

Die Position der Weisstanne in Belgien : Erfahrungen ausserhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes

Autor(en): **Miegroet, M. Van**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **115 (1964)**

Heft 9-10

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-765528>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Die Position der Weißtanne in Belgien

Erfahrungen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes

Von *M. Van Miegroet* (Gent, Belgien)

Oxf. Nr. 181

1. Die Verbreitung der Weißtanne in Belgien

In Belgien, das völlig dem Gebiet des Laubmischwaldes angehört, kommen seit dem fünften Jahrhundert keine autochthonen Nadelbaumarten mehr vor.

Die Weißtanne hat in der Nacheiszeit sogar immer gefehlt, und nur in tertiären Tonablagerungen in einem beschränkten Gebiet um Venlo und Turnhout wurden von Reid (40) Pflanzenreste von «*Abies pectinata*» gefunden. Die gleichzeitige Anwesenheit an dieser Fundstelle von *Magnolia Kobus* und *Vitis vinifera* deutet jedoch auf ein bestimmt wärmeres und feuchteres Klima hin, als wir es heutzutage haben.

Die ersten bescheidenen Anbauversuche mit Weißtanne wurden erst um 1770 durchgeführt. Vorher kam diese Baumart in Belgien fast nicht vor, auch nicht sporadisch oder als Einzelbaum, obwohl die fehlerhafte Bezeichnung «Sapin» für Fichte oder Föhre in älteren Schriften und Kartenwerken zur gegenteiligen Folgerung führen könnte.

1.1. Das potentielle Verbreitungsgebiet der Tanne in Belgien

Im Laufe der letzten Baumarten-Emigration während der postglazialen Wärmeperiode ist die Weißtanne, bei der Wanderung in nördlicher Richtung vom Schweizer Jura ausgehend, am Nordrand der Vogesen stehen geblieben (42).

Auf diese Weise wurde sie abgetrennt von ihren natürlichen Begleitern, der Fichte und vor allem der Buche, die am Ende der subborealen Periode in den belgischen Ardennen ein Optimum erreichten, wie zum Beispiel durch die pollenanalytischen Untersuchungen von Bouillenne (25) bewiesen worden ist.

Zur Erklärung der Abwesenheit der Tanne in Belgien liegen zwei Hypothesen vor:

1. die wirkliche Untauglichkeit der belgischen Standorte oder des belgischen Klimas für die Tanne;
2. das Unvermögen der Tanne, sich anzusiedeln und zu erhalten in der ziemlich schmalen Übergangszone zwischen Vogesen und Ardennen.

Letztere Hypothese trifft am meisten zu und stimmt merkwürdigerweise auch überein mit der Aussage Strabonius', der schon frühzeitig auf die Diskontinuität zwischen Vogesen und Ardennen hingewiesen hat (40).

Die Untauglichkeit der Übergangszone ist nicht in erster Linie auf den herrschenden Temperatur- und Niederschlagszustand zurückzuführen. Sie ist eher durch nachstehende Umstände zu erklären:

1. die verhältnismäßig lange Dauer der Vegetationsperiode, wodurch die Gefahr für Spätfrost zunimmt;
2. das Auftreten, in unregelmäßigen Zeitabständen, von Trockenperioden, indem von Prignon (38) bewiesen wurde, daß eine relative Luftfeuchtigkeit von 50 Prozent zur dauernden Verwelkung der Tannensämlinge führt;
3. die ungenügende Wasserreserve im Boden, vor allem in den tieferen Horizonten (28, 42), wie auch schon teilweise von Guinier (32) vermutet wurde.

Mittels verschiedenartiger Analysen wurde andererseits bewiesen, daß der größere Teil Belgiens, südlich der Linie Maas—Samber, ohne jeden Zweifel zu einem potentiellen oder virtuellen Verbreitungsgebiet der Tanne gehört.

So hat Boudru (26) aus dem Studium des Vorkommens in Belgien von *Sambucus racemosa* L. und *Polygonatum verticillatum* All., zwei Begleitern der Tanne in ihrem natürlichen Areal, auf die Tauglichkeit für den Tannenbau der Ardennen, des belgischen Jura und der Gegenden mit Kalk und Schiefer geschlossen. Der relativ marginale Charakter des von Boudru abgegrenzten Gebietes wird jedoch betont durch die Abwesenheit eines dritten natürlichen Begleiters, *Prenanthes purpurea*.

Die Folgerungen von Boudru werden bestätigt durch das Studium der möglichen Verbreitung der Tanne in Belgien, ausgehend von Klimaindexen und klimatischen Merkmalen der Vegetationszeit, wie diese von verschiedenen Autoren zur Begrenzung des Tannenareals angenommen und vorgeschlagen wurden.

Rübner: Frostfreie Vegetationszeit von wenigstens drei Monaten (45) = Praktisch ganz Belgien.

Rübner: Durchschnittstemperatur von 13 bis 14°C für August und Juli (45) = Praktisch ganz Belgien.

Rol: Durchschnittliche Jahrestemperatur unter 8°C (44) = Größter Teil der Ardennen und Norden des Jura.

Marginale Verhältnisse im Gebiet zwischen Linie Maas—Samber und Nordgrenze der Ardennen sowie im südlichen Teil des Jura (Fig. 1).

Rol: Jahresniederschlagsmenge über 800 mm und optimal bei 1200 mm = Der größere Teil von Belgien hat einen Niederschlag über 800 mm, und im Gebiet des Jura und der Ardennen steigt der Niederschlag über 1000 mm. Optimale Niederschlagsmengen von 1200 mm und mehr im Norden des Jura sowie im Nordosten und Südwesten der Ardennen (Fig. 2).

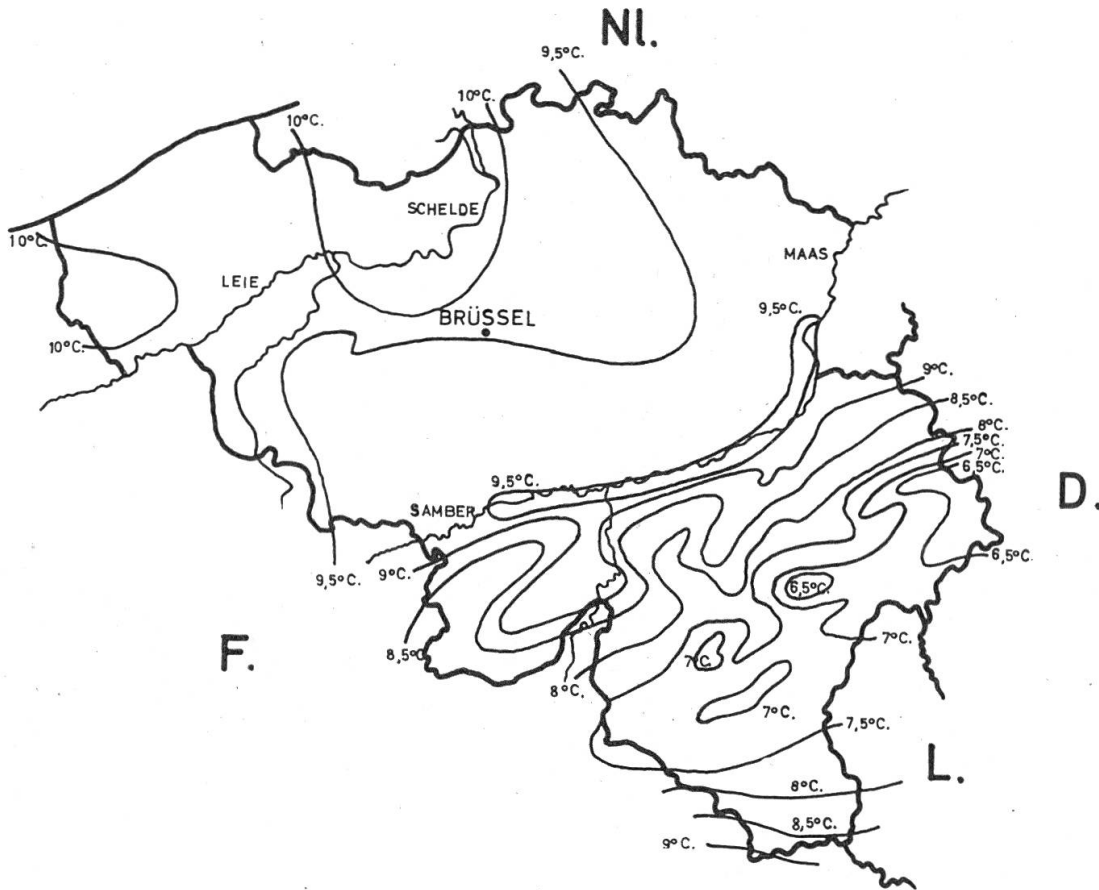


Fig. 1

Die Verteilung der durchschnittlichen Jahrestemperatur in Belgien.

Perrin: Ariditätsindex von de Martonne über 60 = Ardennen bei Höhenlagen über 350/400 m.

Rol: Ariditätsindex von de Martonne über 50 (44) = Ardennen und nördliches Grenzgebiet der Ardennen sowie Jura. Marginales Übergangsgebiet mit einem Index zwischen 45 und 50 in den Tälern von Maas und Samber (Fig. 3).

Schließlich kann, unter Berücksichtigung verschiedener Standortaspekte und Klimamerkmale, nachstehende zonale Einteilung von Belgien als Ausgangspunkt für den Tannenbau vorgeschlagen werden (Fig. 4):

- Zone I Tannenbau völlig ausgeschlossen.
Niederschlag unter 800 mm, manchmal sogar weniger als 750 mm. Durchschnittliche Jahrestemperatur über 9,5 °C und bis 10 °C und mehr ansteigend.
Küstenzone, Gebiet der Schelde, Nordosten des Landes.
- Zone II Tannenbau nur in beschränktem Ausmaß möglich, wenn außergewöhnliche Verhältnisse (Wasserhaushalt, Überschirmung, Bestandesbegründung und Bestandespflege) vorliegen.

