

Waldbauliches Leitbild

30.10.2017

Erstellt im Zuge des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) geförderten Projektes „Erfolgreiche Klimaanpassung im Kommunalwald“ (KLIMWALD), Arbeitsbereich I – Waldbau
(Förderkennzeichen 03DAS036A)



Autor:

Uwe Zindel, Hessisches Forstamt Wolfhagen, Leiter

Mitwirkende:

Dagmar Löffler, Forstamt Wolfhagen, Revierleiterin Calden

Peter Muster, Forstamt Wolfhagen, Revierleiter Naumburg

Peter Treude, Forstamt Wolfhagen, Revierleiter Zierenberg

Friedrich Vollbracht, Forstamt Wolfhagen, Revierleiter Wolfhagen

Theodor Arend, Forstamt Wolfhagen, Bereichsleiter Produktion

Dr. Tina Schäfer, HessenForst Landesbetriebsleitung, Betriebsassistentin

Kai Uwe Hoffmann, Forstamt Wolfhagen, Betriebsassistent

Uwe Huber, Forstamt Wolfhagen, Revierleiter und Waldbautrainer

Hermann Dilling, HessenForst Landesbetriebsleitung, Forsteinrichtung

Kontakt:

Hessisches Forstamt Wolfhagen, Kurfürstenstraße 19, 34466 Wolfhagen

ForstamtWolfhagen@forst.hessen.de

Abbildungsverzeichnis:

Abbildungen 1 - 4, 14, 16 - 20, 22 - 26, 29, 31 - 32, 34 - 36:	Theodor Arend
Abbildungen 5, 6, 27, 28:	Uwe Zindel
Abbildungen 7 - 12:	Hermann Dilling
Abbildungen 13, 21:	Kai Uwe Hoffmann
Abbildungen 15, 33:	Peter Muster
Abbildung 30:	Rafael Müller

Inhalt

1	Ausgangslage für die Projektarbeit.....	4
2	Der Wald in der Projektregion.....	5
2.1	Zum Baumartenspektrum.....	5
2.2	Waldböden, Niederschläge und Wasserspeicher.....	6
2.3	Kurzportrait der vier Kommunalwälder / waldbauliche Ausgangslage.....	8
2.3.1	Die Kommunalwälder Naumburg und Wolfhagen.....	8
2.3.2	Die Kommunalwälder Calden und Zierenberg.....	12
3	Waldbauliches Leitbild – Vitaler, stabiler und gemischter Dauerwald.....	15
4	Risiken der Klimaveränderung.....	16
4.1	Trockenperioden.....	16
4.1.1	Anpassungsziel: Verbesserte Wasserbilanz, höhere Stresstoleranz.....	18
4.2	Sturmgefährdung.....	19
4.2.1	Anpassungsziel: Sturmstabilität.....	20
4.2.1.1	Baumartenwechsel nach Fichte bei Staunässe.....	21
4.2.1.2	Umgehen mit flächiger Fichten–Naturverjüngung und –Jungbeständen.....	21
4.3	Gefährdungen einförmiger Strukturen.....	22
4.3.1	Anpassungsziel: Strukturreicher Mischwald.....	23
5	Beispielhafte Handlungsmuster.....	24
5.1	Natürliche Verjüngung von Buchen-Mischwald im eutrophen Standortspektrum.....	24
5.2	Natürliche Verjüngung älterer Eichenwälder im Stadtwald Naumburg.....	25
5.3	Vereinzelung im flächigen Fichten-Jungwuchs.....	26

1 Ausgangslage für die Projektarbeit

Das KLIMWALD-Projekt bezieht rund 5.000 Hektar Wald im nordhessischen Mittelgebirge in die Betrachtung waldbaulichen Handelns zur Vorbereitung der Wälder auf eine Klimaänderung ein. Die waldbauliche Bewertung geht von den prognostizierten Wirkungen auf das pflanzenverfügbare Bodenwasser¹ aus, analysiert die Risikoaspekte für die aktuellen Waldstrukturen und entwickelt daraus Perspektiven. Die Ansprüche der Baumarten an Wasser, Licht und Nährstoffe, ihre Wuchspotenziale und Gefährdungen sowie bekannte physiologische Mechanismen bilden die Orientierung. Die Wuchsverhältnisse im Projektgebiet und die örtlichen Erfahrungen über die Vitalität und Stabilität der Bäume auf den diversen Standorten vervollständigen die fachliche Abwägung.



Abb. 1-4: Zu Fragen der Klimaanpassung in unseren Wäldern haben 15 Projekt-Exkursionen stattgefunden.

Die derzeitigen Witterungsverhältnisse deuten bereits auf klimatische Veränderungen hin, die besonders zunehmenden Trockenstress für die Bäume bedeuten. Nach den zu erwartenden Entwicklungen werden sich diese Bedingungen weiter verschärfen. Die NW-FVA² hat unter Verwendung eines regionalen Klimamodells und Referenzdaten von 1960 bis 2010 für die betreffenden Waldböden abgeleitet, wie sich die Verfügbarkeit von Wasser für die Bäume entwickeln wird³. Unterstellt ist ein Klimamodell, das davon ausgeht, dass bis etwa 2050

- die Niederschläge in der Jahressumme in etwa gleich bleiben,
- die Niederschläge im Jahresverlauf zunehmend ungleichmäßiger fallen,
- Trockenperioden in der Vegetationszeit⁴ häufiger und anhaltender auftreten und
- die Niederschläge im Sommer mehr als Starkregen fallen.

Die Zeit vom Austreiben bis zum Abschluss der Knospenbildung Ende Juli ist für die Vitalität unserer Waldbäume die wichtigste Wachstumsphase. Kritische Wasserversorgung in dieser Zeit führt zu erheblicher Belastung. Treten Trockenphasen länger und häufiger auf, entsteht für diejenigen Baumarten stärkerer Wasserstress, die ihr ökologisches Optimum im gemäßigten, atlantisch getönten Klima haben. Von unseren heimischen Baumarten benötigen die Fichte, aber auch die Buche - die beiden häufigsten Baumarten in den Mittelgebirgen - eine relativ ausgeglichene Wasserversorgung im Frühjahr und Sommer.

In den letzten 10 Jahren sind trockene Phasen zum Vegetationsstart im April in der Region relativ häufig aufgetreten, zum Teil mit außergewöhnlicher Dauer in den Jahren 2014 bis 2017. Mit zunehmenden Trocken- und Hitzephasen sind auch vermehrt Starkregen mit erhöhtem Oberflächenabfluss verbunden. Daraus resultieren Defizite für die Wasserspeicher im Boden, selbst wenn sich die Niederschlagssummen in der Vegetationszeit nicht wesentlich verändern.

Den Prognosen der Klimaforschung folgend und mit den Erfahrungen der letzten Jahre geben Trockenheit und Sturmereignisse den Rahmen zur Klimaanpassung im Wald vor. Die derzeitigen Waldstrukturen können im gewissen Rahmen auf die Herausforderungen vorbereitet werden. Ein massiver Umbau scheint nicht erforderlich und ist mit dem Ökosystem und den etablierten Biozöosen auch nicht vereinbar. Dennoch müssen wir neben den Wirkungen auch die Dynamik der Klimaerwärmung bedenken und mit einer weit in der Zukunft liegenden Perspektive frühestmöglich gegensteuern.

¹ Nutzbare Feldkapazität

² Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

³ Klimatische Wasserbilanz

⁴ Mitte April bis Mitte Oktober

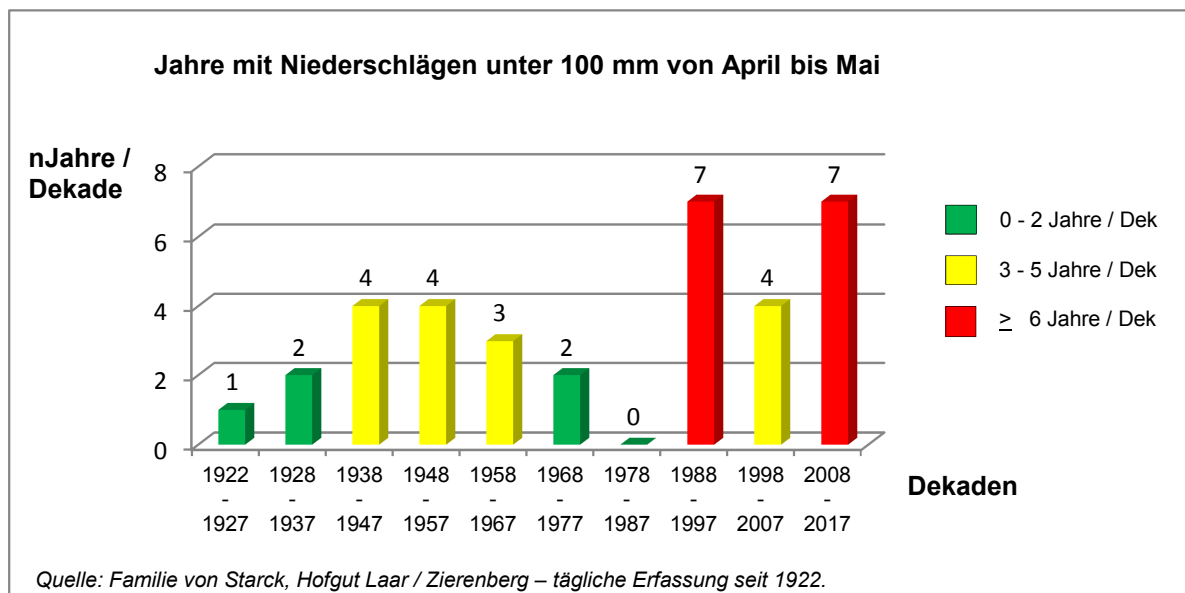


Abb. 5: Überblick über die Niederschlagsverhältnisse zu Beginn der Vegetationszeit.

Bei den auf einen langen Zeiträumen angelegten Wachstumsprozessen ist es angezeigt, abhängig von der Gefährdung und der Altersphase der Waldstrukturen rechtzeitig zu handeln, um Chancen zielführender Maßnahmen nicht zu verpassen. Wälder lassen sich waldbaulich gerichtet entwickeln. Dadurch können positive Wirkungen auf den Waldaufbau, das Waldinnenklima und den Bodenwasserspeicher erzielt werden, die die Belastung anhaltender Trockenheit mildern können und das „Selbstheilungspotenzial“ der Wälder erhöhen.

Damit die Anstrengungen der waldbaulichen Steuerung die nötigen Früchte tragen, muss auch die Jagd ihren Teil der Verantwortung annehmen und die Entwicklungsziele für den Wald konsequent unterstützen. Zu häufig ist gerade auf den wüchsigsten Böden, die das größte Mischwaldpotenzial aufweisen, durch den Wildverbiss keine zielführende Verjüngung im Sinne klimarobuster Wälder zu erreichen. Wer in der Jagd seine Mitverantwortung für vitalen, gemischten Wald nicht wahrnimmt, der ist als Waldjäger am falschen Platz.

