	Rot-Eiche	
Wacholder	Europäische Lärche	
Zwergmispeln	Kirschlorbeer	
Weißdorn		
Liguster	Gemeiner Schneeball	
Hundsrose	Stechpalme	
Wilde Süß-Kirsche	Schwarzer Holunder	
Roter Hartriegel	Schwarze Johannisbeere	
Himbeere	Rote Johannisbeere	
Brombeere	Flieder	
Schlehe	Sal-Weide	
Haselnuss	Eibe	
Purpur-Weide	Silber-Linde	

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
Berberitze		
Buchsbaum		
Weißer Rosskastanie		
Fleischrote Rosskastanie		
Lebensbaum		
Mo_2 frisches Niedermoor		
Ungarische Eiche	Berg-Ulme	Sitka-Fichte
Hybrid-Pappel	Ahornblättrige Platane	Feuer-Ahorn
Hainbuche	Weiß-Tanne	Blumen-Esche
Gemeine Esche	Bruch-Weide	Gemeine Fichte
Feld-Ulme	Roterle	Flaum-Eiche
Flatter-Ulme	Silber-Weide	Speierling
Sand-Birke	Lorbeer-Weide	Kornelkirsche
Stiel-Eiche	Zerr-Eiche	Echte Mehlbeere
Schwarz-Pappel	Schwarz-Kiefer	Rot-Eiche
Espe	Robinie	Lärche
Schwarz-Kiefer	Kirschlorbeer	Rotbuche
Eberesche	Rhododendron	Wildapfel
Berg-Ahorn	Wilde Süß-Kirsche	Baum-Hasel
Spitz-Ahorn	Stechpalme	Zwerg-Mandel
Walnuss	Rote Johannisbeere	Ölweiden-Birne
Wild-Birne	Flieder	Elsbeere
Wacholder	Schlehe	Feld-Ahorn
Weißdorn	Sal-Weide	Ess-Kastanie
Liguster	Korb-Weide	Winter-Linde
Hundsrose	Berberitze	Weichselkirsche
Roter Hartriegel	Eibe	Steppen-Kirsche
Gemeiner Schneeball		Öhrchen-Weide
Schwarzer Holunder		Douglasie
Himbeere		Europäische Lärche
Schwarze Johannisbeere		Zwergmispeln
Brombeere		Buchsbaum
Haselnuss		Silber-Linde
Purpur-Weide		
Weißer Rosskastanie		
Fleischrote Rosskastanie		
Lebensbaum		
Mo_3 feuchtes Niedermoor		
Hybrid-Pappel	Ungarische Eiche	Sitka-Fichte
Feld-Ulme	Berg-Ulme	Feuer-Ahorn

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
Hainbuche	Ahornblättrige Platane	Blumen-Esche
Gemeine Esche	Gemeine Fichte	Flaum-Eiche
Flatter-Ulme	Weiß-Tanne	Speierling
Sand-Birke	Espe	Kornelkirsche
Stiel-Eiche	Schwarz-Kiefer	Echte Mehlbeere
Bruch-Weide	Eberesche	Steppen-Kirsche
Roterle	Spitz-Ahorn	Lärche
Silber-Weide	Wild-Birne	Rotbuche
Lorbeer-Weide	Öhrchen-Weide	Wildapfel
Schwarz-Pappel	Douglasie	Baum-Hasel
Berg-Ahorn	Hundsrose	Zwerg-Mandel
Walnuss	Brombeere	Ölweiden-Birne
Weißdorn	Eibe	Elsbeere
Rhododendron		Feld-Ahorn
Roter Hartriegel		Ess-Kastanie
Gemeiner Schneeball		Zerr-Eiche
Schwarzer Holunder		Winter-Linde
Schwarze Johannisbeere		Weichselkirsche
Haselnuss		Rot-Eiche
Sal-Weide		Europäische Lärche
Korb-Weide		Robinie
Purpur-Weide		Wacholder
Weißer Rosskastanie		Zwergmispeln
Fleischrote Rosskastanie		Kirschlorbeer
		Liguster
		Wilde Süß-Kirsche
		Stechpalme
		Himbeere
		Rote Johannisbeere
		Flieder
		Schlehe
		Berberitze
		Buchsbaum
		Silber-Linde
		Lebensbaum
Mo_4 nasses Niedermoor		
Gemeine Esche	Hybrid-Pappel	Sitka-Fichte
Bruch-Weide	Feld-Ulme	Feuer-Ahorn
Roterle	Flatter-Ulme	Blumen-Esche
Silber-Weide	Ahornblättrige Platane	Berg-Ulme
Lorbeer-Weide	Sand-Birke	Weiß-Tanne