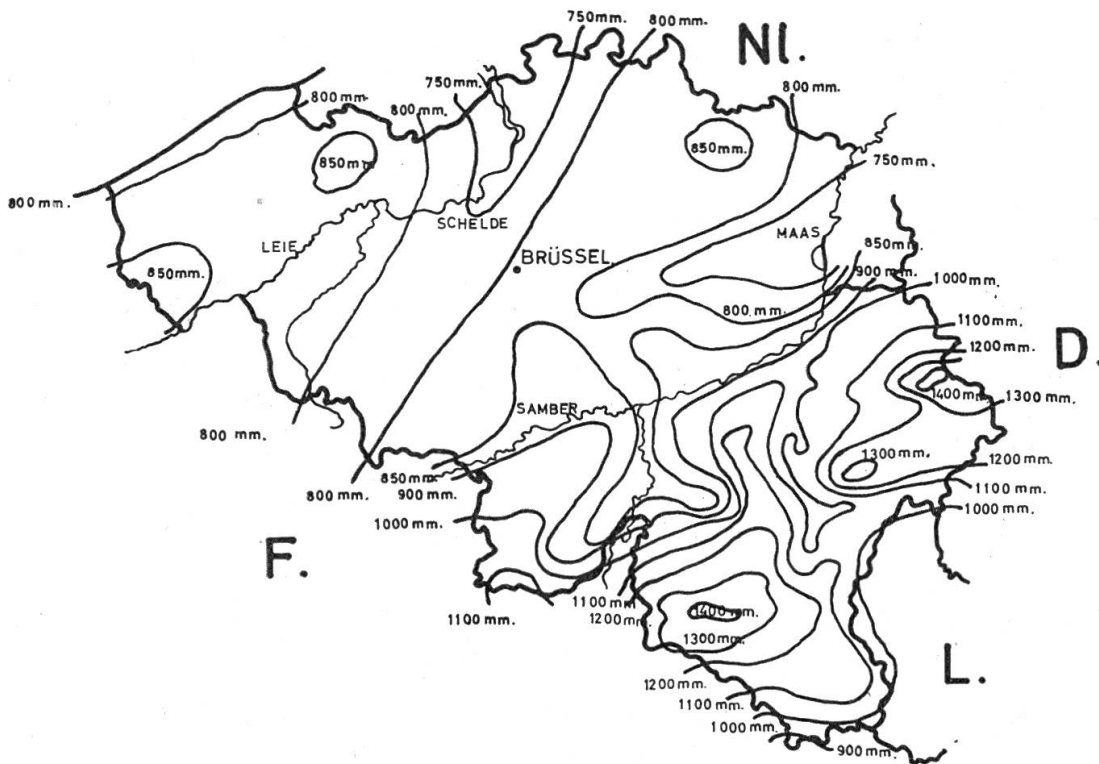


Fig. 2
Die Verteilung der Niederschlagsmengen in Belgien.

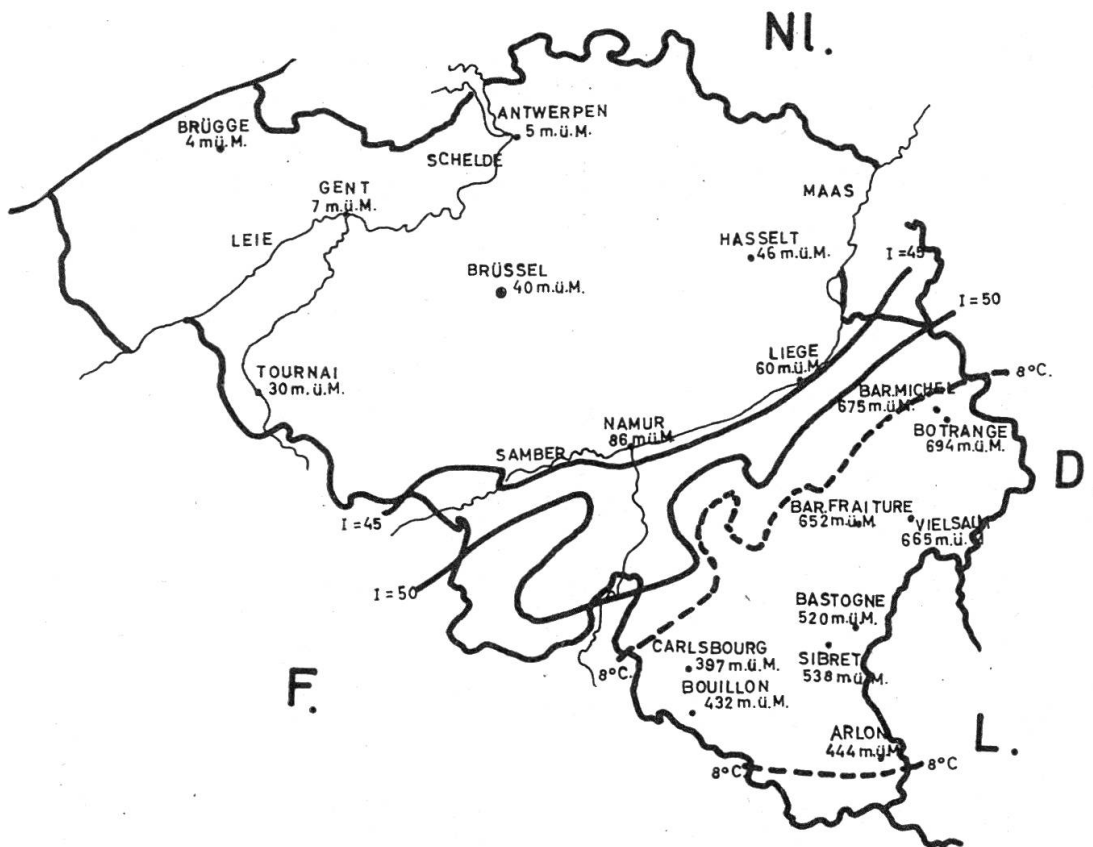


Fig. 3
Höhenlagen und Verteilung der Ariditätsindexe in Belgien.

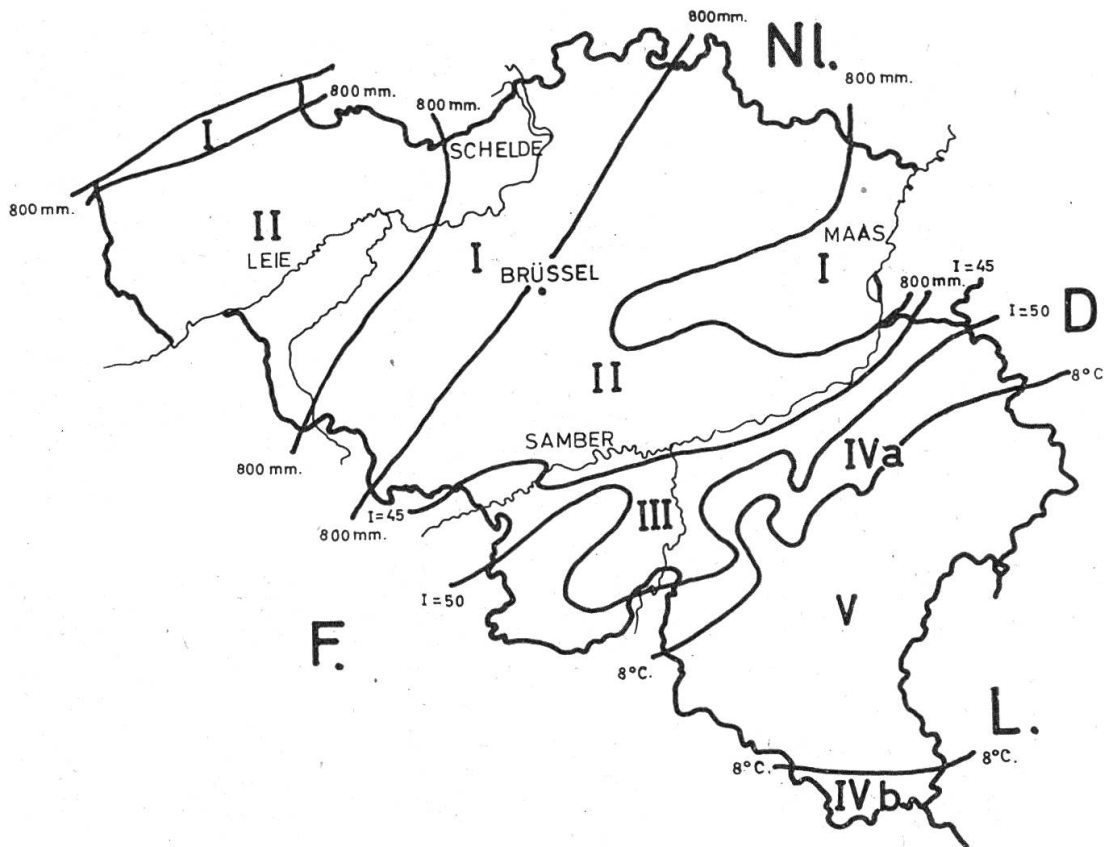


Fig. 4

Die zonale Einteilung von Belgien für den Tannenbau.

Niederschlag zwischen 800 und 875 mm.

Durchschnittliche Jahrestemperatur 9 bis 9,5 °C.

Ariditätsindex zwischen 40 und 45.

Der übrigbleibende Teil des Landes nördlich der Linie Maas—Samber.

Zone III Tanne untergeordnetes Bestandeselement bei günstigen Bodenverhältnissen.

Niederschlag zwischen 900 und 1000 mm.

Gebiet im Norden begrenzt durch Linie Maas—Samber (A.-I. = 45) und im Süden durch Jahresisotherm von 8,5 °C, zusammenfallend mit Linie für A.-I. = 50.

Zone IV Tanne wichtiges Bestandeselement.

Nördliche Unterzone (IVa) zwischen den Jahresisothermen von 8,5 °C und 8 °C, mit einem Niederschlag zwischen 1000 und 1100 mm.

Südliche Unterzone (IVb) im Jura, südlich des Jahresisotherms von 8 °C, mit Niederschlag zwischen 900 und 1000 mm.

Zone V Tanne als potentiell dominierende Baumart.
Dieses Gebiet wird begrenzt durch die Jahresisotherme von 8 °C im Norden und im Süden und umfaßt den größten Teil der Ardennen.