2 Der Wald in der Projektregion

2.1 Zum Baumartenspektrum

Nach der letzten Eiszeit sind noch 18 heimische Baumarten der 1. Ordnung (Baumhöhe > 20 m) aus den Rückzugsgebieten im Süden (westlich und östlich der Alpen) in den Mittelgebirgsraum zurückgewandert, 14 Laubbaumarten und 4 Nadelbaumarten. Gegenüber dem Artenspektrum in Nordamerika⁵, das wegen der fehlenden Nord-Süd-Barriere bessere Rückzugsmöglichkeiten in den Eiszeiten hatte und heute ein vielfaches an Baumarten umfasst, sind aus einer voreiszeitlich wohl ähnlichen Baumartenzahl in Mitteleuropa nur wenige Baumarten 1. Ordnung verblieben.

Ende des vergangenen Jahrhunderts ist aus diesem schmalen Spektrum noch die Bergulme durch einen unvergleichlichen Seuchenzug ausgefallen. Aktuell ist die Esche durch eine neue Pilzinfektion - das Eschentriebsterben - massiv bedroht und nach dem letzten Trockenjahr (2016) mehren sich auch aus der Projektregion die Meldungen über absterbende Kiefern (Diploida-Triebsterben).

⁵ Über 100 Baumarten 1. Ordnung

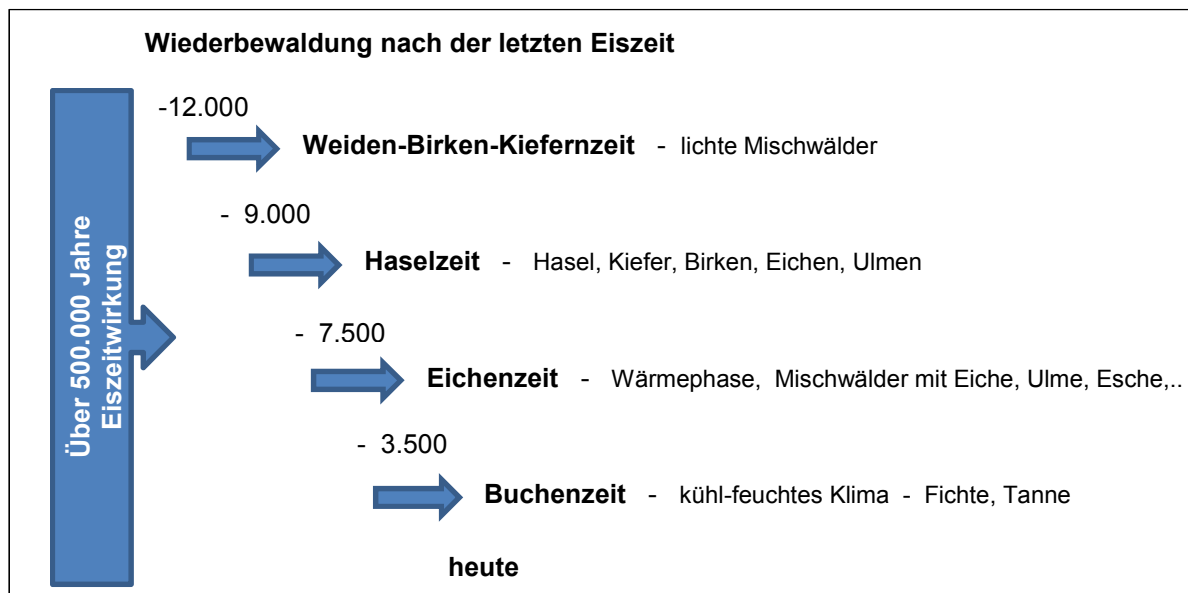


Abb. 6: Rückkehr der Baumarten nach der letzten Eiszeit aus den Gebieten west- und östlich der Alpen

Im Wald der vier Kommunen nimmt die Buche heute mit 55 % (Hessen 31 %) insgesamt die größte Fläche ein, gefolgt von Fichte (16 %), Kiefer / Lärche (16 %) und Eiche (9 %). Der Anteil der „Edellaubbäume“⁶ macht nur etwa 4 % aus. Die Buche ist die beherrschende Baumart in der Region, sie kann in ihrem breiten ökologischen Optimum gut mit Schatten umgehen und sich über eine lange Lebensphase innerhalb ihres Optimums gegen konkurrierende Baumarten durchsetzen. Mehr Schatten ertragen nur die Eibe und die Weißtanne. Die Fichte hat einen höheren Lichtanspruch, kann aber auf frischen Standorten auch Halbschatten vertragen.

Lichtbaumarten sind in der Regel Pioniere, die durch besondere Samenverbreitung (Flügelsamen, Vogelsaat) schnell offene Flächen mit schwierigen Bodenverhältnissen besiedeln können. Dazu gehören auch Edellaubbäume wie Spitzahorn, Feldahorn, Esche und Kirsche sowie Kiefer und Lärche. Im Vergleich mit Buche und Eiche fruktifizieren diese Lichtbaumarten häufiger, zum Teil mit jährlich enormer Samenproduktion. Dadurch eröffnen sich gute Chancen für eine Vorausverjüngung solcher Arten durch waldbauliche Impulse.

Die Traubeneiche und die Stieleiche sind ebenfalls Lichtbaumarten, können allerdings in der Keim- und Anwuchsphase erstaunlich viel Schatten ertragen. Der Bergahorn hält als Halbschattbaumart auf nährstoffreichen Böden gut mit der Buche mit.

2.2 Waldböden, Niederschläge und Wasserspeicher

Für das pflanzenverfügbare Bodenwasser ist neben der Bodenmächtigkeit auch seine Struktur maßgeblich. Faktoren sind der Steinanteil (Skelett) und die Anteile der verschiedenen Bodenarten (Sand, Schluff, Ton), die das Porenvolumen definieren. Sandige Böden weisen einen hohen Grobporenanteil auf, der das Bodenwasser leicht durchsickern lässt. Böden mit einem hohen Feinporenanteil (Ton) binden dagegen das Wasser erheblich. Auf solchen Standorten wird bei Trockenheit relativ früh der Punkt erreicht, ab dem die Bäume durch die Saugspannung der Wurzeln kein Wasser mehr aufnehmen können. Am günstigsten für die Pflanzen ist ein hoher Mittelporenanteil (Löss), der das Wasser gut im Boden bindet, aber so, dass es für die Pflanzen nutzbar ist.

Neben dem Bodenkörper, seiner Wasserbindung und dem Nährstoffangebot sind die Niederschläge mit der Temperatur in der Vegetationszeit (Klimafeuchte) für das Wachstum entscheidend. Die Klima-

⁶ Vor allem Bergahorn, Spitzahorn, Esche, Kirsche, Elsbeere, Ulme, Linde

feuchte wird von sommerfeucht (atlantisch) bis sommertrocken (kontinental) eingestuft. Typisch für die Projektregion ist der Übergang von „schwach subkontinental“ zu „schwach subatlantisch“ mit zunehmender Höhenlage. Die Schwelle liegt etwa bei 650 mm Jahresniederschlag bzw. 300 mm in der Vegetationszeit und einer Höhe von etwa 400 m (NN). Die niederschlagsreicheren Höhenlagen sind auf 60 % der Fläche des Stadtwalds Zierenberg (Bärenberg / Basalt) konzentriert.



Abb. 7 – 9: Tiefgründige Böden im Projektraum

Links: Betont frischer Buntsandsteinboden mit Löss (mesotroph+), leichte Tonverlagerung, 20 % Steine

Mitte: Fließerde über Muschelkalk/Basalt mit Kalkeinschlüssen, lehmiger Ton, frisch-eutroph

Rechts: Braunerde aus Basaltverwitterung mit Löss, 30 % Steine, frisch-eutroph

Für die unteren Lagen im Projektgebiet sind die Niederschläge zwar geringer, aber durch tiefgründige Bodenkörper mit ausreichendem Lösseinfluss kann vielfach noch eine gute Wasserversorgung⁷ erreicht werden.

Bei Jahresniederschlägen zwischen 570 und 750 mm charakterisieren drei Ausgangsgesteine die Wuchsbedingungen in der Projektregion:

- Böden mit Löss über Buntsandsteinverwitterung sind typisch für die Stadtwälder Naumburg und Wolfhagen. Es handelt sich um Lagen zwischen 340 und 440 m (NN). Die Bodentypen sind tief- bis mittelgründige (Para-) Braunerden. Der Nährstoffgehalt ist durch Löss häufig gut durchschnittlich (mesotroph +). Auf knapp 20 % der Standorte sind die Böden sandiger, der Wasserspeicher ungünstiger und die Nährstoffe geringer (mesotroph / oligotroph). Auf weiteren etwa 15 % tritt Staunässe durch Tonverlagerung auf (kritisch für Durchwurzelung und Sturmstabilität).
- Ca. 30 % der Waldböden sind durch Muschelkalk geprägt. Je nach Lösseinfluss und Bodenkörper über Kalkschutt kommen flachgründige Rendzinen bis tiefgründige Braunerden vor. Im Caldener Wald sind das Lagen um 300 m (NN). Im Stadtwald Zierenberg streichen Kalkrippen aus, die ein stärkeres Relief (320 - 360 m ü. NN) formen. Die Böden sind gut nährstoffversorgt (kalkeutroph), die Wasserspeicher je nach Bodenkörper und Löss schwächer bis gut ausgebildet.
- Der dritte Bodentyp stammt aus der Verwitterung von Basalt (rund 20 %). Es handelt sich um Lagen mit ausgeprägter Topographie zwischen 320 und 600 m (NN) im Zierenberger Wald. In der Durchmischung mit Löss und Muschelkalk sind sehr wüchsige Braunerden entstanden. Hoch anstehendes Grundgestein um Kuppen führt zu angespannterem Wasserhaushalt.

⁷ Frische Standorte

Auf rund 25 % der Waldböden im Bereich der Buntsandsteinverwitterung und auf Muschelkalk ist die Wasserhaltekapazität schwächer. Für diese mäßig frischen Standorte wird die Wasserversorgung der Bäume künftig deutlich kritischer.



Abb. 10 – 12: Bodenprofile mit kritischer Wasserversorgung
 Links: Parabraunerde mit Stauhorizont (Ton) auf Buntsandstein, 20 % Steine, mesotroph +
 Mitte: Humoser Lehm über lehmigem Ton mit 75 % Kalkscherben, mäßig frisch, kalkeutroph
 Rechts: Schwach ausgeprägte, mäßig frische Braunerde (50 cm) über Basalt (90 % Steine), eutroph

Bäume können auf Wasserdefizite im begrenzten Rahmen durch Einschränkung der Verdunstung reagieren. Deren Regulationsvermögen über die Spaltöffnungen der Blätter ist aber unterschiedlich. Die Fichte und eingeschränkt auch die Buche, die an relativ gleichmäßige Wasserversorgung angepasst sind, reagieren empfindlicher, während z.B. Eiche, Weißtanne und Douglasie über physiologische Mechanismen verfügen, durch die sie besser mit Trockenphasen umgehen können.