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
Schwarz-Pappel	Gemeine Fichte	Flaum-Eiche
Öhrchen-Weide	Stiel-Eiche	Speierling
Schwarzer Holunder	Berg-Ahorn	Kornelkirsche
Schwarze Johannisbeere	Gemeiner Schneeball	Espe
Sal-Weide	Haselnuss	Echte Mehlbeere
Korb-Weide		Rot-Eiche
Purpur-Weide		Lärche
		Rotbuche
		Schwarz-Kiefer
		Wildapfel
		Eberesche
		Baum-Hasel
		Zwerg-Mandel
		Ölweiden-Birne
		Elsbeere
		Feld-Ahorn
		Ess-Kastanie
		Zerr-Eiche
		Winter-Linde
		Spitz-Ahorn
		Weichselkirsche
		Walnuss
		Wild-Birne
		Steppen-Kirsche
		Douglasie
		Europäische Lärche
		Robinie
		Wacholder
		Zwergmispeln
		Kirschlorbeer
		Weißdorn
		Liguster
		Rhododendron
		Hundsrose
		Wilde Süß-Kirsche
		Roter Hartriegel
		Stechpalme
		Himbeere
		Rote Johannisbeere
		Brombeere
		Flieder
		Schlehe

gut geeignete Gehölzarten	mäßig geeignete Gehölzarten	nicht geeignete Gehölzarten
		Berberitze
		Buchsbaum
		Eibe
		Silber-Linde
		Weißer Rosskastanie
		Fleischrote Rosskastanie
		Lebensbaum

Anhang 2: Eignung der Gehölze hinsichtlich Größe, Wuchsform, Attraktivität und Natürlichkeitsgrad für verschiedene Siedlungs- oder Landschaftsteile

deutscher Name	lateinischer Name	Hausbaum für große Gärten	Hausbaum für kleine Gärten	Straßenbaum für breite Straßen	Straßenbaum für schmale Straßen	Strauch für Einzelstellung im Garten	Gehölz für Hecken	Gehölz für Grünflächen und Parks	Gehölz für Wald und naturnahe Landschaft
Sitka-Fichte	<i>Picea sitchensis</i>	x						x	
Nordmann-Tanne	<i>Abies nordmanniana</i>	x						x	
Feuer-Ahorn	<i>Acer tataricum</i>	x	x			x			
Silber-Linde	<i>Tilia argentea</i>			x				x	
Dalechamp-Eiche	<i>Quercus dalechampii</i>			x				x	x
Ungarische Eiche	<i>Quercus frainetto</i>			x				x	x
Trauben-Eiche	<i>Quercus petraea</i>			x				x	x
Sommer-Linde	<i>Tilia platyphyllos</i>			x				x	x
Hybrid-Pappel	<i>Populus euramericana</i>						x		
Blumen-Esche	<i>Fraxinus ornus</i>	x	x	x	x	x			
Feld-Ulme	<i>Ulmus minor</i>							x	x
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>			x			x	x	x
Gemeine Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>			x				x	x
Berg-Ulme	<i>Ulmus glabra</i>			x				x	x
Flatter-Ulme	<i>Ulmus laevis</i>			x				x	x
Ahornblättrige Platane	<i>Platanus acerifolia</i>			x					
Gemeine Kiefer	<i>Pinus sylvestris sylvestris</i>	x						x	x
Sand-Birke	<i>Betula pendula</i>	x		x				x	x
Gemeine Fichte	<i>Picea abies</i>	x							