Innerhalb dieses Gebietes sinkt die durchschnittliche Jahrestemperatur örtlich ab bis 6,5 °C, wechselt der jährliche Niederschlag, mit Ausnahme von einigen kleineren Enklaven, zwischen 1100 und 1400 mm und liegt der Ariditätsindex immer über 50, ausnahmsweise sogar bei 70.

Das Optimumgebiet der Tanne in dieser Zone liegt im Nordosten (Vielsalm) und im Südwesten (Bouillon) der Ardennen.

Bei Höhenlagen über 500 m sind die ökologischen und klimatischen Verhältnisse jedoch meistens günstiger für die Fichte als für die Tanne und manchmal ist Tannenbau sogar völlig ausgeschlossen.

Zuletzt sei noch zu bemerken, daß innerhalb der fünf Zonen die Standortverhältnisse selbstverständlich sehr verschieden sein können.

Bei der endgültigen Beurteilung der Standorttauglichkeit für den Tannenbau muß der örtlichen Bodenstruktur, dem Wasserhaushalt im Boden und den Schutzverhältnissen die größte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

1.2. Wirkliche Verbreitung und Anbau der Weißtanne in Belgien

Obwohl die Weißtanne nicht autochthon ist in Belgien, ist das potentielle Verbreitungsgebiet doch ziemlich groß und sind die Anbaumöglichkeiten zahlreich.

Für diese wertvolle Gastbaumart entstand frühzeitig ein reges Interesse unter dem Einfluß von Mellard, Gayer, Visart de Bocarmé und der französischen Forstlehre, vor allem jedoch durch den regelmäßigen Kontakt mit Forstleuten aus den benachbarten Vogesen.

Zu einer großflächigen Ansiedlung und allgemeinen Anwendung der Tanne hat dies aber nie geführt. Es wurde immer sehr viel über die Tanne geredet und geschrieben, wie Jacquemin (27) sagt, mit einer Sympathie «...aussi générale que théorique...», es wurden auch viele Experimente, obwohl beschränkt im Umfang, angelegt, aber ein wichtiges Bestandeselement ist die Tanne bis heute in Belgien noch immer nicht geworden. Man könnte vielmehr der Meinung sein, daß sie in den letzten Jahren zunehmend von den schnellwüchsigeren Baumarten wie Douglasie und auch von *Abies grandis* verdrängt worden ist.

Sehr wahrscheinlich wurde die Tanne zum erstenmal verwendet um 1780, und zwar im Nordosten der Ardennen, im «Hertogenwald», wo der damalige «Waut-maître», de la Saulx, Saaten angelegt hat mit Saatgut, das aus Deutschland (Leipzig oder Frankfurt) eingeführt wurde (40).

Man kann, mit gewisser Berechtigung, vermuten, daß de la Saulx bei der Baumartenwahl für seine Experimente beeinflusst worden ist durch die

im benachbarten Großherzogtum Luxemburg erzielten Resultate, wo der erste Tannenbau im bekannten Juckelbusch schon um 1759 stattgefunden hat (36).

Aus den ersten Experimenten ist um 1810 auch ein guter Bestand in Anthée-Miavoye entstanden, möglicherweise sogar infolge Naturverjüngung (8). Andererseits wurden kurz nach 1840 im Auftrag des damaligen Königs, Leopold I., Tannen gepflanzt im «Domaine Royal d'Ardenne» unter der Führung des dazu berufenen sächsischen Forstmannes Simba.

Nach 1870 kam ein erneutes Interesse für die Tanne zum Vorschein. In dieser Zeit wurden die Bestände von «Bois St-Jean» (1860), Conjoux (1870), Carlsbourg (1880), Sibret in der Nähe von Bastogne (1880), St-Fontaine (1880) und im Hertogenwald (1882) begründet. In den meisten Fällen handelte es sich um Versuche zur wirklichen Bestandesbildung auf der Basis von Tanne, eventuell durch gruppenweise Beimischung der Tanne im Sinne einer Umwandlung oder Anreicherung von degradierten und verjüngungsunfähigen Beständen.

Nach 1905 hat man die Weißtanne fast ausschließlich als Umwandlungsbaumart betrachtet zur Verbesserung von labilen oder degradierten Beständen, insbesondere für die gruppenweise Umwandlung von homogenen Fichtenbeständen (Vielsalm, Marche), für den Unterbau von Föhrenbeständen (Grand Bois, Mellier), für die Anreicherung von vorratsarmem Mittelholz (Bièvre) sowie für die Umwandlung von ausgedehnten Niederwaldflächen (Paliseul).

Diese verschiedenen Initiativen sind jedoch meistens lokalisiert geblieben und in vielen Fällen nur der besondern Tüchtigkeit einzelner Forstleute zu verdanken. Infolgedessen und obwohl der Anbauwert und die waldbauliche Bedeutung der Tanne allgemeine Anerkennung gefunden haben, ist das Anbaugesbiet dieser wichtigen und wertvollen Baumart noch immer sehr beschränkt und ist sie sicher ungenügend am Bestandaufbau beteiligt.

Und tatsächlich, überall, wo dem Charakter, dem Wachstumsverlauf und den waldbaulichen Anforderungen der Tanne genügend Rechnung getragen wurde, sind positive Resultate im Sinne einer Steigerung der Produktion, einer Zunahme der Wertleistung und einer auffallenden Verbesserung der Bestandesstruktur erreicht worden. Es liegen wenig Beispiele vor, wo, bei passender Anwendung der Tanne, Wachstum, Bestandaufbau-Vermögen und bestandesverbessernde Wirkung nicht befriedigt haben. Außerdem konnte wiederholt festgestellt werden, daß die natürliche Verjüngung der Tanne keine besondern Probleme hervorruft (Ardennen, Bois St-Jean, Kempen, Carlsbourg, Anthée, Parc d'Ardenne).

Auch die Versorgung mit Saatgut passender Herkunft aus einem möglichst nahe gelegenen natürlichen Verbreitungsgebiet hat niemals Schwierigkeiten ergeben.

Für die ersten Versuche am Ende des 18. Jahrhunderts im Hertogenwald

wurde das Saatgut aus Leipzig oder Frankfurt bezogen. Für den Anbau in Carlsbourg wurde Saatgut aus Württemberg eingeführt, und bedeutende Mengen sind aus den Vogesen gekommen. Auch die Schweiz war, in einer noch immer sehr geschätzten Weise, beteiligt an der Verbreitung der Weißtanne in Belgien, indem die «Société forestière Vaudoise», auf Vorschlag von A. Barbey und von Biolley 1919 einige Millionen Tannensämlinge zur Verfügung gestellt hat zur Wiederherstellung von Forsten und Wäldern, welche durch die Kriegsereignisse 1914–18 gelitten hatten.

Zum Schluß ist noch zu bemerken, daß die Weißtanne in Belgien eine ausgezeichnete Immunität gegen die üblichen Parasiten und Krankheiten gezeigt hat. Die Sämlinge sind meistens sehr resistent gegen «damping-off» (18). Befall durch *Fomes annosus* oder *Armillaria mellea* kommt sehr selten vor und ist meistens lokaler Art (18), und auch *Dreyfusia nüsslini* hat sich bis jetzt noch immer nicht als sehr gefährlich erwiesen.

Die Beschränkung des Tannenbaus ist demzufolge nicht in der Hauptsache zu erklären durch Umstände biotischer oder ökologischer Art. Eine viel größere Rolle spielen forstpolitische und betriebstechnische Verhältnisse sowie die Eigenart der Biozönose, in welcher die neuangebaute Tanne sich zurechtfinden muß.

Als wichtigste Ursachen für die beschränkte Verbreitung der Weißtanne in Belgien sind zu erwähnen:

1. *Die schwierige Kultur der Tanne im Pflanzgarten.* Vorbereitung und Behandlung des Saatgutes, Aussaat sowie Pflege und Überschirmung der Sämlinge erfordern mehr Eingriffe und größere Aufmerksamkeit, als dies für die üblichen Baumarten der Fall ist.

Die Notwendigkeit, ausselektiertes Saatgut einzuführen, steigert zusätzlich die Anbaukosten.

Diese Beschwerden haben eine große praktische Bedeutung in einem Land wie Belgien, wo in kurzer Frist ausgedehnte Flächen aufzuforsten und anzureichern sind.

2. *Das Wuchsergebnis der Weißtanne in Arboreta.* In der Absicht, Angaben zu sammeln über den relativen Wachstumswert einer Anzahl nicht autochthoner Baumarten, die für die Aufforstung oder für die Bestandesumwandlung in Betracht kommen könnten, wurde versuchsweise eine ganze Reihe von *Arboreta* in verschiedenen Teilen des Landes angelegt.

Bei deren Begründung konnte nicht immer allen Anforderungen der einzelnen Baumarten Rechnung getragen werden. Demzufolge ist das Wuchsergebnis der schatten- und schutzbedürftigen Baumarten immer etwas unbefriedigend und sicher nicht mit dem von weniger bedürftigen Baumarten zu vergleichen.

So sind im Arboretum die Fichten, Föhren, Douglasien und sogar einige exotische Tannenarten der Weißtanne meistens überlegen. Man sollte diesen Experimenten nicht eine zu große Bedeutung zumessen, aber, auch wenn

im Walde manchmal das Gegenteil bewiesen wurde, hat sich eine falsche Interpretation nicht immer vermeiden lassen.

3. *Die Häufigkeit von Wildschäden.* Wildverbiß an der Tanne ist in vielen Gebieten besonders groß. Vor allem Rehfraß am Endtrieb führt zu bleibenden Wertverminderungen.

Das Wildproblem kann, infolge der Art des Anbaus der Tanne und vor allem infolge der bevorzugten Kleingruppenmischung, nicht immer auf einfache Weise gelöst werden mittels Einzäunung. Die gute Regelung des Wildbestandes scheint die einzige praktische Möglichkeit zu bieten: Überall, wo diese Maßnahme erfolgreich durchgeführt werden konnte, hat die Tanne sich gut bewährt.

4. *Die Empfindlichkeit für Spätfrost.* In ungeschützten Lagen, vor allem bei Abwesenheit eines passenden Oberschirmes, ist der Schaden durch Spätfroste an jungen Tannen häufig und manchmal besonders groß. Dies ist sogar der Fall im Optimumgebiet der Tanne, im Süden des Landes, bei Höhenlagen zwischen 300 und 500 m.