2.3 Kurzportrait der vier Kommunalwälder / waldbauliche Ausgangslage

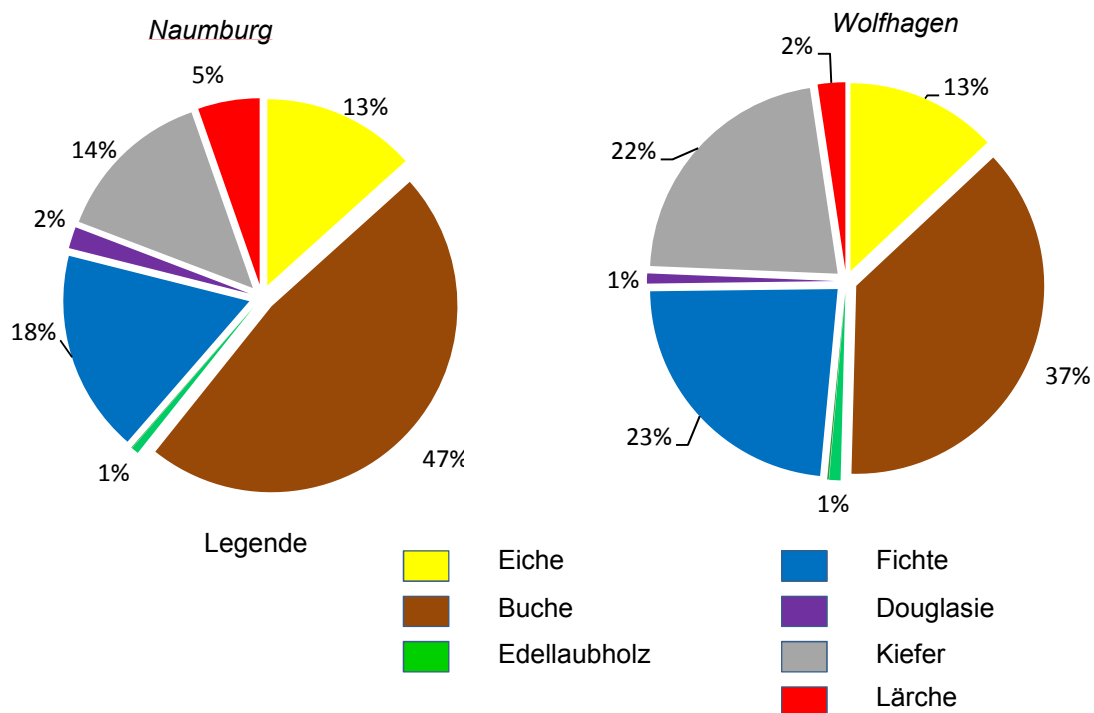
In dieser Beschreibung werden die Bezeichnungen der Hessischen Waldbau-Leitlinie für die typischen Entwicklungsstadien verwendet:

- Kultur- / Jungwuchsstadium: Gesicherter Aufwuchs bis zum Dickungsschluss
- Differenzierungsstadium: Pflegephase zur Mischungsregulierung
- Auslesestadium: Ausrichtung auf die Förderung der Zukunftsoptionen
- Ausreifungsstadium: Phase der Strukturpflege mit mäßiger Durchforstung
- Reifestadium: Einzelstammnutzung, Ausrichtung auf Zielstärken
- Regenerationsstadium: Einzelstammnutzung zur Förderung des Nachwuchses

2.3.1 Die Kommunalwälder Naumburg und Wolfhagen

Bei mittlerer Nährstoffversorgung (Buntsandstein) handelt es sich in beiden Fällen um typische Verhältnisse für die Buchen-Mischwald-Zonen in Hessen. Durch tiefgründige Böden und Lösseneinfluss ist der Wasserhaushalt im Durchschnitt relativ günstig (2/3 frisch und besser). Die Niederschläge in der Vegetationszeit liegen aber überwiegend unter 300 mm. Als natürliche Waldgesellschaften sind Hainsimsen-Buchenwälder mit Traubeneiche kennzeichnend.

Abb. 13: Baumartenverteilung



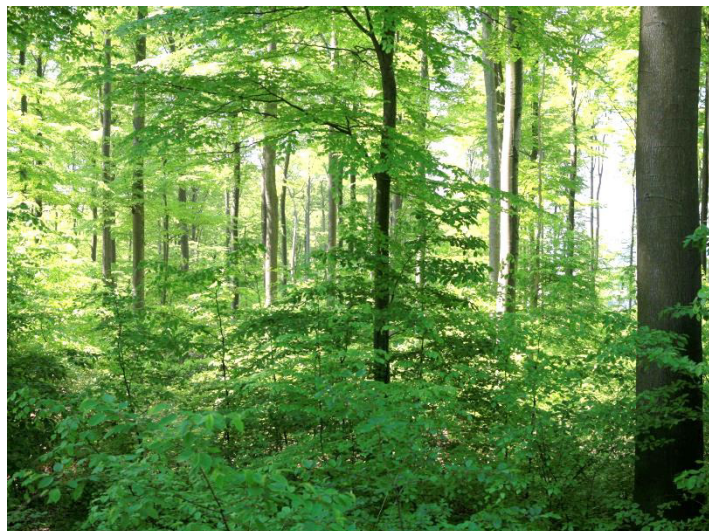
Laubwälder

Abb. 14:

Auf dem größten Flächenanteil ist die Buche sehr wüchsig und dominierend.

Buchen-Reinbestände überwiegen.

Unter Buchen setzt sich im natürlichen Nachwuchs regelmäßig wieder die Buche durch.



In beiden Kommunen wurden, beginnend vor rund 200 Jahren, entlegene Weideflächen mit Traubeneichen aufgeforstet. Daraus resultieren heute auf jeweils etwas mehr als 10 % der Naumburger und Wolfhager Wälder alte Eichenbestände guter Qualität mit Buche als dynamischer Mischbaumart. Die unterständigen Buchen dienen der Schaftpflege der Eichen. Die zwischenständigen, etwa 100 jährigen Buchen bedrängen die Alteichen aber massiv in den Kronen. Dieser Eichen-Mischwald ist relativ dunkel. Natürlicher Nachwuchs ist schwach ausgebildet und besteht aus Buche. Ohne waldbauliche Steuerung ist die Entwicklung zu reinen Buchen-Folgebeständen vorgezeichnet.

Abb. 15:

Auf 10 % der Waldfläche ist Laubwald mit hohem Anteil alter Eichen eine Besonderheit.

Die Eichen wurden vor ca. 200 Jahren gepflanzt bzw. gesät.

Diese Flächen sollen wieder auf Eiche verjüngt werden – eine Herkulesaufgabe bei massiver Buchen-Konkurrenz.



Wo in dem früher typisch raschen Buchen-Generationenwechsel durch Großschirmschlag größere Fehlstellen im Buchen-Nachwuchs entstanden waren, wurde regelmäßig mit Nadelbäumen – vor allem mit Fichte – ausgepflanzt. Daraus resultieren heute ältere Mischanteile in den Buchenbeständen mittleren Alters. Lärchen und Kiefern haben sich zum Teil auf kleineren Störstellen („Lichtschächten“) natürlich angesamt.

Von solchen Mischanteilen gehen im auflaufenden, Buchen dominierten Jungwuchs immer auch Ansätze dieser Nadelbäume aus. Sie würden durch die Konkurrenz der jungen Buchen und den selektiven Wildverbiss häufig wieder vergehen, wenn keine spezielle Förderung erfolgt. Kleinflächige Mischanteile sind aber willkommene Anreicherungen in den Buchenstrukturen. Sie benötigen jagdliche Unterstützung und müssen zur vitalen Erhaltung stetig herausgepflegt werden.

Abb. 16:

Unter älteren Buchen kommen in frühen Verjüngungsphasen immer wieder Mischanteile von Nadelbäumen, besonders der Fichte, vor.

Um solchen Nachwuchs gegen die Dominanz der Buche erhalten zu können, muss er konsequent gefördert werden.



Nadelwälder

Als vor rund 200 Jahren Weiderechte im Wald abgelöst waren, wurden devastierte Waldweiden auch mit schnellwachsenden Nadelbäumen aufgeforstet. Daraus resultieren Nadelbestände auf ca. 40 % der Naumburger und Wolfhagener Waldfläche - heute bereits in der 3. Generation. Im Schwerpunkt sind es Fichtenbestände, größtenteils „aus einem Guss“ und mit nur wenigen Mischbaumarten. In

solchen Strukturen sind durch die Stürme seit 2007 (Kyrill etc.) in exponierten Lagen und auf staunassen Böden große Freiflächen entstanden, die es wieder aufzuforsten galt.

Abb. 17:

Fichte ist in beiden Betrieben die zweithäufigste Baumart. Sie ist sehr wüchsig und verjüngt sich bei genügend Licht sehr gut.

Sie kommt noch überwiegend in einförmigen Waldstrukturen vor.

Diese älteren Bestände sind vorratsreich mit langen Stämmen und relativ kleinen Kronen (< 40 %).



Ältere Lärchen, Kiefern und auch Douglasien blieben häufig als sturmstabile Restbestockung übrig. Die größeren Blößen wurden mit Traubeneiche und z.T. mit Küstentanne bepflanzt, auf Flächen ohne Staunässe auch mit Douglasie. Diese Kulturen sind regelmäßig durch natürlichen Nachwuchs der verbliebenen Altholzreste komplettiert worden. Erstaunlich für den Buntsandstein ist festzustellen, dass sich die Birke zwar verjüngt, aber nur einen kleineren, lockeren Anteil einnimmt und mehr ihre „Ammenfunktion“ wahrnimmt als dass sie eine massive Konkurrenz für die Kulturpflanzen entwickelt.

Abb. 18:

In älteren Buchen und Fichten kommen Europäische Lärche und Kiefer als Mischbaumarten vor.

Beide Arten bilden erkennbar die Restbestockung auf Sturmwurfflächen der Fichte.

Dadurch haben diese Arten dort im natürlichen Nachwuchs bemerkenswerte Anteile.



Die Kiefer kann als kontinentale Pionierbaumart extremere Witterungsbedingungen (Hitze, Trockenheit, Kälte) verkraften und nährstoffarme Böden besiedeln. Ähnlich der Lärche hat sie einen hohen Lichtbedarf und startet nach Kalamitäten häufig in Trupps neben Fichten wüchsig vorweg. Die Lärchenvorwüchse treten vereinzelter auf und brauchen zur Etablierung erhöhte Aufmerksamkeit.

Abb. 19:

Auf ärmeren Waldböden kommt auch die Kiefer als Hauptbaumart mit Fichten-Beimischung vor.

Unter den lichten Altkiefern etabliert sich früh Nachwuchs mit Fichten-Schwerpunkt.

Diese Strukturen tendieren dann zu reinen Fichten-Folgebeständen.



Wo sich die heute älteren Fichten von Beginn an differenziert entwickelt haben, sind stabile z.T. über 100-jährige Fichten-Althölzer vorhanden. Für deren erstaunliche Stabilität sind zwei Faktoren wesentlich - geschützte Lagen einerseits und gut wasserversorgte Böden andererseits. Hier kann vorsichtig vom stärkeren Ende her und in kleinen Femeln genutzt werden. Unter den Altfichten stellt sich bald eine reichliche Naturverjüngung ein.