deutscher Name	lateinischer Name	Hausbaum für große Gärten	Hausbaum für kleine Gärten	Straßenbaum für breite Straßen	Straßenbaum für schmale Straßen	Strauch für Einzelstellung im Garten	Gehölz für Hecken	Gehölz für Grünflächen und Parks	Gehölz für Wald und naturnahe Landschaft
Weiß-Tanne	Abies alba	x						x	
Stiel-Eiche	Quercus robur			x				x	x
Bruch-Weide	Salix fragilis								x
Roterle	Alnus glutinosa								x
Flaum-Eiche	Quercus pubescens	x						x	x
Silber-Weide	Salix alba							x	x
Lorbeer-Weide	Salix pentandra	x	x						x
Schwarz-Pappel	Populus nigra								x
Speierling	Sorbus domestica	x	x		x	x		x	
Kornelkirsche	Cornus mas	x	x			x	x	x	
Espe	Populus tremula	x	x		x				x
Echte Mehlbeere	Sorbus aria	x	x		x	x		x	
Wildapfel	Malus sylvestris	x	x		x	x	x	x	
Berg-Kiefer	Pinus mugo	x	x					x	
Rotbuche	Fagus sylvatica	x					x	x	x
Schwarz-Kiefer	Pinus nigra	x							
Eberesche	Sorbus aucuparia	x	x		x	x		x	x
Baum-Hasel	Corylus colurna	x	x		x	x		x	
Zwerg-Mandel	Prunus tenella		x			x			
Ölweiden-Birne	Pyrus eleagnifolia		x		x	x	x	x	
Elsbeere	Sorbus torminalis	x	x		x	x		x	x
Feld-Ahorn	Acer campestre	x		x			x	x	x
Ess-Kastanie	Castanea sativa	x	x		x			x	
Zerr-Eiche	Quercus cerris	x		x				x	
Winter-Linde	Tilia cordata			x				x	x
Berg-Ahorn	Acer pseudoplatanus			x				x	x
Spitz-Ahorn	Acer platanoides			x				x	x
Weichselkirsche	Prunus mahaleb	x	x		x	x		x	x
Walnuss	Juglans regia	x						x	
Wild-Birne	Pyrus pyrastrer	x	x		x	x	x	x	x
Steppen-Kirsche	Prunus fruticosa	x	x		x	x		x	
Öhrchen-Weide	Salix aurita	x	x			x	x	x	x
Rot-Eiche	Quercus rubra			x				x	
Douglasie	Pseudotsuga menziesii	x						x	
Europäische Lärche	Larix decidua	x						x	

deutscher Name	lateinischer Name	Hausbaum für große Gärten	Hausbaum für kleine Gärten	Straßenbaum für breite Straßen	Straßenbaum für schmale Straßen	Strauch für Einzelstellung im Garten	Gehölz für Hecken	Gehölz für Grünflächen und Parks	Gehölz für Wald und naturnahe Landschaft
Robinie	Robinia pseudoacacia			x				x	
Wacholder	Juniperus spec. (alle Arten)	x	x			x		x	
Zwergmispeln	Cotoneaster spec. (alle Arten)					x		x	
Kirschlorbeer	Laurocerasus spec. (alle Arten)					x	x	x	
Weißdorn	Crataegus spec. (alle Arten)	x	x		x	x	x	x	x
Liguster	Ligustrum spec. (alle Arten)					x	x	x	
Rhododendron	Rhododendron spec. (alle Arten)					x	x	x	
Hundsrose	Rosa canina					x	x	x	x
Wilde Süß-Kirsche	Prunus avium	x	x		x	x		x	x
Roter Hartriegel	Cornus sanguinea					x	x	x	x
Gemeiner Schneeball	Viburnum opulus					x	x	x	x
Stechpalme	Ilex aquifolium	x	x			x		x	
Schwarzer Holunder	Sambucus nigra					x	x	x	x
Himbeere	Rubus idaeus					x	x		x
Schwarze Johannisbeere	Ribes nigrum					x	x		x
Rote Johannisbeere	Ribes vulgare					x	x		x
Brombeere	Rubus fruticosus					x	x		x
Flieder	Syringa vulgaris					x	x	x	
Schlehe	Prunus spinosa					x	x	x	x
Haselnuss	Corylus avellana					x	x	x	x
Sal-Weide	Salix caprea					x			x
Korb-Weide	Salix viminalis					x			x
Purpur-Weide	Salix purpurea					x	x	x	x
Berberitze	Berberis vulgaris					x	x	x	x
Buchsbaum	Buxus sempervirens					x	x	x	
Eibe	Taxus baccata					x	x	x	x
Weißer Roskastanie	Aesculus hippocastanum			x				x	

deutscher Name	lateinischer Name	Hausbaum für große Gärten	Hausbaum für kleine Gärten	Straßenbaum für breite Straßen	Straßenbaum für schmale Straßen	Strauch für Einzelstellung im Garten	Gehölz für Hecken	Gehölz für Grünflächen und Parks	Gehölz für Wald und naturnahe Landschaft
Fleischrote Rosskastanie	Aesculus x carnea			x				x	
Lebensbaum	Thuja spec. (alle Arten)	x					x	x	