Nebst dem Fehlen der Überschirmung wird der Schaden begünstigt durch den frühzeitigen Beginn des Wachstums, durch die lange Dauer der Vegetationsperiode, sowie in den Ardennen durch das Auftreten von Spätfrosten bis Ende Mai (durchschnittlich bis 20. Mai) und ausnahmsweise sogar im Juni und Juli.

Infolge der geringen Plastizität der Baumkrone ist keine gute Rekuperation nach Frostbeschädigung zu erwarten und muß immer mit einer bedeutenden Verminderung der Baumqualität gerechnet werden.

Dieser Frostscha den läßt sich jedoch gewissermaßen vermeiden durch langes Erhalten eines schützenden Oberschirmes sowie durch den Gebrauch von Herkünften aus niedrigeren Lagen.

5. *Die Verdrängung durch schnellwüchsige Exoten.* Wegen des langsamen Jugendwachstums und des delikaten Charakters der Weißtanne hat man häufig, auch auf guten Tannenstandorten, den Anbau von schnellwüchsigeren Exoten, vor allem der Douglasie, bevorzugt.

Diese ermöglicht eine rasche Bedeckung von größeren unbeschrirnten Bestandesunterteilen und Kahlflächen, sie ist ergiebig, sie erträgt auch nötigenfalls einen leichten Schattendruck und eignet sich deswegen sowohl für die Aufforstung als für die schnelle Bestandesumwandlung.

In letzter Zeit ist man wieder zurückhaltender geworden, hauptsächlich infolge zunehmenden Windwurfes der Douglasie.

6. *Die unangebrachte Anwendung der Tanne.* Tannenbau an ungeeigneten Standorten, vernachlässigte Pflege und methodische Anbaufehler haben schlechte Wuchsergebnisse zur Folge gehabt, vor allem im Vergleich zur weniger bedürftigen Fichte, die zudem auch noch ein rascheres Jugendwachstum aufweist.

Diese Mißerfolge sind nicht immer korrekt beurteilt worden und haben oft die nachfolgende Baumartenwahl beeinflußt.

Zu den häufigst vorkommenden Fehlern sind zu rechnen :

- a) Pflanzung der Tanne auf der Kahlfäche oder in größeren Gruppen, Pflanzung bei ungenügendem Schutz und vorzeitige Entfernung des Oberschirmes ;
- b) die Reihenmischung mit Fichte, vor allem bei großem Reihenabstand zwischen den Fichten und Zwischenpflanzung mit Tanne und Buche ;
- c) die Pflanzung in kurz vorher geschlagenem Niederwald.

Im gegenteiligen Fall, wo die Tanne kleingruppenweise beigemischt wurde und vom Schutz eines allmählich aufgelichteten Oberschirmes profitieren konnte, hat sie die Fichte rasch eingeholt und in vielen Fällen nach kurzer Zeit (30 bis 40 Jahre) sogar überwachsen.

7. *Der Kahlschlagbetrieb und die Großflächenwirtschaft.* Kahlschlagbetrieb und Großflächenwirtschaft gehören grundsätzlich nicht zur belgischen forstlichen Tradition ; dafür ist der französische Einfluß immer zu groß gewesen. Sie sind deshalb eine Folge vieler spezifischer Umstände und Verhältnisse des letzten Jahrhunderts.

Nach der Entwaldungsperiode von 1830 bis 1870 hat der belgische Waldbau zwischen 1870 und 1910 ein lebendiges Interesse gezeigt für die Kleinflächenwirtschaft, den ungleichaltrigen Mischbestand und angewandte plenterartige Verfahren.

Die Möglichkeiten der Ödlandaufforstung und die aufeinanderfolgenden Kriegsereignisse, begleitet durch Waldvernichtung und Übernutzung, haben nachträglich zum raschen Wiederaufbau der Holzvorräte und zur schnellen Aufforstung riesiger Kahlfächen verpflichtet.

Unter diesen Umständen konnte die Tanne nur ausnahmsweise angebaut werden.

2. Erfahrungen mit dem Tannenbau in Belgien

2.1. Die Art und Weise des Anbaues

Die Erfahrungen mit dem Tannenbau in Belgien, sei es auch nur auf beschränkter Fläche, erlauben vorangehend die nachstehenden Feststellungen.

Die Weißtanne ist eine Baumart, die in Belgien, speziell im Gebiet und an der Peripherie der Ardennen, das heißt überall, wo die jährliche Niederschlagsmenge 1000 mm übertrifft und wo die durchschnittliche Jahrestemperatur niedriger ist als 8 °C, eine gute Wuchskraft aufweist.

Sie ist nicht als ein Exot zu betrachten, sondern als eine wertvolle Gastbaumart, die, bei passender Anwendung, der Fichte in Wachstum und Möglichkeiten überlegen ist.

Ihre ökologische Stellung gegenüber Exoten und andern Gastbaumarten wird am deutlichsten illustriert durch ihre große Verjüngungspotenz, indem sie ab 50 Jahren sehr viel Saat produziert (28) und sich dadurch leicht und unter vielfältigen Bedingungen verjüngen läßt.

Überall, wo die Tanne sich normal entwickeln kann, bildet sie frühzeitig, manchmal ohne die Verjüngung aktiv einzuleiten, zahlreiche Sämlinge.

Eine langsame Auflichtung des Oberschirmes, wie sie in Anthée-Miavoye vorgenommen wurde (8), oder die allmähliche Entfernung des unterbauten Altholzbestandes, wie in Carlsbourg (28) bei dem Unterbau von Buche mit Tanne und Fichte vorgegangen wurde, genügt meistens, um die Verjüngung zu stimulieren.

Die Tanne siedelt sich auch rasch an auf zufälligerweise entstandenen Löchern geringer Ausdehnung in Mischbeständen, sie kolonisiert benachbarte Niederwaldparzellen (21), und sogar unter einem dichten Buchenstangenholz wurde eine nicht beabsichtigte Tannenverjüngung im Hertogewald gefunden (Buzon).

In jedem Fall ist die Verjüngungspotenz der Tanne größer als jene der Fichte, die später und weniger Samen produziert, und die außerdem häufig genutzt werden muß, bevor sie verjüngungsfähig geworden ist. In Mischbeständen Tanne/Fichte (Mellier) ist es denn auch keine Seltenheit, Tannensämlinge zu finden im Moment, wo die Fichtensämlinge noch komplett fehlen oder sich nicht erhalten können (34).

Die Weißtanne eignet sich nicht für die Aufforstung von Kahlflächen und auch nicht für die Begründung von Reinbeständen.

Wenn kein schützender Oberschirm vorhanden ist, wird die Gefahr für Frostschaden sehr groß und bleibt das Wachstum der Tanne zurück. Der Oberschirm sollte wenigstens während zehn Jahren (De Barry), besser noch während 25 Jahren (Crahay) erhalten bleiben.

Das Schutzbedürfnis, das langsame Jugendwachstum, der hohe Toleranzgrad und das große Reaktionsvermögen erlauben und erfordern sogar eine lange Erhaltung des Oberschirmes. Die schattenertragende, aber reaktionsfähige Tanne fängt zu jeder Zeit die im Altholzbestand erlittenen Zuwachsverluste auf, so daß eine langsame Abdeckung keine nachteiligen Folgen hat für die Wertproduktion und zugleich eine allmähliche Emergenz der Tanne verursacht.

In keinem Fall ist die Bildung von Tannenreinbeständen erwünscht: Der homogene Stand verursacht eine vorzeitige Kulmination des Höhenwachstums, Ausdehnung und Auflockerung der Baumkrone sowie Verlust der angestrebten Bestandesungleichförmigkeit. Zudem kann anschließend Bodenverwilderung auftreten, welche die natürliche Verjüngung einer Baumart, die absolut nicht verjüngungswidrig ist, erschwert oder verunmöglicht.

Die Tanne ist für Belgien eine typische Umwandlungsbaumart, welche durch Charakter, Wachstumsverlauf, Standortansprüche, bestandesauf-

bauende Kraft auf Soziabilität und Schutz in der Jugend angewiesen ist, um außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes als beigemischte Baumart angebaut zu werden. Demzufolge eignet sich die Tanne ausgezeichnet, zusammen mit andern Baumarten, zur Bestandes- und Betriebsumwandlung, im Sinne einer anzustrebenden Wertsteigerung von labilen, degradierten oder unwirtschaftlichen Beständen.

Wenn dabei auch die Absicht vorliegen möchte, im Endbestand eine intime Mischung zu erzielen, muß bei der Umwandlung doch von einer initialen gruppenweisen Mischung ausgegangen werden. Diesen Umwandlungsgruppen wurde in der Cédrogne und im «Grand Bois» eine Oberfläche von 10 Aren zugeteilt, aber Gallot (28) hat bestimmt recht, wenn er eine konsequente Beschränkung der Fläche auf 1 Are vorsieht und dafür die Anzahl der Gruppen erhöhen möchte, indem diese Beschränkung der Oberfläche waldbiologisch und waldbaulich, wenn auch nicht betriebstechnisch, sicher zahlreiche Vorteile bietet.

Der Schutzeffekt des umgebenden Bestandes ist bei kleineren Gruppen viel größer, die Pflege wird nicht bedeutend erschwert, indem die Tanne ohnehin nicht sehr pflegebedürftig ist, große Vorratsschwankungen werden vermieden und sehr plastische Mischungsformen können aufgebaut werden.

Zugleich wird die nächste Generation, die sich der natürlichen Verjüngung bedienen wird, schon von Anfang an vorbereitet, indem stabile, ungleichförmige Mischbestände mit definitivem Strukturcharakter begründet werden, die allein im Stande sind, die Nachhaltigkeit der Zuwachsleistung zu sichern.

Dieser für Belgien neue Typ der Mischung und der Bestandesstruktur erfordert eine grundsätzliche Revision der Auffassungen über Betriebsart und Betriebsführung: Eine Evolution in der Richtung der plenterartigen und femelschlagartigen Verfahren ist, in dieser Hinsicht, erwünscht und teilweise auch schon bemerkbar.

In vielen Fällen hat die Wahl der Kleinflächenwirtschaft oder der gruppenweisen Plenterung die Tanne deutlich bevorzugt, indem diese sich leicht verjüngt auf kleinstem Raum, so daß ihr Anteil am Bestandaufbau allmählich zunimmt. Dadurch wird der emergente Charakter der Tanne, im Vergleich zur Fichte, in den Vordergrund gerückt.