Solche Flächen machen Mut, dass mit der Fichte auch für künftige Wälder gerechnet werden kann. Lärche und Kiefer sind wegen des geringeren Lichteinfalls nur an ausgeprägten Lichtschächten beigemischt. Auch deren geringe Anteile an der Naturverjüngung müssen gut herausgearbeitet werden, damit sich daraus vitale und stabilisierende Zellen entwickeln. Der Standort muss passen und die Behandlung der Bestände muss die strukturierende Differenzierung mit großen Kronen und ausreichend Standraum früh und stetig gewährleisten.

Abb. 20:

Stabile Altfichten über sehr gut differenzierter Naturverjüngung.

Der frische bis betont frische Standort (Buntsandstein mit Löss) reduziert das Risiko von Trockenstress.

Die vertikale Struktur entspricht dem Bild eines Dauerwalds mit Fichte, in dem vom stärkeren Ende her und femelartig genutzt werden kann.

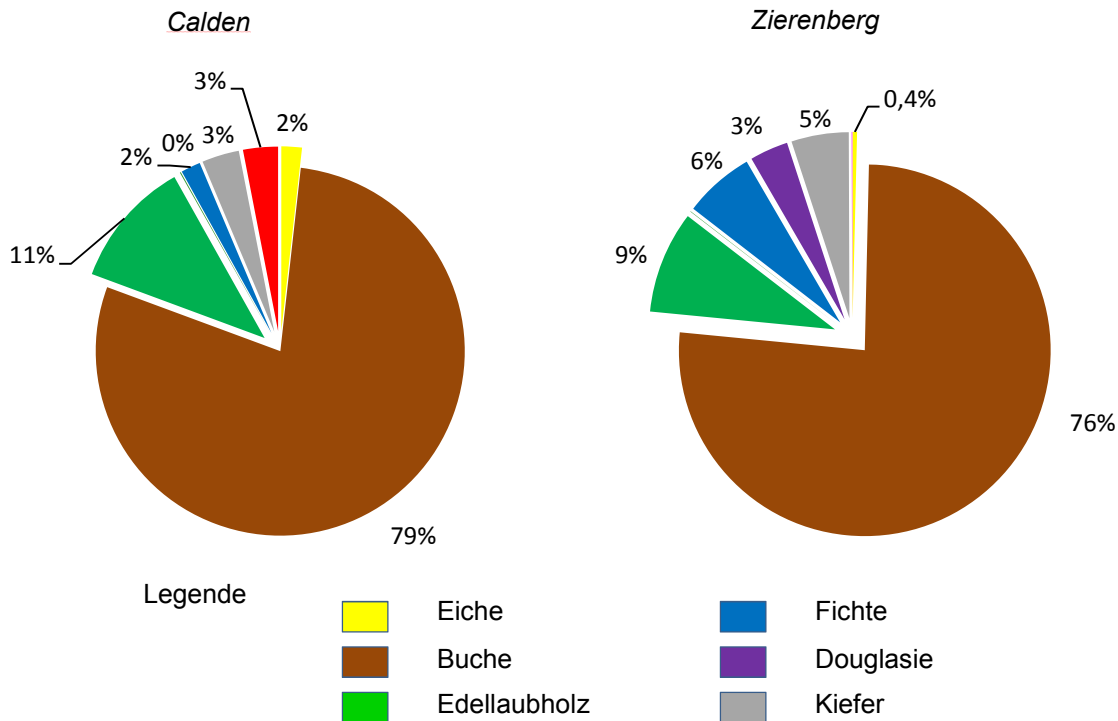


2.3.2 Die Kommunalwälder Calden und Zierenberg

Die Waldböden der Kommunalwälder Calden und Zierenberg sind auf Muschelkalk und Basalt entstanden. Sie repräsentieren die nährstoffreichen Waldstandorte in den hessischen Mittelgebirgen.

Beide Wälder haben eine annähernd gleiche Ausstattung mit frischen und mäßig frischen Böden. In den tieferen Lagen (Muschelkalk) sind die Jahresniederschläge unterdurchschnittlich.

Abb. 21: Baumartenverteilung



Im Caldener Wald wird bereits seit über 20 Jahren nach den Prinzipien der Naturgemäßen Waldwirtschaft gearbeitet und eine Dauerwaldstruktur entwickelt. In beiden Wäldern sind Nadelbäume von geringer Bedeutung – weit überwiegend handelt es sich um Laubwälder, in denen die Buche dominiert. Mit zunehmendem Kalkeinfluss und ungünstigerem Wasserspeicher nimmt der Anteil von Esche und Bergahorn in den Altbeständen zu. Kirsche, Spitzahorn, Eiche, Lärche und Elsbeere kommen einzeln vor. Pionierarten wie Eberesche, Aspe und Birke sind bei schwierigen Bodenverhältnissen häufiger. Die Mischbaumarten sind relativ robust in Bezug auf die Wasserversorgung. Sie bieten unter den Bedingungen des Klimawandels künftig wichtige Alternativen zur Beteiligung in Buchenbeständen.

Abb. 22:

Durch Auflösung qualitativ schlechter Gruppen im älteren Laubmischwald wird auf eine Vorverjüngung von Lichtbaumarten hingearbeitet.

Durch selektiven Verbiss der Rehe scheitert diese wichtige Anreicherung mit Arten wie dem Bergahorn aber regelmäßig.

Der Buchenjungwuchs schließt dann die Lücken und das waldbauliche Ziel wird auf Jahrzehnte nicht erreicht.



Große Sorge bereitet in beiden Kommunalwäldern die Entmischung durch den Rehwildverbiss in der frühen Phase der Verjüngung. Auch auf den besten Böden will nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand natürlicher Mischwaldnachwuchs gelingen. Bergahorn, Esche und Kirsche verjüngen sich in Lichtfenstern zunächst reichlich, werden aber durch das Rehwild regelmäßig so stark verbissen, dass sich die Mischarten nicht mehr in ausreichender Qualität entwickeln können. Die nachziehende Buche dunkelt später die verbliebenen Reste der anderen Arten in den Verjüngungskegeln aus.

Dem Bergahorn kommt eine Weiserfunktion zur Einschätzung der Verbissbelastung zu. Er ist die wichtigste Mischbaumart auf den nährstoffreichen Böden, verjüngt sich sehr gut und kann als Halbschattbaumart gut mit der Buche mithalten, wenn er nicht regelmäßig verbissen wird. Auf den zu verjüngenden Flächen muss der Verbiss pro Jahr unter 20 % der Pflanzenzahl bleiben – dann ist davon auszugehen, dass genügend qualitativ gute Pflanzen den Rehen „davonwachsen“.

Während der Stadtwald Zierenberg mit großer Fläche zum Rotwildgebiet gehört und besonders die Eschen in den Jungbeständen vom Rotwild geschält werden, befindet sich der Kommunalwald Calden außerhalb der Rotwildvorkommen.

Abb. 23:

Die älteren Buchen-Mischwälder könnten sich bei der naturgemäßen Behandlung vielfältig aus standortgemäßen Baumarten verjüngen.

Ohne konsequente Bejagung des Rehwildbestands entstehen reine Buchen-Jungwüchse, die sich dann die nächsten 60 - 80 Jahre ohne Mischbaumarten entwickeln.



Abb. 24:

Auf nährstoffreichen Böden (Basalt, Muschelkalk) war die Esche bisher eine waldbaulich wichtige heimische Baumart.

Sie ist durch das neue Eschentriebsterben leider keine Mischwaldoption mehr.

Es bereitet große Sorge, dass nach der Ulme jetzt schon die zweite heimische Laubbaumart quasi ausfällt.



Im Stadtwald Zierenberg war der Fichtenanteil auf den Basaltböden am Bärenberg vor dem Orkan Kyrill relativ hoch. Der Bärenbergsattel war auf etwa 50 Hektar mit rund 50-jähriger Fichte bestockt. Die Sturmwirkung wurde durch die Topographie und bereits vorhandene Störstellen noch so begünstigt, dass von der großflächigen Fichtenstruktur nur ganz wenige Reste erhalten geblieben sind.

Die Sturmflächen wurden im kleinparzelligen Wechsel mit Bergahorn, Kirsche und Douglasie aufgeforstet. Vorhandene Ansätze von Fichten-Anflug wurden in der Verjüngungsplanung ausgespart. Damit wurde die Weiche für einen künftigen Fichtenanteil in exponierter Lage aber relativ gutem Wasserhaushalt gestellt. Die ersten Maßnahmen der Jungbestandspflege sind auf die freizustellenden Lichtbaumarten fokussiert



Abb. 25 + 26:

Links: Die große Kyrill-Kalamitätsfläche auf dem Bärenbergsattel zwei Jahre nach der Flächenräumung (2009).

Rechts: Die Fläche im Jahr 2017 – kleinflächige Aufforstungszellen haben sich durch Fichten-Nachwuchs ergänzt.

3 Waldbauliches Leitbild - Vitaler, stabiler und gemischter Dauerwald

Aus der Dominanz der Buche in der zurückliegenden knapp 4000-jährigen „Buchenzeit“ in Mitteleuropa und der Bevorzugung der Fichte in den Mittelgebirgen seit rund 300 Jahren dominieren verbreitet relativ einheitliche Waldstrukturen dieser beiden Baumarten. Solche einförmigeren Wälder sind vergleichsweise einfach zu behandeln, bergen aber ein erhöhtes Risiko - z.B. durch die Folgen einer rasch verlaufenden Klimaerwärmung. Dies gilt in erster Linie für Fichtenwälder. Aber auch für großflächige Buchenbestände nimmt das Risiko zu, je schwieriger sich der Standort darstellt und je kritischer sich die Wasserversorgung entwickelt. Andere heimische Baumarten hatten sich in ökologischen Nischen gegenüber der Buchenkonkurrenz durchsetzen können (nass, trocken, nährstoffarm / -reich, steinig), sind durch ihren Pioniercharakter⁸ immer wieder schnelle Erstbesiedler von Störfleichen gewesen oder wurden, wie die Eichen, verstärkt von den Menschen angebaut. Daraus resultieren vergleichsweise geringe Einmischungen in Buchen- und Fichten-Grundstrukturen und i.d.R. höhere Anteile außerhalb des weiten Buchen-Optimums - z.B. auf nährstoffreichen trockeneren Böden, wo sich die Ahorne gut gegen die Konkurrenz der Buche behaupten können.

Das waldbauliche Leitbild unter dem Vorzeichen der Klimaveränderung ist als Ergebnis einer Pflegestrategie zu beschreiben, die auf ökologisch wie ökonomisch gleichermaßen wertvolle und robuste Waldstrukturen gerichtet ist und sich aus den gegebenen Waldverhältnissen entwickelt. Vor dem kurzen Prognosehorizont bis Ende des Jahrhunderts sollen aus den noch relativ einheitlichen Strukturen vielfältigere Wälder in Bezug auf die vertikale Schichtung und auf das Artenspektrum entstehen. Dabei sind destabilisierende Vorgehensweisen zu vermeiden und die Forstbetriebe nicht zu überfordern. Die Zielstruktur lässt sich als ein in sich stabiles und sich immer wieder aus sich selbst erneuerndes Dauerwaldgefüge beschreiben. Darin kommen die eingangs beschriebenen Altersstadien im kleinflächigen Mosaik nebeneinander vor bzw. gehen ineinander über.