Anhang 3: Hinweise zu Risiken und Nachteilen der Gehölzarten

deutscher Name	lateinischer Name	Frosthärte bis ... °C	Hinweise zur Beachtung
Sitka-Fichte	<i>Picea sitchensis</i>	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich
Nordmann-Tanne	<i>Abies nordmanniana</i>	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; einige Sorten sind spätfrostgefährdet; nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Feuer-Ahorn	<i>Acer tataricum</i>	-20	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; einige Sorten sind spätfrostgefährdet; nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Silber-Linde	<i>Tilia argentea</i>	-20	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; einige Sorten sind spätfrostgefährdet; Honigtau verdreckt parkende Fahrzeuge
Dalechamp-Eiche	<i>Quercus dalechampii</i>	-20	einige Sorten sind frostgefährdet; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen; Pollen können Allergie auslösen
Ungarische Eiche	<i>Quercus frainetto</i>	-15	einige Sorten sind frostgefährdet; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen; Pollen können Allergie auslösen
Trauben-Eiche	<i>Quercus petraea</i>	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen; Pollen können Allergie auslösen
Sommer-Linde	<i>Tilia platyphyllos</i>	-26	Honigtau verdreckt parkende Fahrzeuge
Hybrid-Pappel	<i>Populus euramericana</i>	-21	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge; Pollen können Allergie auslösen; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich; Wurzeln können in Rohre eindringen und/oder sie zerstören
Blumen-Esche	<i>Fraxinus ornus</i>	-26	Pollen können Allergie auslösen
Feld-Ulme	<i>Ulmus minor</i>	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>	-26	Pollen können Allergie auslösen; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich

deutscher Name	lateinischer Name	Frosthärte bis ...°C	Hinweise zur Beachtung
Gemeine Esche	Fraxinus excelsior	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; Pollen können Allergie auslösen
Berg-Ulme	Ulmus glabra	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Flatter-Ulme	Ulmus laevis	-20	
Ahornblättrige Platane	Platanus acerifolia	-20	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; einige Sorten sind frostgefährdet; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen; Pollen können Allergie auslösen
Gemeine Kiefer	Pinus sylvestris sylvestris	-41	
Sand-Birke	Betula pendula	-26	Pollen können Allergie auslösen; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich
Gemeine Fichte	Picea abies	-41	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich
Weiß-Tanne	Abies alba	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; empfindlich gegenüber Luftschadstoffen;
Stiel-Eiche	Quercus robur	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen; Pollen können Allergie auslösen
Bruch-Weide	Salix fragilis	-26	Pollen können Allergie auslösen
Roterle	Alnus glutinosa	-26	Pollen können Allergie auslösen
Flaum-Eiche	Quercus pubescens	-20	einige Sorten sind spätfrostgefährdet; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen; Pollen können Allergie auslösen
Silber-Weide	Salix alba	-26	Pollen können Allergie auslösen
Lorbeer-Weide	Salix pentandra	-26	Pollen können Allergie auslösen
Schwarz-Pappel	Populus nigra	-26	Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge; Pollen können Allergie auslösen; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich
Speierling	Sorbus domestica	-20	einige Sorten sind frostgefährdet;
Kornelkirsche	Cornus mas	-26	
Espe	Populus tremula	-21	Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge; Pollen können Allergie auslösen
Echte Mehlbeere	Sorbus aria	-40	