Die häufigst vorkommenden Baumartenkombinationen, woran die Tanne beteiligt ist, entstehen aus der Mischung von Tanne mit Buche und Fichte. Diese Mischung gibt durchweg die besten Resultate, sogar im östlichen Hertogenwald (Ternell) bei Höhenlagen über 500 m (Buzon).

Nur bei Reihenmischung (Losheimergraben: Fichte im Reihenabstand von 8 m; zwischen den Fichtenreihen zwei Reihen Buche und in der Mitte eine Reihe Tanne = Bu/Ta/Bu/Fi/Bu/Ta/Bu/Fi...) war die Kombination instabil infolge ungenügenden Schutzes der Tanne und Vorwuchs der Fichte.

Daneben wird die Weißtanne gelegentlich auch gemischt mit Föhre, Weymouthskiefer, Lärche, Douglasie und *Abies grandis* sowie mit Eiche, Birke, Hagebuche und Esche in den verschiedensten Mischungsverhältnissen.

Grundsätzlich können die Anbauformen der Tanne auf die nachstehenden Grundtypen zurückgeführt werden:

a) *Pflanzung der Tanne nach Voranbau einer Schutzbaumart.* Weil die Erfahrung zeigte, daß die Tanne nicht paßt für die Aufforstung von Kahlschlägen oder größeren, nicht übershirmten Flächen, wurde um die Jahrhundertwende vorgeschlagen, zuerst einen Schirmbestand von Birke, Föhre oder Lärche anzulegen und nachträglich zu unterbauen mit Tanne (5, 10).

Derartige Experimente sind nicht gut ausgefallen, und heutzutage ist kein Tannenbestand mehr bekannt, der auf diese Weise entstanden ist.

Obwohl das Jugendwachstum der Tanne durch den Voranbau genügend gesichert werden kann, sind tatsächlich doch keine guten Resultate dieser Methode zu erwarten, indem eigentlich und von Anfang an ein reiner Tannenendbestand angestrebt wird, der einer soziabeln Baumart wie der Tanne wenig zusagt.

b) *Unterbau von Föhrenbeständen.* Die ersten Unterbauversuche von Föhrenbeständen mit Tanne wurden um 1900 unternommen und hatten, wie im vorigen Fall, zum Zweck, einen homogenen Bestand durch einen andern zu ersetzen.

Die negativen Resultate dieser Denkweise und Anbautechnik haben nachher zur Ausarbeitung einer neuen Methode geführt, die u. a. mit großem Erfolg in verschiedenen Abteilungen von «Grand Bois» bei Vielsalm und in Haut-Fays durchgeführt wurde.

Die Grundsätze des neuen Vorgehens sind folgenderweise zusammenzufassen:

- a) Der Föhrenbestand wird als Übergangsstadium betrachtet: Durch die Unterpflanzung mit Buche, Tanne und Fichte wird die Bildung eines definitiven Mischbestandes angestrebt, der mit zunehmendem Alter ungleichförmiger werden muß.
- b) Der Unterbau wird vorgenommen, wenn der Föhrenbestand das Alter von 25 bis 30 Jahren erreicht hat.
- c) Die Tannen und Buchen werden gepflanzt in Gruppen von 5 bis 10 Aren in einem Basisunterbau mit Fichte, dermaßen, daß am Ende der Umwandlungsperiode ein Mischungsverhältnis von 67 % Fichte, 20 % Tanne und 13 % Buche vorliegen sollte.

Je kleiner die Unterbaugruppen sind, desto schneller nimmt der Tannenanteil zu. Außerdem hat sich gezeigt, daß bei Pflanzung unter dichtem Föhrenschirm (Bièvre) die Tanne, auch in der Jugend, besser wächst als die Fichte, die bei einem zu starken Schattendruck untergehen muß.

d) Die allmähliche Auflockerung des Oberschirmes hängt vom Wachstum der untergebauten Baumarten ab und wird deshalb sehr ungleich gemacht.

In dieser Baumartenmischung hat die Buche eine dienende Funktion zu erfüllen; die wirtschaftliche Produktion wird getragen durch die Fichte und die Tanne sowie durch einige Föhrenelitestämme.

Wenn zur Umwandlung größere Gruppen gewählt wurden, hat man der Tanne und der Buche gelegentlich einen Zeitvorsprung bis zu zehn Jahren gegeben. Bei kleineren Gruppen war dies absolut nicht nötig; im Gegenteil, die Fichte mußte intensiver gepflegt und frühzeitiger abgedeckt werden.

Die Mischung wurde manchmal ergänzt mit Sitkafichte und Douglasie, *Abies grandis* und *Abies nordmanniana*, Weymouthskiefer und Lärche und sogar mit Eiche und Esche.

Das Miteinbeziehen von Douglasie in die Mischung bietet für die Tanne eine bestimmte Gefahr: Die Douglasie wächst von Anfang an schneller, so daß man leicht dazu kommt oder gezwungen wird, den Hauptbestand rascher abzuführen als ursprünglich vorgesehen war, was bestimmt nicht vorteilhaft ist für die Tanne.

Vor einer übertriebenen Anwendung der Douglasie sollte deshalb gewarnt werden: Auch wenn das Wachstum als gut zu beurteilen ist, führt sie doch immer wieder zur Großflächenwirtschaft und zu gleichförmigen Beständen, welche man gerade zu vermeiden versuchte.

c) *Die Umwandlung von reinen Fichtenbeständen.* Die Unmöglichkeit, die Fichte in aufeinanderfolgenden Generationen in homogenen Beständen zu erhalten, ohne die Nachhaltigkeit der Holzproduktion bleibend zu gefährden, wurde auch in Belgien frühzeitig anerkannt, nicht zuletzt, weil wiederholt festgestellt wurde, daß die Hiebsreife der Fichte manchmal eintrat, bevor die Bestände verjüngungsfähig waren, so daß der Kahlschlag nicht zu vermeiden war.

Gerade in der Absicht, dem Kahlschlag vorzubeugen und die labilen Fichtenbestände so schnell wie möglich umzuwandeln in ungleichförmige Bestände auf Basis der Mischung Fichte/Tanne/Buche, wurde von Turner nach 1930 eine Umwandlungstechnik ausgearbeitet, die ausführlich von Antoine beschrieben worden ist (20, 31).

a) Es wird ein Bestand angestrebt, der, nach der Umwandlung, zusammengesetzt sein sollte aus 60% Fichte, 20% Tanne und 20% Buche.

b) Deshalb werden, am Ende der normalen Durchforstungsperiode, pro Hektare zwei oder vier Gruppen von je 10 Aren (insgesamt 20 oder 40 Aren) zusätzlich aufgelichtet. Das erstmal wird gleichmäßig aufgelockert mit Entfernung von 20% des Vorrates und nach drei Jahren folgte eine zweite, aber diesmal ungleichmäßige Auflichtung, ebenso mit Entfernung von 20% des Vorrates.

Diese aufgelichteten Gruppen bilden die Verjüngungskerne der Fichte.

- c) Ein Jahr nach der zweiten Auflichtung wird, auch in Gruppen von 10 Aren, die leicht in Nordnordost-Richtung verschoben sind gegenüber den ursprünglichen Gruppen, welche sie zu etwa 80% überdecken, die Pflanzung von Buche und Tanne vorgenommen, das heißt abwechselnd eine Buchengruppe und eine Tannengruppe.
Zusätzlich wird die Mischung gelegentlich angereichert mit Ahorn, Esche, Douglasie, *Tsuga heterophylla* usw. durch Pflanzung oder natürliche Verjüngung.
- d) Die Pflanzung in den Gruppen erfolgt nach dem System Anderson, das heißt es werden pro Gruppe von 10 Aren immer 24 Kerne gebildet mit je 24 Pflanzen pro Kern im Abstand von 0,80 bis 1 m für die Tanne und mit je 37 Pflanzen pro Kern im Abstand von 0,50 m für die Buche.
- e) In vier aufeinanderfolgenden Hieben mit einer Umtriebszeit von drei Jahren werden die Verjüngungsgruppen langsam abgedeckt. Die Verbindung zwischen den Gruppen wird zustandegebracht durch die Fichtenverjüngung.

Es ist noch zu früh, um die Umwandlungsergebnisse definitiv zu beurteilen, und eine richtige Aussprache über die endgültigen Mischungsverhältnisse ist auch noch nicht möglich.

Die seit 1930 erzielten Erfolge erlauben jedoch den größten Optimismus und führen zu einer neuen Konzeption betreffend die Anwendung der Nadelbaumarten in den Ardennen, indem der Kahlschlag aufgehoben wird zugunsten einer kleinflächenweisen Betriebsführung und Bestandesbehandlung, woraus ungleichförmige Mischbestände entstehen, die ein hervorragendes Wachstum und eine ausgezeichnete Stabilität aufweisen.

Man kann sich jedoch fragen, ob die Oberfläche der Gruppen nicht mit Vorteil zu reduzieren ist und ob die Anwesenheit pro Hektare von vier Gruppen von je 10 Aren nicht zu einem zu raschen Abbau des Holzvorrates führt.

d) *Die Umwandlung und Anreicherung von degradierten Laubbaumbeständen.* Die Tanne kann ohne Schwierigkeit verwendet werden zur Anreicherung von Mittelwaldbeständen in Entwicklung zum Hochwald, wo das Unterholz anfängt abzusterben infolge des hohen Alters der Stöcke oder infolge einer reichen Reserve von jungen Eichen minderwertiger Qualität.

Die wichtigsten Dienste leistet die Tanne aber bei der Umwandlung von degradierten Buchenbeständen durch gruppenweise Beimischung mit oder ohne Fichte dort, wo die Buchenverjüngung unmöglich geworden ist durch das Auseinanderfallen der Bestandesstruktur und die anschließende Bodenverwilderung.

Ein Musterbeispiel einer derartigen Transformation über 400 Hektaren wird durch «la forêt du Defoy» bei Carlsbourg gegeben.