Die waldbaulichen Optionen sind vielfältig, um die vorhandenen Wälder mit vertretbarem Aufwand so zu lenken und zu ergänzen, dass Mischwald mit vertikaler Struktur entstehen kann. Natürliche Pro-

⁸ Lichtbaumarten

zesse und Dynamiken werden dabei extensivierend mit einbezogen. Nutzungsintensität und Wiederkehr sowie am konkreten Bestand „individuell“ orientierte Pflege garantieren stetige und risikoarme Entwicklung, die aus homogenen Situationen herausführen. In erster Linie soll der Prozess über Naturverjüngung eingeleitet werden, bei der auf die Vorausverjüngung von Mischbaumarten zu achten ist. Besonders im eutrophen Standortsspektrum muss konzentrierte Jagd die qualitative Vorausverjüngung sicherstellen.

Ein zweites Handlungsfeld im Fall von Buchenreinbeständen mittleren Alters bieten frühzeitige gruppen- bis horstweise Entnahmen (Femel) schlechter Qualitäten, wenn robuste Mischbaumarten bzgl. des Auftretens von Trockenphasen und der Standfestigkeit durch Pflanzung eingebracht werden sollen. Aufgrund ihrer physiologischen Eigenschaften eignen sich z.B. Weißtanne, Bergahorn, Spitzahorn oder Douglasie für solche Maßnahmen.

Die dritte Möglichkeit ergibt sich nach flächigen Kalamitäten (Stürme, Borkenkäfer) besonders in einförmigen Fichtenstrukturen. Hier kommt die Traubeneiche auf vernässten Standorten in Betracht und im übrigen Standortsspektrum auch Roteiche sowie - außer auf Kalkböden - Douglasie. Natürliche Mischanteile sind willkommene Ergänzungen und wenn möglich einzubinden.

Es bleibt festzustellen, dass etablierte Baumarten wie die Ulme und die Esche eine massive Bedrohung erfahren bzw. nicht mehr als Alternativen im Waldbau zur Verfügung stehen. Vor diesem Hintergrund erscheint es risikobehaftet, in Bezug auf Alternativen der Baumartenwahl kurz zu greifen und sich nur auf wenige Arten zu beschränken. Hier fehlen zu weiteren Alternativen vielfach noch die wachstumskundlichen Untersuchungen. Sie sollten zur Gewinnung absichernder Erkenntnisse initialisiert werden.

Die aufgezeigten Entwicklungen erfordern eine intensive Auseinandersetzung mit den spezifischen Verhältnissen vor Ort. Bei gegebenem Zeitrahmen sind sie mit besonderer Aufmerksamkeit, erhöhtem Pflegeaufwand und Kosten verbunden. Alle beteiligten Akteure tragen Verantwortung für den Erfolg der Entwicklung von klimastabilen Wäldern und müssen ggf. darauf verpflichtet werden.

4 Risiken der Klimaveränderung

4.1 Trockenperioden

Da Bäume sehr langlebig sind und Wälder extrem klimaabhängige Lebensgemeinschaften darstellen, können klimatische Veränderungen erhebliche Auswirkungen haben – besonders wenn die Entwicklung so schnell verläuft, dass eine natürliche Anpassung über viele Baumgenerationen nicht möglich ist. Das wohl größte Risiko für die Wälder geht von nicht ausreichender Wasserversorgung aus.

Nach den Prognosen über die künftige Entwicklung wird von einer Verlagerung der Niederschläge im Jahresverlauf ausgegangen. Die Winterniederschläge werden zunehmen und die Niederschläge in der Vegetationszeit abnehmen. Durch zunehmende Trocken- und Hitzeperioden in der Vegetationszeit mehren sich Phasen mit Trockenstress für die Bäume.

Verstärkt werden die Probleme in der Wasserversorgung dadurch, dass Sommerniederschläge als Folge der höheren Energie in der Atmosphäre vermehrt als Starkregen nach anhaltender Trockenheit fallen. Die Böden können dann große Niederschlagsmengen über den trockenen Oberboden nur begrenzt aufnehmen. Das Wasser fließt mit hoher Rate oberflächlich ab und wird nur zum Teil nutzbar für die Bäume⁹. Der Wasserspeicher im Boden wird dadurch in der Wachstumsphase häufiger nicht ausreichend aufgefüllt werden können.

Zum Verbrauch von Wasser, das im Waldboden für die Baumwurzeln verfügbar gespeichert ist, tragen in erster Linie die Verdunstung über die Spaltöffnungen der Blätter und Nadeln (Transpiration) und die

⁹ Pflanzenverfügbare Niederschlag

Verdunstung über die Bodenoberfläche (E_B – Evaporation Boden) bei. Durch die Transpiration der Bäume wird deren Wasseraufnahme reguliert. Eine 140-jährige Buche kann am Tag bis zu 400 Liter Wasser verdunsten, wenn diese Menge ohne Probleme im Wurzelraum zur Verfügung steht.

Die Verdunstung über die Oberfläche des Waldbodens ist umso höher, je stärker der Wind durch die Bestände wehen kann. Besonders in Kuppenlagen ist der aushagernde Windeinfluss relativ stark. Dort ist dann meistens auch der durchwurzelbare Boden über dem Grundgestein schwächer ausgebildet – eine doppelt schwierige Ausgangslage für Wald auf exponierten Standorten.

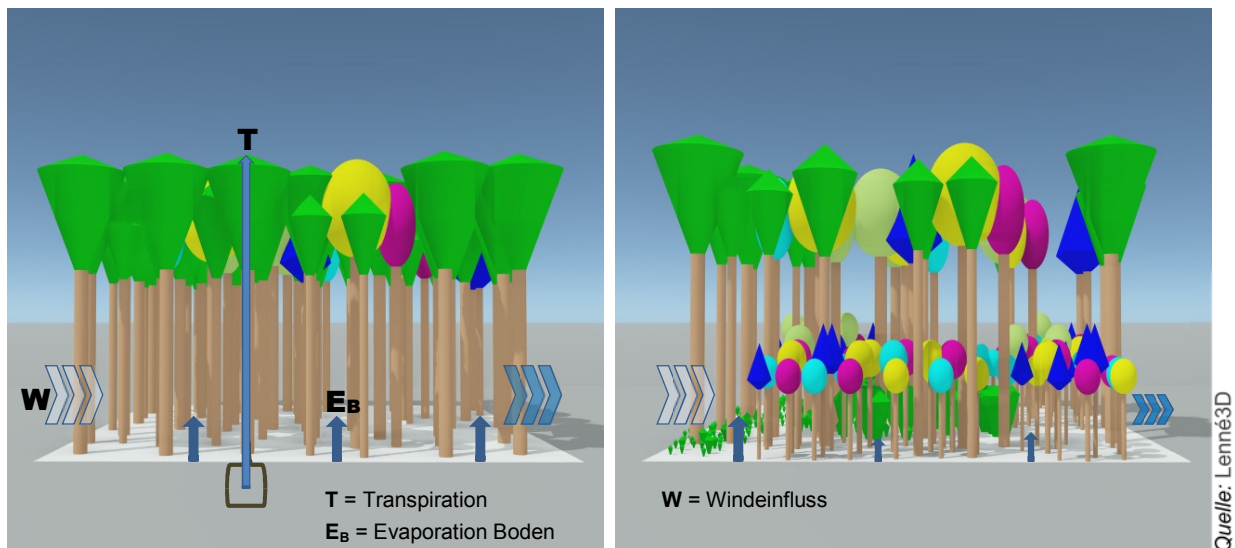


Abb. 27:

Links: Buchen-Hallenbestand ohne Bodenbewuchs – die austrocknende Windwirkung am Boden ist hoch.

Rechts: Lichtschächte fördern Bodenbewuchs und Verjüngungskegel – die Evaporation fällt geringer aus.

Mit intensiven Trockenphasen und anhaltenden Defiziten im nutzbaren Bodenwasser sind physiologische Schwächungen verbunden, die zu steigender Anfälligkeit gegenüber Pathogenen (Pilze, Bakterien, Viren, Komplexerkrankungen) und Schädlingen (Borkenkäfer, Bastkäfer, Fraßgesellschaften) führen.

In vertikal geschichteten Beständen wird der Wind über dem Boden stärker gebremst als in einer einformigen Hallenstruktur. Dann kann feuchte Luft am Waldboden weniger stark abtransportiert werden. Gleichzeitig wirkt bodennaher Bewuchs im mehrschichtigen Wald dämpfend auf die Verdunstung an der Bodenoberfläche. Das sind zwei Effekte einer waldbaulich angepassten Vorgehensweise, die jeweils einen Beitrag gegen Feuchtigkeitsverlust im Oberboden leisten.

Solange Bestände bis in höheres Alter dicht aufwachsen, können die Bäume ihre Wurzelkörper nur eingeschränkt ausbilden. Hohe Wurzelkonkurrenz bis in die Altersphasen mit höherem Wasserbedarf steigert die Disposition für Trockenstress. Mit angespannter Wasserversorgung ist z.B. in Fichtenbeständen auch eine geringere Harzneubildung verbunden. Dies hat zur Folge, dass Borkenkäfer durch den reduzierten Harzfluss nicht mehr erfolgreich abgewehrt werden können. In solchen Beständen ist in Verbindung mit geringer Bodendurchwurzelung auch das Risiko letaler Trocknis gegeben.

Lange Trockenphasen mit stark reduziertem nutzbarem Bodenwasser sind für alle Baumarten mit Versorgungsstress verbunden, je nach Art aber unterschiedlich kritisch. Die Bäume werden anfälliger gegenüber Krankheiten oder der Mechanismus zur Abwehr von Insekten fällt aus.

Wir wissen: Je strukturreicher sich ein Wald in Bezug auf die Altersdurchmischung darstellt, desto stärker wird der Wind gebremst und desto weniger trocknet der Waldboden über die Bodenoberfläche aus.

Es gibt Baumarten der gemäßigten Breiten, die im Rahmen der Evolution besondere physiologische Anpassungen entwickelt haben, um Trockenphasen abpuffern zu können (u.a. Eichen, Weißtanne).

4.1.1 Anpassungsziel: Verbesserte Wasserbilanz, höhere Stresstoleranz

Schwierige Ausgangslagen in der Wasserversorgung können durch kräftige Pflegeimpulse und wiederkehrende Entspannung von Konkurrenzsituationen verbessert werden. Bei kräftiger Entnahme von Konkurrenz werden grundsätzlich drei Effekte erzielt: Die Summe der Blattoberflächen aller Bäume wird reduziert und damit auch die Interzeption und Verdunstung im Kronenraum. Es kommt mehr Niederschlag am Boden an. Daneben erhalten die freigestellten Bäume mehr Wurzelraum und schließlich stellt sich Bodenvegetation ein, die dämpfend auf die Evaporation (E_B) wirkt.