deutscher Name	lateinischer Name	Frosthärte bis ... °C	Hinweise zur Beachtung
Wildapfel	Malus sylvestris	-19	einige Sorten sind spätfrostgefährdet;
Berg-Kiefer	Pinus mugo	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten;
Rotbuche	Fagus sylvatica	-26	Pollen können Allergie auslösen
Schwarz-Kiefer	Pinus nigra	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten;
Eberesche	Sorbus aucuparia	-26	
Baum-Hasel	Corylus colurna	-26	Pollen können Allergie auslösen
Zwerg-Mandel	Prunus tenella	-20	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Ölweiden-Birne	Pyrus eleagnifolia	-17	einige Sorten sind frostgefährdet;
Elsbeere	Sorbus torminalis	-26	
Feld-Ahorn	Acer campestre	-26	
Ess-Kastanie	Castanea sativa	-15	einige Sorten sind frostgefährdet; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen; Pollen können Allergie auslösen
Zerr-Eiche	Quercus cerris	-20	Pollen können Allergie auslösen
Winter-Linde	Tilia cordata	-26	Honigtau verdreckt parkende Fahrzeuge
Berg-Ahorn	Acer pseudoplatanus	-26	
Spitz-Ahorn	Acer platanoides	-26	
Weichselkirsche	Prunus mahaleb	-20	
Walnuss	Juglans regia	-20	harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen;
Wild-Birne	Pyrus pyraster	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Steppen-Kirsche	Prunus fruticosa	-20	
Öhrchen-Weide	Salix aurita	-26	Pollen können Allergie auslösen
Rot-Eiche	Quercus rubra	-20	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; Pollen können Allergie auslösen
Douglasie	Pseudotsugamenziesii	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich
Europäische Lärche	Larix decidua	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten;
Robinie	Robinia pseudoacacia	-20	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge; alle Teile

deutscher Name	lateinischer Name	Frosthärte bis ... °C	Hinweise zur Beachtung
			giftig
Wacholder	Juniperus spec. (alle Arten)	-26	
Zwergmispeln	Cotoneaster spec. (alle Arten)	-20	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten;
Kirschlorbeer	Laurocerasus spec. (alle Arten)	-20	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; einige Sorten sind frostgefährdet; Blätter und Samenkern giftig
Weißdorn	Crataegus spec. (alle Arten)	-26	
Liguster	Ligustrum spec. (alle Arten)	-26	
Rhododendron	Rhododendron spec. (alle Arten)	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; alle Teile giftig
Hundsrose	Rosa canina	-26	
Wilde Süß-Kirsche	Prunus avium	-26	
Roter Hartriegel	Cornus sanguinea	-41	
Gemeiner Schneeball	Viburnum opulus	-41	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Stechpalme	Ilex aquifolium	-15	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; einige Sorten sind spätfrostgefährdet; nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; alle Teile giftig
Schwarzer Holunder	Sambucus nigra	-41	Beeren (roh), Blätter, Triebe, Rinde giftig
Himbeere	Rubus idaeus	-26	Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge
Schwarze Johannisbeere	Ribes nigrum	-20	
Rote Johannisbeere	Ribes vulgare	-20	einige Sorten sind spätfrostgefährdet;
Brombeere	Rubus fruticosus	-21	Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge
Flieder	Syringa vulgaris	-26	
Schlehe	Prunus spinosa	-26	Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge
Haselnuss	Corylus avellana	-26	
Sal-Weide	Salix caprea	-41	Pollen können Allergie auslösen
Korb-Weide	Salix viminalis	-26	Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge; Pollen können Allergie auslösen
Purpur-Weide	Salix purpurea	-41	Ausbreitungsdrang über Wurzelschösslinge; Pollen können Allergie auslösen

deutscher Name	lateinischer Name	Frosthärte bis ...°C	Hinweise zur Beachtung
Berberitze	Berberis vulgaris	-26	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten
Buchsbaum	Buxus sempervirens	-20	nicht resistente Sorten sind anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; alle Teile giftig
Eibe	Taxus baccata	-26	Kern der Beere, Blattwerk, Rinde, Holz, Wurzel giftig
Weißer Rosskastanie	Aesculus hippocastanum	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; anfällig für Schädlinge und/oder Krankheiten; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen
Fleischrote Rosskastanie	Aesculus x carnea	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; harte Früchte können Fahrzeugkarossen verbeulen
Lebensbaum	Thuja spec. (alle Arten)	-26	weder aktuell noch in Zukunft regionaltypisch - Lebensraum nur für wenige Tierarten; Flachwurzler, d.h. windwurfgefährdet, hoher Bewässerungsbedarf, Begrünung im Wurzelbereich kaum möglich; Zweige und Zapfen giftig