Hier wurden 1880 Buchenbestände, welche schwer gelitten hatten durch Überexploitation und Nutzungsrechte, gruppenweise unterpflanzt mit Fichte und Tanne. Diese beiden Baumarten sind sehr gleichmäßig aufgewachsen

bis zum Alter von 45 bis 50 Jahren. Anschließend hat die Tanne ihre Position allmählich verbessert, so daß nach 80 Jahren, das heißt im Moment der Hiebsreife der Fichte, wenn die Tanne noch sehr wuchskräftig ist, der Tannenmodellbaum eine Masse von 2,8 m³ gegenüber 2,1 m³ der Fichte aufweist (37).

Außerdem hat die Tanne ab 50 Jahren angefangen, sich natürlich zu verjüngen, so daß die Besetzung der Bestandeslücken, gefördert durch ein plenterartiges Vorgehen, sich langsam vollzieht und die Tanne schon 30% der Gesamtfläche bedeckt. In dieser Weise hat die ursprünglich beigemischte Baumart allmählich eine dominierende Position errungen, auch wenn der Grundbestand noch immer durch die Buche gebildet wird.

Die relative Überlegenheit der Tanne gegenüber der Fichte, auf ausgesprochenen Buchenstandorten, tritt hier, wie auch an andern Orten, deutlich zum Vorschein.

e) *Die Umsetzung von Niederwaldflächen.* In einem Land mit chronischem Holzangel wie Belgien gibt die Umwandlung von Niederwald, der noch immer 80 000 bis 90 000 Hektaren oder ungefähr 15% des gesamten Waldareals besetzt, eine gute Auskunft.

Die Umwandlung dieser Flächen, unter Anwendung von Nadelbaumarten, wurde schon 1894 von d'Arbois und Broillard (7) empfohlen.

Nach den ersten, um 1875 in der Umgebung von Paliseul durchgeführten Umwandlungen konnten bereits folgende Feststellungen gemacht werden:

1. Bei Anwendung der Tanne ist eine gruppenweise Umwandlung vorzuziehen.
2. Die Pflanzung unter einem dichten Schirm und die lange Erhaltung dieses Schirmes bieten keine Nachteile und sagen der Tanne sogar sehr zu.

Später haben Gallot (28) und Galoux (33) mit Recht auf die Notwendigkeit einer guten Regelung der Schirmdichte in Beziehung zu den eingebrachten Baumarten hingewiesen. Man hat in der Tat rasch erfahren, daß die Föhre ohne jede Gefahr unmittelbar nach dem Niederwaldschlag eingepflanzt werden darf, daß die Fichte bereits einige Jahre nach der Exploitation einzubringen ist, aber daß die schutzbedürftige Tanne eine dichtere Überschildung braucht und daß deswegen besser 8 bis 15 Jahre mit der Unterpflanzung gewartet wird, auch wenn diese gruppenweise gemacht wird.

Sehr interessante Vergleichsmöglichkeiten werden in dieser Hinsicht geboten durch die Experimente in Bièvre (Pflanzung 3 Jahre nach dem Niederwaldschlag), Nafrature (Pflanzung 14 Jahre nach dem Niederwaldschlag) und Gedinne (Pflanzung 28 Jahre nach dem Niederwaldschlag).

Im ersten Fall erreichten Buche und Fichte nach 15 Jahren eine Baumhöhe von 2 bis 3 m gegenüber 0,50 m der Tanne. Im zweiten Fall dagegen

sind für Fichte und Tanne, 36 bis 39 Jahre nach der Umwandlung, nachstehende Wuchsergebnisse gemessen worden :

	Fichte	Tanne
Baumhöhe in Meter	12,5–14,5	13–15
Gesamtproduktion/m ³ /ha	275–320	250–350
DGZ/m ³ /ha	6,5–9,0	6,4–9,0
Bonität Schwappach	II	I

Das Wuchsergebnis der Tanne ist als ausgezeichnet zu betrachten, wenn mit der Tatsache gerechnet wird, daß ihr Wachstum später kulminiert, daß diese Baumart bis zu einem höheren Alter aufwachsen kann und daß sie, im Normalfall, erst ab 60 Jahren ein deutlich besseres Produktionsresultat als die Fichte gibt.

Diese Feststellungen bestätigen vollständig die Aussagen von Navez (21), der aus dem Studium der natürlichen Ansiedlung der Tanne in Niederwaldflächen im Jura und in den Vogesen geschlossen hat, daß die natürliche Verjüngung und Festigung der Tanne möglich wird, sobald der Niederwaldschirm genügend emporgeschoben ist und ein Alter von 20 Jahren erreicht hat.

Demzufolge hat Navez den folgenden Umwandlungsgang vorgeschrieben :

1. Der Schirm wird gehoben, aber nicht aufgelockert, und die Stöcke werden ausgenützt, indem man mit dem Unterbau wartet, bis der Niederwald 30 bis 40 Jahre alt geworden ist.
2. Anschließend wird eine Niederwalddurchforstung vorgenommen, mit Entfernung der schweren und nachträglich hinderlichen Exemplare, so daß die Stammzahl reduziert wird auf 1300 bis 1500 Stück pro Hektare.
3. Erst nachher wird die Unterpflanzung der Tanne, eventuell auch der Fichte, der Buche und der Douglasie, durchgeführt. Dazu werden in Zeitabständen von 10 Jahren jedesmal 1000 Pflanzen eingebracht, um eine Endstammzahl von 2000 bis 3000 Exemplaren in der Unterpflanzung zu erreichen.
4. Der Oberschirm wird einige Jahre nach der Pflanzung langsam aufgelichtet in Beziehung zum zunehmenden Lichtbedürfnis der Unterpflanzung, wobei dem Grad der Bestandesbildung und der erwünschten Förderung von einzelnen Baumarten Rechnung getragen wird.

Die Regelung der Schirmdichte wird die Mischungsverhältnisse weitgehend bestimmen, und die verschiedensten Mischungstypen — Eiche/Tanne/Buche — Eiche/Tanne/Buche/Fichte — Eiche/Tanne/Buche/Fichte/Douglasie — können auf diese Weise begründet werden.

In jedem Fall wird jedoch empfohlen, eine markierte Ungleichförmigkeit des Bestandes anzustreben.

2.2. Die Wuchsergebnisse

Das Jugendwachstum der Tanne verläuft, wie in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet, ziemlich langsam.

Dies ist bestimmt kein Nachteil, denn die Tanne ist langlebig, sie weist eine späte Wachstumskulmination auf und sie bleibt sehr lange reaktionsfähig. Auch nach vielen Jahren Überschildung wird das Wachstum noch stimuliert durch jede Bestandesauflockerung, so daß die Tanne sehr leicht das Alter von 100 Jahren überschreitet, bevor sie einen Durchmesser von 60 cm und mehr erreicht.

Der Vergleich vom Wachstum der Fichte und der Tanne erlaubt folgende Feststellungen:

1. Die Fichte wächst im allgemeinen schneller in der Jugend, vor allem unter einem aufgelockerten oder nicht zu dichten Schirm.

Gerade deshalb wird, bei der Wahl größerer Umwandlungsflächen, die gleichzeitige Pflanzung der Tanne und der Fichte vermieden und der Tanne ein Zeitvorsprung von 5 bis 10 Jahren gegeben (Vielsalm, Gedinne).

2. Bis zu 50 Jahren bestehen keine großen oder wesentlichen Unterschiede in der Gesamtproduktion zwischen Tanne und Fichte. Nachher kommt die Tanne meistens auf ein höheres Produktionsniveau, wie gezeigt worden ist am Beispiel von Carlsbourg, wo in 80jährigen Mischbeständen der Tannenmittelstamm eine Masse von 2,8 m³ gegenüber 2,1 m³ der Fichte aufweist.

In bestimmten Fällen vollzieht sich die Gleichschaltung zwischen Fichte und Tanne schon früher, wie durch die Messungen von Gillet (13) gezeigt wird, die an 40jährigen Bäumen im «Parc d'Ardenne», der an der Peripherie der Ardennen, in der Famenne, liegt, ausgeführt wurden.

	Durchmesser cm	Baumhöhe m	Maße Modellbaum
Fichte	30,8	18,2	0,909
Weymouth	31,0	18,0	0,893
Weißtanne	31,8	18,4	0,964

3. Die Fichte erreicht in Belgien die Hiebreife zwischen 60 und 80 Jahren, manchmal schon früher. Im gleichen Alter ist die Weißtanne noch immer sehr wuchsfähig.

Selbstverständlich sind die Wachstumsverhältnisse zwischen beiden Baumarten stark abhängig von der lokalen Ökologie, vor allem von der Lichtzufuhr, sowie vom gesamten Behandlungsgang.

Deswegen ist beim Unterbau selber großer Wert zu legen auf die gute Wahl von Pflanzmaterial und werden die relativen Wuchsverhältnisse tiefgehend beeinflußt durch die Mischungsweise sowie durch die eigentliche Pflanztechnik.

Diese Feststellungen ergeben sich aus den Messungen in Gedinne, in einem zwölfjährigen Unterbau, wo unterpflanzt wurde in einem Niederwald, 24 Jahre nach dem Niederwaldschlag (15):

Pflanztechnische Angaben	Baumart	Baumhöhe m
2jährige Sämlinge	Tanne	0,50—0,80
4jährige verschulte Pflanzen	Tanne	1,50—2,00
Intime Mischung	Buche	1,00—1,50
	Tanne	1,50—2,00
Reihenmischung	Buche	2,00—2,50
	Tanne	1,00—1,50

Einige Jahre später konnten für die gleiche Versuchsreihe die Meßresultate ermittelt werden, die in der Tabelle 1 aufgenommen sind.