Bei Buchen- und Buchenmischwäldern, die sich auf trockeneren Böden über viele Generationen natürlich verjüngt haben, ist davon auszugehen, dass sich Lokaltypen mit relativer Toleranz gegenüber Trockenstress durchgesetzt haben. Das spricht für die hohe Anpassungsfähigkeit der Buche.

Im Regelfall, speziell bei guter Vitalität und Qualität, wird in solchen Wäldern weiterhin auf den natürlichen Nachwuchs der Buche mit ihren natürlichen Mischbaumarten gesetzt.

Bei der Dynamik der klimatischen Veränderung macht es aber Sinn, dort wo es in Abhängigkeit von der Entwicklungsphase waldbaulich möglich ist, standortgemäße stresstolerante Arten ergänzend einzubringen und im Übrigen die toleranteren Mischbaumarten gegenüber der Buche zu fördern und verstärkt herauszupflegen.



Abb. 28:

Starke Fruchtbildung tritt bei Buche häufiger auf - die Impulse gehen von trocken-warmen Frühsommern (Juni) im Vorjahr aus.

Eichen z.B. erschließen mit Pfahlwurzeln größere Tiefen und können mit relativ hoher Saugspannung an den Feinwurzeln mehr kapillar gebundenes Wasser mobilisieren als die Buche. Zusätzlich können Eichen die Transpiration über die Spaltöffnung ganz erheblich reduzieren. Diese Transpirationsskontrolle ist z.B. auch bei Weißtanne und Douglasie gut entwickelt.

- Die späte Jugendphase (Auslesestadium) dient der Konkurrenzentlastung und Standraumerweiterung. Sie darf für die Zukunftsoptionen nicht verpasst werden. Die astfreie Schaftlänge ist für den Start der gezielten Förderung umso niedriger anzusetzen, je schwieriger der Standort einzustufen ist. In der weiteren Entwicklung geht es dann darum, die Optionen dauerhaft so zu pflegen, dass die Kronenspannung gering gehalten wird und der Ansatz der grünen Krone „unten“ bleibt.

- In der Ausreifung mittelalter Laubwälder sollen bereits früh die Möglichkeiten femelartiger Entnahme schlechter Qualitäten genutzt werden, um den natürlichen Nachwuchs von Lichtbaumarten anzustoßen oder robuste Baumarten in entstehenden Lichtschächten einzubringen. Solche Impulse benötigen gute Lichtverhältnisse durch ausreichende Femelgröße und stetes Nachsteuern.
- Ab der Einleitung des Generationswechsels (Regeneration) bieten sich in Verjüngungslücken immer wieder Möglichkeiten Baumarten einzubringen, die mit Trockenstress relativ besser umgehen können. Geeignet für Pflanzungen in kleinere Lücken ist vor allem die Weißtanne. Douglasien benötigen größere Lichtschächte ab „Horstgröße“ (0,3 Hektar) und für die gegenüber Trockenheit tolerante Lichtbaumart Traubeneiche sind für eine Eichenpflanzung noch größere Freiflächen vorzusehen – z.B. nach Kalamitäten.

Besonders im Buntsandsteinbereich (mesotroph) stellt sich nach Störungen und fortschreitender Auflichtung älterer Fichten durch Kalamitätsfolgen häufig dichter natürlicher Aufwuchs der Fichte mit Anteilen von Lärche, Kiefer und Laubbäumen ein.

- Im Fichten-Jungwuchs kann die Konkurrenz um das Bodenwasser durch konsequente Vereinzeln auf einen weiteren Pflanzverband entspannt und ein erheblicher Wachstumseffekt erreicht werden, der bereits in der ersten Durchforstung positive Erträge erwarten lässt. Durch die Vereinzeln reduziert sich temporär die Interzeption und Verdunstung von Niederschlägen in den Kronen und es kommt mehr Wasser am Boden an.
- Zudem werden das Bodenleben und die Streuzersetzung angeregt - mit dem Effekt, dass der obere Mineralboden humoser und aufnahmefähiger für Niederschlagswasser (Schwammfunktion) wird.
- Stammzahlreduktionen im flächigen Fichten-Jungwuchs sollen stets den kräftigen Nachwuchs eingemischter Arten (Eiche, Lärche, Kiefer, Tanne, Edellaubbäume) begünstigen und die Lichtbaumarten konsequent freistellen. Auch Trupps von Pionierbaumarten (Birke) können gefördert werden. Damit werden die positiven Wirkungen auf Bodenleben und Streuzersetzung verstärkt, die Voraussetzungen zur Entwicklung von Mischbeständen gehen nicht verloren und die späteren Stabilitätsträger können ihre Funktion entwickeln.

4.2 Sturmgefährdung

In der Vergangenheit war die Frage der Sturmgefährdung in erster Linie mit der Fichte und ihrem Anbau im einschichtigen Reinbestand verbunden. Die Fichte mit ihrer dichten Krone und der relativ geringen Verankerung im Boden ist für Sturmwurf prädisponiert. Im Herbst oder Spätwinter bieten die Laubbäume ohne Blätter den Stürmen weniger Angriffsfläche. Mit der Zunahme von Sommerstürmen, die auf die Laubbäume im belaubten Zustand treffen, sind auch dort stärkere Schäden nicht mehr auszuschließen. Aus Strategien zur Verbesserung der Sturmstabilität für die empfindlichere Fichte können auch Rückschlüsse auf die Behandlung von Laubwäldern gezogen werden. In erster Linie ist damit die frühe Pflege zur kräftigen Förderung von Zukunftsoptionen gemeint. Damit können große Kronen und ein guter Standraum erreicht werden und die Bäume wachsen nicht „lichthungrig in den Himmel“.

Die Fichte wurde im Projektgebiet auf Buntsandstein und Basalt auf größerer Fläche angebaut und ist relativ engständig aufgewachsen. Durchforstet wurde früher in der Regel ab der Phase, ab der mit positivem Deckungsbeitrag der Maßnahmen zu rechnen war. Die Bäume entwickelten sich feinastig und vollholzig, mit langen Schäften und kleinen Kronen bis in das Reifealter. Solche Strukturen liefern zwar hochwertiges Bauholz, sind aber sturmanfällig. Die Stürme in den Jahren 2007, 2008 und 2010 waren extreme Ereignisse, die zu starken flächigen Ausfällen in den größeren Fichtenbeständen der Kommunalwälder Naumburg, Wolfhagen und Zierenberg geführt haben.

Die Sturmgefährdung resultiert aus verschiedenen disponierenden Faktoren. Je höher die Vorräte in einförmigen Beständen sind, desto dichter stehen die Bäume, desto schlanker sind sie und desto kleiner sind Kronen und Wurzelkörper. Daraus resultiert zunehmende Labilität. Zum einen ist die Fichte ein Flachwurzler – Standfestigkeit ergibt sich weniger aus einer Verankerung in der Bodentiefe sondern durch einen möglichst breiten Standraum. Mit der Entwicklung großer Kronen steigt die Sturmstabilität, weil damit größere Wurzelteller, kürzere Stämme und geringere Stammschwingungen verbunden sind. Zusätzlich können Windböen durch tiefe Traufzonen an den Waldrändern, Traufbildungen im Waldinnern und vorsichtig entwickelte Vertikalstrukturen entschärft werden.

Expositionen nach Südwesten und Westen und Kuppenlagen erhöhen die Sturmexposition und neben dem Dichtstand der Fichten sind Böden mit Staunässe sehr problematisch. Die Fichte bildet mit zunehmender Staunässe extrem flache Wurzelkörper aus.

Abb. 29:

Lärchen und Kiefern sind spätere Stabilitätsträger in stammzahlreichen Nadelbaum-Verjüngungen.

Die Lärche ist eine Lichtbaumart, die bei Seitendruck sehr sensibel mit Kronenreduktion reagiert.

Lärchen müssen von der Jugendphase an gut freigestellt bleiben, um die besondere Stabilitätsfunktion zu entwickeln.



Wir wissen: Bei Stürmen bleiben immer wieder ältere Lärchen, Kiefern und Douglasien (Naumburg) auf Fichten-Windwurfflächen stehen. Das sind faktische Hinweise auf bessere Verankerung im Vergleich zur Fichte.

Je struktureicher sich ein Wald entwickelt hat, je größer die Kronen der Bäume ausgebildet sind und je mehr Mischanteile in den Fichten vorkommen, desto stabiler sind die Bestände und desto geringer sind Auswirkungen von Stürmen und den nachfolgenden Käferproblemen.

4.2.1 Anpassungsziel: Sturmstabilität

Ausgangsaspekt für Stabilität ist zunächst, dass die vorkommenden Baumarten zum Standort passen. Das gilt in besonderer Weise für die Fichte. Böden mit Staunässe sind wegen der Sturmgefährdung ebenso wenig für den künftigen Anbau der Fichte geeignet wie Böden, die zur Austrocknung neigen. Auf letzteren ist durch Trockenstress mit Borkenkäfer-Ausfällen zu rechnen, die angerissene Bestände hinterlassen, in denen Stürme dann die Auflösung komplettieren.

Allerdings sind die Risikoböden mit Staunässe immer wieder mit Fichten bestockt, was auf ein spezielles Bodenmilieu für den natürlichen Nachwuchs der Fichte zurückzuführen ist. Aufwändige Neupflanzungen konnten durch diese Naturverjüngung regelmäßig eingespart werden und daraus folgte ein steter Fichten-Generationenwechsel durch Kalamitäten.

Es gibt verschiedene Ansätze, die Gefährdungslage zu verändern. Der Bodenkörper, die Ausprägung eines Stauhizontes und die Wasserzügigkeit müssen berücksichtigt werden.

4.2.1.1 Baumartenwechsel nach Fichte bei Staunässe

- Auf staunassen Böden mit tiefer liegendem Stauhorizont kann in Fichtenbeständen mit beginnender Reifephase der erste Impuls zu einem Umbau durch Voranbau mit Weißtanne (Saat oder Pflanzung) erfolgen. Die Lichtverhältnisse sollten durch zeitige Stammzahlreduzierung und konsequente Auslese ausreichend vorbereitet sein.
- Bei flächigen Kalamitäten benötigt eine Tannenpflanzung einen Schutzschirm, z.B. durch Voranpflanzung von Erle. Die Tanne, die ähnlich der Eiche eine Pfahlwurzel ausbildet, wird dann mit zeitlichem Versatz nachgepflanzt, sobald der Erlen-Jungwuchs seine „Ammenfunktion“ übernehmen kann. Es sollten Tannen-Pflanzen mit intakter Pfahlwurzel verwendet werden.
- Nach flächiger Kalamität kann auch ein Wechsel durch die Pflanzung von Traubeneiche eingeleitet werden. Besonders bei schwach ausgeprägtem Mineralboden ist diese Option sehr zu empfehlen, weil die Traubeneiche mit ihren physiologischen Eigenschaften Trockenphasen relativ gut verkraften kann.
- Unter Altfichten läuft auf staunassen Böden regelmäßig natürlicher Anflug von Fichte auf. Solche Naturverjüngung kann die Jungwüchse zwar ergänzen, sollten aber den eingeschlagenen Wechsel auf stabilere Baumarten nicht gefährden.

4.2.1.2 Umgehen mit flächiger Fichten-Naturverjüngung und –Jungbeständen

- Sturmstabilität ist besonders für die Fichte eine Frage konsequenter Förderung, die bereits in der weichenstellenden Jugendphase einsetzen muss und nicht verpasst werden darf. Je kritischer der Standort, desto konsequenter muss gehandelt werden.
- Sowohl bei dichten, undifferenzierten Fichten-Naturverjüngungen wie auch bei Dichtstand mit guter Differenzierung ist eine Vereinzlung auf ein weiteres Verbandsraster zu empfehlen. Aus solcher Vereinzlung im Fichten-Jungwuchs resultiert immer kräftigerer Wuchs und die vorwüchsigen Mischanteile in einem Fichten Grundbestand können so freigestellt werden, dass sie eine kräftige und stabilisierende Entwicklung erwarten lassen.
- Im natürlichen Fichtennachwuchs sind Mischbaumarten - auch wenn sie einzeln auftreten - als spätere Stabilitätsanker wertvoll, z.B. wuchskräftige Eichen aus Hähersaat oder einzelne vorwüchsige Lärchen. Sie benötigen Licht und Wuchsraum und die stete Förderung gegenüber der zahlreichen Fichte fördert auch einen stabileren Innentrauf (tief bekronte Bäume).
- Die nächste Pflegeaktivität ist dann erst als Läuterung (bei +/- 10 m Höhe) erforderlich, die speziell auf die Mischanteile ausgerichtet wird. Diese Stabilisierungsanker sollen bei allen nachfolgenden Maßnahmen im Fokus der Pflege stehen.
- Im mittleren Alter um 40 Jahre beginnt bei Höhen ab 20 m die Sturmgefährdung für die Fichten. Darum muss die Aufmerksamkeit mit beginnender Auslese (ab ca. 12 m) konsequent den vorherrschenden Zukunftsbäumen gelten (Baumklasse 1), die das Stabilitätsgerüst innerhalb des Fichtenanteils darstellen.
- Diese gilt es durch vorsichtige Entnahme von Bedrängern (nur Baumklassen 2 und 1) in regelmäßiger, kurzer Folge großkronig zu entwickeln. Je größer die Sturmgefährdung, desto häufiger (3x im Jahrzehnt) und vorsichtiger muss gepflegt werden und desto länger sollen sich die Kronen ausbilden (> 40 %).
- Bis zum Alter 50 sollten die Vorräte unter der Ertragstafelreferenz einer Vollbestockung bleiben (Rahmen: 400 - 500 Vorratsfestmeter) und bei den besten Bonitäten nur langsam

anwachsen. Es gilt die Regel: je höher die Sturmgefährdung einzustufen ist, desto niedriger müssen die Vorräte gehalten werden.

4.3 Gefährdungen einförmiger Strukturen

Die an großflächigen Strukturen orientierte Forstwirtschaft der Vergangenheit war in besonderer Weise auf die Buche und auf die Fichte ausgerichtet. Die Buche hat eine breite ökologische Amplitude und kann i.d.R. sehr gut natürlich verjüngt werden. Bei nicht angepasstem Rehwildbestand hat die dominante Buche die Mischbaumarten in der Verjüngungsphase schnell verdrängt.

Die Fichte ist anspruchslos, wächst sehr schnell und liefert begehrtes Konstruktionsholz. Das hat zu verstärktem Anbau in der Vergangenheit geführt.

Buche und Fichte haben ihr Optimum im sommerfeuchten Klima, eine ausgeglichene Wasserversorgung in der Vegetationszeit ist optimal. Beide - und besonders die Buche - vertragen Konkurrenz und Schatten relativ gut und konnten daher in einförmigen, einschichtigen und ausgedehnten Strukturen fast sich selbst überlassen werden, bis die relativ späte Nutzung im Altholz einsetzte.

Bei ausreichender Wasserversorgung können Buche und Fichte ihre Dominanz entfalten. Während die Buche in der Vergangenheit nur nach extremen Sommern (z.B. 1976) und durch den sauren Regen gegen Ende des letzten Jahrhunderts stärkere Reaktionen gezeigt hat, war der Fichtenanbau im Reinbestand immer schon geprägt von Kalamitäten und aufwendiger Beseitigung der Folgen. Die Fichte war und ist „Brotbaum“ und „Sorgenbaum“ gleichzeitig. Und auch wenn die Buche relativ anpassungsfähig ist und mit gewissem Trockenstress umgehen kann, wird sie künftig bei den noch zu erwartenden klimatischen Veränderungen nur mit höherem Risiko zu bewirtschaften sein.

Vor diesem Hintergrund sollten interessante, ökologisch unbedenkliche europäische Baumarten mit kontinentaler Verbreitung und weitere nordamerikanische Baumarten, die an stärker sommertrockene Bedingungen adaptiert sind und voreiszeitlich zum Teil auch in Mitteleuropa anzutreffen waren, aus Mischwaldüberlegungen nicht von vornherein ausgeklammert werden. Hierzu fehlen im Wesentlichen noch Anbauempfehlungen aus ertragskundlichen Herkunftsuntersuchungen.

Die Buche wird die Hauptbaumart in den Wäldern der Region bleiben. Aber mit verstärktem Auftreten von Vitalitätsschwäche, Fruktifikation und Komplexerkrankungen in älteren Buchenwäldern seit der letzten Jahrtausendwende wird deutlich, dass die Plastizität und Anpassungsfähigkeit der Buche durch die schnell verlaufende Klimaveränderung auf verschiedenen Standorten nicht mehr so umfassend wie gewohnt gegeben ist.

Auslöser ist in der Regel extreme Sommertrockenheit, die für den Befall mit Wurzelschwamm und Rindennekrose disponiert. Unter der Erwartung sich weiter verschärfender Klimabedingungen sollte nicht mehr auf großflächig einförmige Reinbestände auch der Buche gesetzt werden, denn Pathogene und Kalamitäten können geschwächte einförmige Strukturen auch großflächig gefährden.

Wir wissen: Je gemischter sich ein Wald entwickelt und je stufiger er sich in Bezug auf die Alters- bzw. Höhendifferenzierung darstellt, desto geringer ist die Gefahr von flächenhaften Ausfällen durch Pathogene und Kalamitäten.

Strukturreiche Mischwälder haben ein höheres Reaktionspotenzial, um die Auswirkungen von Umweltveränderungen abpuffern zu können und sich bei Ausfällen quasi von innen heraus zu erneuern.

4.3.1 Anpassungsziel: Struktureicher Mischwald

Bei den langen Lebenszyklen unserer Bäume gibt es Altersphasen, die für die Entwicklung von Mischwald günstige Voraussetzungen bieten. Diese wichtigen Zeitfenster erfordern unsere Aufmerksamkeit, um die Weichen in dem anstehenden mittelfristigen Zeitrahmen erfolgreich zu stellen. Sind Kalamitätsflächen in einförmigen Fichtenbeständen wieder in Kultur zu bringen oder natürliche Verjüngungen zu komplettieren und zu sichern, steht eine Dekade intensiver Pflege an. Das ist die entscheidende Phase für die zukünftige Entwicklung.

In Anbetracht der rasanten Veränderung und vielfach möglichen, richtungsgebenden Pflegeimpulsen müssen Prioritäten gesetzt werden, damit die Weichenstellungen mit „Gefahr im Verzug“ nicht verpasst werden und damit sich die Forstbetriebe entsprechend ihren Möglichkeiten ausrichten können. Im Schwerpunkt ist dort vordringlich anzusetzen, wo die größte Gefährdung besteht bzw. die größten Wirkungen zur Entwicklung von Mischwald und stufigen Strukturen erzielt werden können und wo ein Nichthandeln zu Situationen führt, die in eine ungünstige Entwicklung auf lange Zeit münden.

Die Weichen werden langfristig gestellt und dabei ist die Verjüngungs- und Jungwuchsphase vordringlich, um Mischanteile zu sichern und gegebenenfalls mit Pflanzungen zu ergänzen.

- In Bereichen, in denen die Impulse für den natürlichen Nachwuchs zu konzentrieren sind, muss die Jagd konsequent das Gelingen einer vielfältigen Naturverjüngung gewährleisten, damit sich die lichtbedürftigeren Mischbaumarten vorausverjüngen können (Schwerpunktbejagung).
- In der Zielstellung sollte immer ein Anteil von Mischbaumarten in Grundstrukturen von Buche oder Fichte von mindestens 30 % zur besseren Risikoverteilung erreicht und mit mindestens vier unterschiedlichen Baumarten möglichst mit Anteilen ab etwa 10 % angestrebt werden.
- Je größer die Gefährdung einzustufen ist, desto kleiner sind die Bezugsflächen für Mischstrukturen zu definieren. Bei der Buche sind 5 Hektar als Orientierungsfläche geeignet, bei der Fichte eher 1 Hektar.
- Wo Mischung wegen fehlender Samenbäume nicht natürlich zu erwarten ist und dort, wo Lücken in Verjüngungen entstehen, bieten sich Chancen Mischbaumarten einzubringen. Die Pflanzflächen müssen durch kleinflächige Femel im Oberstand genügend Licht erhalten, ausreichend groß sein und immer nachgepflegt werden, damit die Investitionen nicht verloren gehen. Es empfehlen sich Femelgrößen ab 0,3 Hektar.
- Die Vorausverjüngung von Mischarten wie den Ahornen auf nährstoffreichen Böden muss qualitativ gelingen. Sie muss in einem Guss durchwachsen können, um einen Wuchsvorsprung vor der Buche zu erhalten und behaupten zu können. Um dieses Ziel zu erreichen, muss der Verbiss in der kurzen Impulsphase einer Verjüngung auf unter 20 % gehalten werden. Der Lichtkegel wird dann durch Rändeln stets ausreichend mit Licht versorgt.
- Natürlich auflaufende Lichtbaumarten wie vorwüchsige Lärchen im Fichten-Jungwuchs sollen kräftig freigestellt werden und in den Folgemaßnahmen immer eine besondere Begünstigung erfahren, damit sich die Kronen frei entwickeln.
- Mischanteile sollten, wenn sie nicht vorwüchsig sind, aber konzentriert auftreten, im natürlichen Nachwuchs in Buchen oder Fichten herausgearbeitet werden, solange noch der Überblick gegeben ist.

Eine besondere Stellung in den Mittelgebirgswäldern nimmt die Traubeneiche ein. Das Vorkommen dieser Lichtbaumart ist eng mit ihrer enormen Bedeutung in früheren Zeiten verknüpft. Eichen sind flächig aus Pflanzung oder Saat hervorgegangen und mussten immer gegen den Druck der natürlich

eingemischten Buchen „verteidigt“ werden. Unter dem Aspekt der Klimaentwicklung sollen die Flächen für die klimatolerantere Eiche mindestens gesichert werden.

Hier greift der Mischwaldansatz nur bedingt, wenn besonders die Traubeneiche als flächenprägende Baumart eine kalkulierbare Zukunftsoption darstellen soll. Einerseits können neu entstehende, größere Störfelder mit Eichen aufgeforstet werden, andererseits können vorhandene Alteichenbestände für eine Erneuerung aus Eichen-Naturverjüngung vorbereitet werden. Natürliche Mischanteile der Buche sind dort grundsätzlich vorhanden, müssen aber immer wieder zurückgedrängt werden, wo sie den Eichen in die Kronen wachsen.