Tab. 1

Wuchsergebnisse in einem Unterbau mit Fichte, Tanne und Buche in Gedinne, 36 bis 39 Jahre nach der Pflanzung. (Nach Galoux - 33)

Parzelle	Alter	Baumart	Baumhöhe in Meter	Ø in cm	Stammzahl	Gesamtproduktion		D. G. Z.
						Kreisfläche	Masse	
1	39	Buche	13,0	12	1816	29,50	170	4,348
2	39	Buche	14,3	12	1175	31,40	195	4,994
3	39	Tanne	13,5	16	2000	37,60	277	7,112
4	39	Tanne	12,0	13	2040	29,49	220	5,640
5	39	Buche	11,5	10	356	11,15	45	5,115
	39	Tanne	13,5	15	1096	20,52	155	
					1452	31,67	200	
6	39	Buche	13,5	12	1052	20,64	114	4,313
	39	Tanne	12,0	13	544	7,82	54	
					1596	28,46	168	
7	39	Fichte	14,5	16	592	17,26	132	8,038
	39	Tanne	14,5	16	1108	26,23	182	
					1700	43,49	314	
8	36	Fichte	14,5	15	359	7,76	57	8,366
	36	Buche	12,0	10	356	6,78	47	
	39	Tanne	15,3	18	996	26,73	205	
					1711	41,27	309	
9	36	Fichte	13,3	14	832	13,40	104	6,594
	39	Buche	12,0	12	484	15,19	104	
	39	Tanne	13,5	14	344	5,83	43	
					1660	34,42	251	

Obwohl in diesen Versuchsflächen Unterschiede in der Pflanzweise, der Pflanztechnik und der Mischungsweise nicht unbeachtet bleiben dürfen, sind jedoch, über alle Unterschiede hinweg, bestimmte allgemeine Folgerungen zu ziehen:

1. Nach 39 Jahren ist das Wuchsergebnis der Tanne nicht nur gleichwertig, sondern sogar besser als jenes der Fichte.
2. Der homogene oder relativ homogene Stand ist nicht besonders günstig für die Tanne (Parzellen 3 und 4).
3. Die verschiedenen Mischungen können, nach dem steigenden Produktionsresultat, folgenderweise angeordnet werden:
 Buche Buche/Tanne Tanne Fichte/Tanne Buche/Tanne/Fichte
 Die Vorteile der reicheren Baumartenmischung werden durch diese Experimente, soweit es noch nötig war, deutlich bewiesen. Auch zeigt sich unseres Erachtens, wie wünschenswert es ist, die Gastbaumarten nicht vereinzelt einzuführen, sondern zu versuchen, die ursprüngliche Baumartenkombination, wie sie im natürlichen Herkunftsgebiet vorliegt, möglichst genau zu reproduzieren.
4. Die Vorratsleistung steigt an mit zunehmender Beteiligung der Tanne am Bestandaufbau. Eine Verschiebung der Mischungsverhältnisse Tanne/Fichte zugunsten der Tanne hat eine positive Auswirkung auf die Leistung der Tanne und ist auch nicht nachteilig für das Wachstum der individuellen Fichten, wie der Vergleich der Parzellen 8 und 9 zeigt. Aus diesen Versuchen sind für die verschiedenen Baumartenkombinationen nachstehende DGZ-Leistungen zu ermitteln:

Baumartenkombination	Max. DGZ
Buche	4,994
Buche/Tanne	5,115
Tanne	7,112
Fichte/Tanne	8,038
Buche/Fichte/Tanne	8,366

Ebenso bedeutungsvoll sind die Wuchsergebnisse in Mellier (34), wo 1906 ein Föhrenbestand gruppenweise unterbaut wurde mit Fichte und Tanne.

Umgerechnet pro Hektare, wurden folgende Produktionsleistungen festgestellt:

		Fichte	Weißtanne
Stammzahl 1939 (33 J.)		3 260	3 340
Vorrat 1939/m ³		284	299
Durchforstungen 1939/55	Stammzahl	2 350	2 480
	Masse/m ³	188	208
Vorrat 1955	Stammzahl	910	860
	Masse/m ³	314	331

	Fichte	Weißtanne
Gesamtproduktion/m ³	502	540
DGZ in 1939/m ³	8,543	9,066
DGZ in 1955/m ³	10,227	11,012
Per. Zuwachs 39–55/m ³	13,571	15,025

Hier wird aufs neue die Überlegenheit der Tanne mit zunehmendem Alter bewiesen.

Die Wichtigkeit, die Oberfläche der Tannenumwandlungsgruppen möglichst klein zu gestalten, die Nachteile der größeren Fläche für die Schattenbaumarten im allgemeinen und das relativ bessere Wachstum der schnellwüchsigen Lichtbaumarten im gleichen Fall werden illustriert durch die Messungen in Kleinbeständen von 50 Jahren in Spa (39):

Baumart	Oberfläche Gruppe	Stammzahl ha	Vorrat ha
Weymouth	30 a	400	260
Cors. Föhre	10 a	310	160
Sitkafichte	65 a	488	300
Douglasie	6 a	685	434
Weißtanne	6 a	1119	230
Weißtanne	5 a	1240	268

Vollständigkeitshalber sind noch die maximalen Wuchsleistungen der Tanne in Belgien zu erwähnen, wie sie an stehenden Bäumen, einmal isolierten Exemplaren, ein andres Mal richtigen Bestandesbildern, ermittelt wurden:

Ortschaft	Jahr der Messung	Alter	Baumhöhe	Umfang in m	Baummasse in m ³
Saint-Fontaine	1959	80	30	2,70	—
Conjoux	1936	90	—	3,02	—
Bouillon	1905	70	29,80	2,62	5,350
Anthée	1904	100	25	1,92	—
Beernem	1894	—	20	4,00	—

3. Allgemeine Schlußfolgerungen

Die Analyse der klimatischen und ökologischen Verhältnisse begründet die Tatsache, daß ein großer Teil Belgiens, insbesondere die Ardennen und die Peripherie der Ardennen (Famenne, Fagne, Jura) zu dem gehört, was Gallot als «l'aire synthétique» und Boudru als «l'aire virtuelle du sapin pectiné en Belgique» bezeichnet hat.

In diesem Gebiet kommt die Weißtanne und auch die Fichte nicht natürlich vor, wohl die Buche, die mit den beiden vorgenannten Baumarten in den benachbarten Vogesen eine typische Baumartenkombination bildet.

Die Abwesenheit der Tanne in Belgien ist unseres Erachtens durch die klimatologischen und ökologischen Verhältnisse in der Übergangszone zwi-

schen Ardennen und Vogesen zu erklären, welche die Migration der Tanne in nördlicher Richtung in der Nacheiszeit verhindert haben. In historischer Zeit ist die Diskontinuität zwischen Ardennen und Vogesen, infolge zunehmender Entwaldung der Übergangzone, noch deutlicher geworden.

Am Ende des 18. Jahrhunderts hat man die Tanne hauptsächlich zum Unterbau von Föhrenbeständen eingeführt mit dem Zweck, schnelle und direkte Bestandesumwandlungen auf großem Raum durchzuführen.

Die Kriegsereignisse 1914 bis 1918 und 1939 bis 1945 sind für die weitere Verbreitung der Tanne hinderlich gewesen. Während der Kriegszeit sind ausgedehnte Kahlschläge entstanden, welche nachher möglichst schnell aufzuforsten waren. Zwecks einer raschen Hebung der Holzvorräte sind bei diesen Aufforstungen vor allem schnellwüchsige Nadelbaumarten, meistens Lichtbaumarten mit frühzeitiger Wachstumskulmination und niedrigem Haubarkeitsalter, verwendet worden.

Indem die Tanne sich nicht für großflächige Kahlschlagaufforstungen eignet, weil sie in der Jugend absolut schutzbedürftig ist, wurde ihre Position in Belgien dadurch in Frage gestellt, auch indem vermehrt mit Wildschäden zu rechnen war.

Zwischen den Weltkriegen (Experimente von Turner nach 1930) und auch seit 1950 ist wieder ein zunehmendes Interesse für die Weißtanne in den forstlichen Kreisen Belgiens zu beobachten. Die Tanne ist ein gutes bestandesaufbauendes Element, das Wachstum ist ausgezeichnet, die natürliche Verjüngung stellt keine großen Probleme und außerdem ist die Tanne genügend resistent gegen Krankheiten und Angriffe.

Die Weißtanne wird hauptsächlich zur Umwandlung und zur Anreicherung von degradierten oder labilen Beständen benützt mit dem Zweck, ungleichförmige Mischbestände aufzubauen.

Die Umwandlungsaktivität konzentriert sich auf folgende Fälle:

1. Die Anreicherung von Mittelwaldbeständen, vor allem, wenn Hagebuche im Unterholz vorhanden ist, und die Umwandlung von Niederwaldflächen.
2. Die Umwandlung von degradierten Laubbaumbeständen, in der Hauptsache Buchenbeständen, wo infolge der Bodenverwilderung die natürliche Verjüngung der Buche völlig ausgeschlossen ist.
3. Die Umwandlung von labilen Fichtenreinbeständen, wobei die Fichte als Basisbaumart zu erhalten ist.

Bei diesen Umwandlungen werden nachstehende Regeln beachtet:

- a) Die Tanne wird nicht für den einfachen Unterbau auf großer Fläche verwendet, indem die Bildung von Tannenreinbeständen zu vermeiden ist.
- b) Bei der Umwandlung wird die Tanne vorzugsweise in Mischung mit andern Baumarten (Buche/Fichte) angebaut, die entweder im Bestand

schon vorhanden sind und erhalten bleiben oder die im Laufe der Umwandlung durch Unterpflanzung eingebracht werden.

Vor allem die Anwesenheit der Buche scheint einen günstigen Einfluß auf das Wachstum der Tanne auszuüben, aber die Mischung kann ohne Gefahr komplettiert werden mit Fichte, *Abies grandis*, Sitkafichte, Douglasie usw.

- c) Die gruppenweise Mischung ist zu bevorzugen. Die Oberfläche der Gruppen muß eine Funktion der Baumart sein sowie vom Endbestandestyp, der angestrebt wird, und ist zu reduzieren, je nachdem eine mehr intime Mischung verlangt wird. Die Tannengruppen selber sollten so klein wie möglich sein, das heißt 1 bis 5 Aren. Die Beschränkung der Oberfläche kann zu einer Vermehrung der Anzahl Gruppen führen.
- d) Der Schutz der Tanne gegen Wildfraß muß durch Regelung des Wildbestandes erreicht werden. Die Einzäunung von großen Flächen gibt keine befriedigenden Resultate, und die Einzäunung von kleinen individualisierten Gruppen ist praktisch nicht durchführbar.

Die zunehmende Anwendung der Tanne erfordert eine unvermeidliche Umschaltung von der Großflächenwirtschaft zur Kleinflächenwirtschaft. Sie erfordert auch eine intensivere Pflege der Bestandesstruktur, sie setzt eine gute waldbauliche Planung voraus und sie macht die Anpassung der Arbeitsorganisation, der Betriebsleitung und der Hiebführung notwendig.