Abb. 30:

Bestandbildende Alteichen im Stadtwald Naumburg mit Buchen-Mischanteilen. Die großflächigen Bestände sollen nicht an die konkurrenzstarke Buche „verloren gehen“ und natürlich auf Eiche verjüngt werden.

5 Beispielhafte Handlungsmuster

5.1 Natürliche Verjüngung von Buchen-Mischwald im eutrophen Standortspektrum

Auf dem Weg zum strukturreichen Mischwald mit der Perspektive Dauerwald und Einzelstamm orientierter Nutzung bieten die eutrophen Standorte ein großes Potenzial. Die Verjüngungsschritte wurden bisher regelmäßig in Buchenmischbeständen der Reifephase eingeleitet. Gelingen muss ein Vorsprung von Halbschatt- (Bergahorn) und Lichtbaumarten (Spitzahorn, Lärche,..) in Lichtkegeln, bevor die Buche eine Verjüngung komplettiert. Diese Mischbaumarten haben in der Regel jedes Jahr eine gute Samenbildung und bei gutem Licht wachsen sie nach dem Keimen der Buche voraus. Die waldbauliche Strategie der Vorausverjüngung ist unter den klimatischen Veränderungen mehr denn je angezeigt.

Im ersten Schritt werden kleine Gruppen entnommen und Lichtschächte in einer sonst geschlossenen Grundstruktur geschaffen. Regelmäßig laufen die genannten Arten zahlreich auf. Viel zu häufig scheitert diese Strategie dann aber am Verbiss. Obwohl nach der Rechtslage (§ 21 Hess. Jagdgesetz) „die Jagdausübungsberechtigten verpflichtet sind, die Jagd so auszuüben, dass sich die im Wald vor-

kommenden wesentlichen Baumarten entsprechend den natürlichen Wuchs- und Mischungsverhältnissen des Standorts verjüngen“ sollen.

Das fatale an fehlschlagender Vorausverjüngung ist, dass ein eingeschlagener Weg nur ein kurzes Zeitfenster für die Mischbaumarten offen lässt, bevor die Buche die Lücke vollständig schließt. Zielführend ist die Abgrenzung von Verjüngungsschwerpunkten, in denen die waldbaulichen Initialimpulse anstehen und die dann durch jagdliche Konzentration (Bejagungsschwerpunkte) auf Rehwild und Rotwild entlastet werden.

Mit der Einleitung einer Vorausverjüngung kann bereits in der Ausreifung von Buchenbeständen (60 - 90-jährig) begonnen werden, wenn qualitativ schlechte Gruppen in den Beständen vorkommen. Diese können vorzeitig aufgelöst und mit erfolgreichem Entstehen von Verjüngungskegeln der Mischbaumarten nach und nach erweitert werden. In dieser Altersphase sind auch größere Femel z.B. bei Infektionsherden (Schleimfluss der Buche, Eschentriebsterben) noch unkritisch für den Restbestand. Dort bietet sich dann ein Auspflanzen (z.B. Weißtanne) zur Anreicherung an.



Abb. 31 + 32:

Frühe Vorausverjüngung von Mischbaumarten (hier Bergahorn) und verzögerte Nutzung in vitalen Altholzgruppen führen über Jahrzehnte zu dauerwaldartigen Strukturen.

Andererseits sollten die qualitativ guten Bereiche weiter relativ geschlossen bleiben und in eine längere Reifephase geführt werden, wenn keine massiven Qualitätsverluste zu befürchten sind. Mit der Ausrichtung der Pflege auf das Mittelholz und auf den Einzelstamm im Starken sowie einer Ausdehnung des Verjüngungszeitraums wird der Übergang in eine gemischte Dauerwaldstruktur erreicht.

5.2 Natürliche Verjüngung älterer Eichenwälder im Stadtwald Naumburg

Die natürliche Verjüngung der Lichtbaumart Eiche mit dem Ziel einer kontinuierlichen Erneuerung alter Eichenbestände ist eine Besonderheit. Es handelt sich um rund 80 Hektar, auf denen +/- 200-jährige vitale Eichen einen Anteil im starken Baumholz von rund 60 % einnehmen - mit einem vitalen Mischungsanteil etwa 100jähriger Buche. Nur vereinzelt sind Verjüngungsansätze (Buche) zu finden. Die Bestände würden sich mittelfristig vollständig auf Buche verjüngen. Die Qualität der Eichen und die Klimaentwicklung lassen ein Umsteuern sinnvoll erscheinen, das mit einer Perspektive auf mindestens 30 Jahre waldbaulich nicht überlasten soll und ökologisch wie betriebswirtschaftlich eine gute Alternative darstellt.

Da solches Umsteuern in der Projektregion (Buchenoptimum) noch nicht zum waldbaulichen Standard gehört, wurden die Forstämter Weilmünster (Hessen) und Lahnstein (Rheinland Pfalz) besucht, die bereits seit Jahren die natürliche Verjüngung der Traubeneiche in vergleichbaren Beständen und auf ähnlichen Böden strategisch verfolgen und mit Lichtmessungen begleiten. Die positiven Erfahrungen dort bei vergleichbaren Jahresniederschlägen aber ausgedehnten Trockenphasen im Sommer lassen perspektivisch ein Gelingen in der Projektregion erwarten.

Zur Strategie gehört, dass die Bestände zunächst geschlossen bleiben. Die Eiche kommt als Keimling mit sehr wenig Licht aus (2 - 3 % des Freilandlichtes) und benötigt erst nach 3-4 Jahren mehr Licht. Nach dem Vorgehen in den Beispielbetrieben wurden im Herbst 2016 bei mäßiger Eichen- und sehr starker Buchenmast einzelne Kleingatter unter den Alteichen eingerichtet. Im späten Frühjahr 2017 und bis weit in den Sommer hinein sind Eichenkeimlinge im Gatter aufgelaufen.



Abb. 33 + 34:

Im Kleingatter keimen Eichen und Buchen bereits bei weitgehend geschlossenem Kronendach. Außerhalb verhindern das Schwarzwild und die beiden anderen Schalenwildarten ein frühes Auflaufen.

Das Verhältnis von Eichen- zu Buchenpflanzen betrug zum Sommeranfang 40 / 60. Außerhalb der Gatter sind dagegen nur vereinzelt Keimlinge beider Baumarten zu finden. Der Grund für ein Ausbleiben von Eichenverjüngung – das bestätigen die Erfahrungen – ist regelmäßig im Wildeinfluss zu sehen. Hier spielt das Schwarzwild im Winter und Frühjahr eine gewichtige Rolle.

Weiteres Vorgehen: In den Kleingattern wird die Buchenkonkurrenz entfernt, um die Entwicklung der Eichen nicht zu gefährden. Der nächste Schritt sieht in etwa zwei Jahren einen gezielten Lichthieb zur deutlichen Verbesserung der Beleuchtung vor. Dann folgen weitere Entnahmen zum Licht hin bis zur Freistellung des Eichen-Nachwuchses. Bei zu erwartenden guten Eichenmasten sollen rasterartig weitere Kleingatter eingerichtet werden, die dann in der Folge hohe Aufmerksamkeit erfordern. Ein Vorgehen ohne Kleingatter wird wegen des umfassenden Wilddrucks für die flächige natürliche Verjüngung der Eiche als nicht zielführend erachtet.

5.3 Vereinzlung im flächigen Fichten-Jungwuchs

Je höher das Risiko für die Fichte einzuschätzen ist, desto früher sollte unter älteren Fichten eine Mischwald-Entwicklung eingeleitet oder mit Vorbereitungen auf einen Baumartenwechsel begonnen werden.

Besonders auf ärmeren Böden stellt sich aber unter angerissenen älteren Fichten, die sich allmählich auflösen, dichte Naturverjüngung der Fichte ein. Hier muss früh beginnend auf eine stabilere Waldstruktur in einem Fichten-Grundgefüge hingearbeitet werden. Es gilt, vordringlich durch Vereinzlung

- eingemischte, stabilisierende Baumarten konsequent zu erhalten und zu fördern und
- die Einzelbaumstabilität (Standraum, Kronen) der Fichten von Beginn an zu entwickeln.

Die Vereinzlung ist für undifferenzierte Naturverjüngung der Fichte zwischen 3 und 6 m Höhe beschrieben. Sie läuft sehr schematisch ab. Die Anzahl der Jungpflanzen wird auf einen weiten Verband (2 x 2 m / 2 x 2,5 m) gebracht und dadurch von ca. 20.000 Pflanzen auf 2.000 bis 2.500 reduziert. Der Effekt für die verbleibenden Pflanzen ist enorm. Durch die massive Entnahme von Konkurrenz verbessert sich für Jahre die Versorgung der Pflanzen, sie wachsen wesentlich stärker als in nicht vereinzelt Jungwüchsen.

Mit einer Vereinzlung sollten allerdings gleichzeitig Mischanteile herausgearbeitet werden - unabhängig vom gewählten Arbeitsraster. Je geringer Mischbaumarten vorkommen, desto konsequenter müssen diese gefördert werden. Der Ansatz ist auf truppweise förderbare Anteile ausgerichtet, soll aber stabile Einzelpflanzen ebenfalls einbinden, z.B. vorwüchsige Lärchen und kräftige Eichen-Jungpflanzen. Gegebenenfalls ist sogar ein „Köpfen“ von Fichten als „Stützgerüst“ um einzelne Hoffnungsträger dieser Lichtbaumarten zweckmäßig.



Abb. 35 + 36:

Vereinzlungen flächiger Fichten-Naturverjüngungen bietet gute Möglichkeiten Mischbaumarten zu fördern .

Bei der Vereinzlung steht strategisch im Vordergrund, die Mischwaldstruktur auf den Weg zu bringen. Deshalb stehen auch differenzierte Fichten-Jungwüchse mit im Fokus. Neben den waldbaulichen Vorteilen rechnet sich die Maßnahme auch betriebswirtschaftlich, weil die spätere Erstdurchforstung bereits ein positives Ergebnis erwarten lässt, das diesen vorlaufenden Aufwand mehr als kompensiert.

Der richtige Zeitpunkt einer Maßnahme ist erreicht, wenn weitgehend ausgeschlossen werden kann, dass durch nachziehende Naturverjüngung kein erneuter Dichtschluss entsteht. Als nächster Pflegeschritt steht dann nur die Förderung der Mischbaumarten im Rahmen der Läuterung (8 - 10 m) an, bevor in der Fichte die erste Durchforstung bei Höhen zwischen 12 und 15 m einsetzt.

Im Voraus soll eine Ersterschließung angelegt werden, damit eine ausreichende Orientierung in der Durchführung gewährleistet werden kann. Die Vereinzlung soll wegen der Kupferstecher¹⁰-Gefahr nicht vor Mitte September erfolgen.

Der Aufwand ist mit +/- 30 Stunden / Hektar zu kalkulieren.

¹⁰ Zur Massenvermehrung neigender Fichten-Borkenkäfer