Vermehrter Tannenbau führt zu stabilisierten Mischbeständen mit einer mehr komplexen Bestandesstruktur, welche die Nachhaltigkeit der Holzproduktion zu gewährleisten vermögen.

Dies ist schließlich auch der Hauptzweck, der von den belgischen Forstleuten in zunehmendem Ausmaß angestrebt wird.

Résumé

La position du sapin en Belgique

L'analyse des conditions climatiques et écologiques confirme le fait qu'une grande partie de la Belgique, en particulier les Ardennes et les régions périphériques des Ardennes (Famenne, Fagne, Jura), appartient à ce que Gallot appelle « l'aire synthétique » et Boudru « l'aire virtuelle du sapin pectiné en Belgique ». Dans cette région, le sapin et l'épicéa ne se trouvent pas dans leur zone d'expansion naturelle; en revanche, le hêtre y est une essence indigène. Ce dernier constitue avec les deux résineux cités, dans les Vosges toutes proches, une combinaison typique d'essences forestières.

L'absence du sapin en Belgique peut être expliquée par les conditions climatologiques et écologiques régnant dans la zone de transition entre les Ardennes et les Vosges, conditions qui, à l'époque postglaciaire, ont empêché la migration du sapin en direction du nord. Au cours de la période historique, la discontinuité

entre les Ardennes et les Vosges a encore été accentuée par le déboisement progressif de la zone de transition.

Vers la fin du 18^e siècle, on a introduit le sapin, surtout en sous-étage, dans des peuplements de pin afin de réaliser rapidement et directement une conversion de ces peuplements sur de grandes surfaces. Les guerres de 1914–18 et 1939–45 ont défavorisé l'expansion du sapin. Les périodes de guerre ont laissé de grandes surfaces déboisées qu'après coup il a fallu replanter aussi rapidement que possible. Afin d'accroître rapidement le matériel sur pied, on utilisa pour ces reboisements avant tout des essences résineuses à croissance rapide, le plus souvent des essences héliophiles se caractérisant par une rapide culmination de la croissance et un âge d'exploitabilité relativement bas. Du fait que le sapin ne se prête pas au reboisement de coupes rases pratiquées sur de grandes surfaces, car dans les jeunes années il exige absolument un couvert, sa position en Belgique fut fortement mise en cause, d'autant plus qu'il fallut compter aussi avec une augmentation des dommages causés par le gibier.

Durant la période entre les deux guerres mondiales (expériences de Turner dès 1930) et depuis 1950, les milieux forestiers belges ont manifesté et manifestent de nouveau un intérêt croissant pour le sapin. Cette essence est un bon élément pour la constitution des peuplements, sa croissance est excellente, son rajeunissement naturel ne pose pas de grands problèmes, et enfin le sapin est suffisamment résistant aux maladies et aux autres dommages.

Le sapin est surtout utilisé pour des conversions et pour l'enrichissement de peuplements dégradés ou instables avec le but de créer des peuplements mélangés et irréguliers.

Les travaux de conversion se concentrent sur les cas suivants :

1. L'enrichissement de taillis sous futaie, en particulier lorsque le taillis contient des charmes, et la conversion de taillis simples.
2. La conversion de peuplements feuillus dégradés, en particulier des peuplements de hêtre, où, en raison de l'enherbement des sols, le rajeunissement naturel du hêtre est devenu absolument impossible.
3. La conversion de peuplements instables d'épicéa, mais où l'épicéa restera l'essence principale.

Lors de ces conversions, on applique les principes suivants :

- a) L'introduction du sapin en sous-étage ne se fait pas par grandes surfaces, car on veut éviter la formation de peuplements purs de sapin.
- b) Dans les conversions, le sapin est de préférence planté en mélange avec d'autres essences (hêtre, épicéa) qui sont soit déjà présentes dans le peuplement et qui y sont conservées, ou alors qui sont introduites au cours de la conversion dans le sous-étage.

La présence du hêtre tout particulièrement semble exercer une bonne influence sur la croissance du sapin ; mais le mélange peut, sans courir aucun danger, être complété par l'épicéa, le sapin de Vancouver, l'épicéa de Sitka, le douglas, etc.

- c) On choisit de préférence le mélange par groupes. La surface occupée par un groupe dépend de l'essence forestière ainsi que du type de peuplement que l'on cherche à réaliser ; elle peut être réduite si l'on exige un mélange plus intime

des essences. Les groupes de sapin devraient être aussi petits que possible, c'est-à-dire de 1 à 5 ares. La limitation de la surface occupée par un groupe peut produire une augmentation du nombre des groupes.

- d) La protection du sapin contre l'abrouissement du gibier doit être assurée par une limitation de ce dernier. Clôturer de grandes surfaces ne donne pas de résultats satisfaisants, et la pose de clôtures individuelles autour de petits groupes est pratiquement irréalisable.

L'utilisation croissante du sapin exige le passage inévitable d'une sylviculture de grandes surfaces à une sylviculture de petites surfaces. Elle exige aussi des soins plus intenses de la structure des peuplements; elle présuppose un bon aménagement cultural, et elle exige une adaptation de l'organisation des travaux forestiers, de la gestion et des exploitations.

Une culture accrue du sapin conduit à des peuplements mélangés stables, avec une structure plus compliquée, et qui sont capables d'assurer une production de bois d'une façon soutenue. Ce dernier point est finalement le but principal que les forestiers belges cherchent de plus en plus à atteindre.

Traduction Farron

Auszug aus der belgischen Bibliographie der Weißtanne: (Aufsätze im «Bulletin de la Société Royale forestière de Belgique»)

1. *Crahay N.I.*: Une excursion forestière dans la West-Flandre. 1894 (916)
2. *Dubois F.*: Excursion forestière en 1894. 1895 (65)
3. *Melard A.*: Les résineux d'Europe à cultiver en Belgique. 1895 (855)
4. *V. J. A.*: Essais de culture en Ardenne de quelques-unes des meilleures espèces de conifères. 1896 (247)
5. *An.*: Chronique forestière. 1896 (506)
6. *Delville C.*: Les taillis de la région ardennaise. 1902 (270)
7. *Broillard C.*: De l'éclaircie chez les particuliers. 1904 (10)
8. *Richir O.*: Chronique forestière. 1904 (704)
9. *C. D.*: Chronique forestière. 1905 (214)
10. *De Barrau F.*: Chronique forestière. 1907 (37)
11. *Quiévy P.*: De l'introduction du sapin argenté en Belgique. 1909 (223)
12. *Richir O.*: Le dépérissement des chênes. 1910 (257)
13. *Gillet P.*: Excursion forestière en 1912. 1913 (428)
14. *An.*: Chronique forestière. 1919 (298)
15. *An.*: Service des Expériences et Consultations scientifiques forestières. 1925 (586)
16. *Crahay N.I.*: Chronique forestière. 1926 (209)
17. *Richir O.*: Amélioration des futaies feuillues médiocres. 1926 (248)
18. *Delevoy G.*: La fonte des semis ou «Damping-off». 1926 (864)
19. *Crahay N.I.*: Le sapin argenté en Belgique. 1929 (118)
20. *Rosseels E.*: Excursion forestière en 1930. 1931 (198)
21. *Navez R.*: Contribution à l'étude de l'enrésinement des peuplements feuillus. 1933 (1)

22. *An.*: Le domaine de Conjoux. 1936 (100)
23. *Jacquemin A.*: Le traitement de l'épicéa dans le cantonnement de Vielsalm. 1936 (445)
24. *Duterme C. J.*: De l'augmentation du revenu de nos forêts. 1939 (366)
25. *Boudru M.*: L'indigénat de nos essences forestières en Ardennes. Stat. de rech. de Groenendaal. Trav. Sie A. No 2. 1941
26. *Boudru M.*: L'aire virtuelle, en Belgique, du sapin pectiné. Stat. de rech. de Groenendaal. Trav. Sie A. No 2. 1941
27. *Jacquemin A.*: L'excursion régionale de 1945 au sud de Paliseul. 1946 (101)
28. *Gallot M. R.*: Le sapin argenté dans l'Ardenne belge. 1946 (162)
29. *Boudru M.*: Le progrès scientifique de la sylviculture. 1949 (17)
30. *An.*: Chronique forestière. 1949 (483)
31. *Antoine V.*: Traitement et Régénération des peuplements d'épicéa en Ardenne. 1954 (73)
32. *Guinier P.*: Les leçons forestières de la Haute-Ardenne. 1954 (494)
33. *Galoux A.*: La conversion des taillis simples en peuplement résineux 1955 (413)
34. *Wauthoz V.*: Epicéa et sapin argenté en moyenne Ardenne. 1955 (442)
35. *de Limburg Stirum C.*: La forêt privée. 1959 (142)
36. *Modert P.*: Les sapins du Juckelbusch. 1959 (213)
37. *Poncelet J.*: Le Defoy de Carlsbourg, forêt pilote. 1960 (416)
38. *Prignon M.*: Mesures microclimatiques en pessières âgées. 1960 (439)
39. *Delsaux R.*: Excursion de la Société Royale forestière en 1960. 1960 (409)

Sonstige Literatur:

40. *d'Alviella Goblet*: Histoire des Forêts de Belgique. Paris/Bruxelles. 1927.
41. *Houtzagers G.*: Houtteelt der Gematigde Luchtstreek. Zwolle. 1954.
42. *Olberg A. und Röhrig E.*: Waldbauliche Untersuchungen über die Weißtanne im nordlichen und mittleren West-Deutschland. Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen. Bd. 12. 1956.
43. *Poncelet L. und Martin H.*: Esquisse climatographique de la Belgique. Inst. R. Mét. de Belg. Mém. Vol. XXVII. 1947.
44. *Rol R.*: Contribution à l'étude de la répartition du sapin. Ann. Ec. nat. des E. et F. Fasc. 2. 1937.
45. *Rübner K.*: Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. Radebeul und Berlin. 1953.
46. *Tschermak L.*: Waldbau auf pflanzengeographisch-ökologischer Grundlage.
47. *Walter H.*: Einführung in die Phytologie. Bd. IV. Stuttgart. 1952.