

Zur Eignung von Nester- und Trupppfanzungen für die Begründung von Eichenbeständen

Somidh Saha, Christian Kühne, Ulrich Kohnle, Jürgen Bauhus, Freiburg i.Br.

Dr. Somidh Saha und Dr. Christian Kühne sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Professur für Waldbau, Institut für Forstwissenschaften der Universität Freiburg. Prof. Dr. Ulrich Kohnle leitet die Abteilung Waldwachstum der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg. Prof. Dr. Jürgen Bauhus leitet die Professur für Waldbau an der Universität Freiburg.

somidh.saha@waldbau.uni-freiburg.de

Eichennester- und Eichentruppfanzungen (auch Clusterpflanzungen) werden seit den 1980er bzw. 1990er Jahren als ökologische und ökonomische Alternativen zur traditionellen Reihenpflanzung insbesondere nach Sturmwurf vermehrt für die Bestandesbegründung genutzt. In einer auf Erhebungen aus einer Vielzahl von Beständen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz basierenden Studie sind erstmalig Wachstum und Qualität von derartig begründeten Eichenbeständen umfassend im Rahmen einer Meta-Analyse untersucht worden [21].

Aufgrund ihrer Stabilität, der Toleranz gegenüber Trockenereignissen und des wertvollen Holzes werden die heimischen Eichenarten zukünftig im Waldaufbau wohl an Bedeutung gewinnen [4, 17]. Die meisten gängigen Waldbaukonzepte favorisieren bei der Bestandesbegründung in der Regel prinzipiell Naturverjüngungsverfahren. Bei der Begründung von Eichenbeständen dürften jedoch die künstlichen Verfahren Saat und Pflanzung nach wie vor eine große Rolle spielen [1]. Dies gilt vor allem für die Umwandlung von Nadelbaumbeständen auf ungeeigneten Standorten sowie auf Flächen, wo Konkurrenz durch wüchsige Begleitvegetation die natürliche Verjüngung der Eiche verhindert. Obwohl in der jüngeren Vergangenheit bei den Empfehlungen für die traditionellen Vollkulturen in Form von Reihenaufforstungen ein Trend zu abgesenkten Ausgangspflanzdichten besteht, sind diese auch aufgrund der erforderlichen intensiven Kulturvorbereitung und –pflege nach wie vor sehr kostspielig [3, 9].

Im Gegensatz zu Vollkulturen wird bei Clusterpflanzungen nicht die gesamte Kulturfläche bepflanzt. Bei der Bepflanzung handelt es sich vielmehr um mehr oder weniger gleichmäßig über die Fläche verteilte „Pflanzen-Klumpen“. Typische Clusterpflanzungen bestehen dabei je Hektar aus 200 Nestern mit jeweils 21 Eichennormalpflanzen (< 50 cm Pflanzenhöhe) im

Verband $0,2 \times 0,2$ m bzw. aus 100 Trupps mit jeweils 19 bis 27 Eichengroßpflanzen (> 80 cm), die im Abstand von 1 m gepflanzt werden [5, 23; Abb. 1].

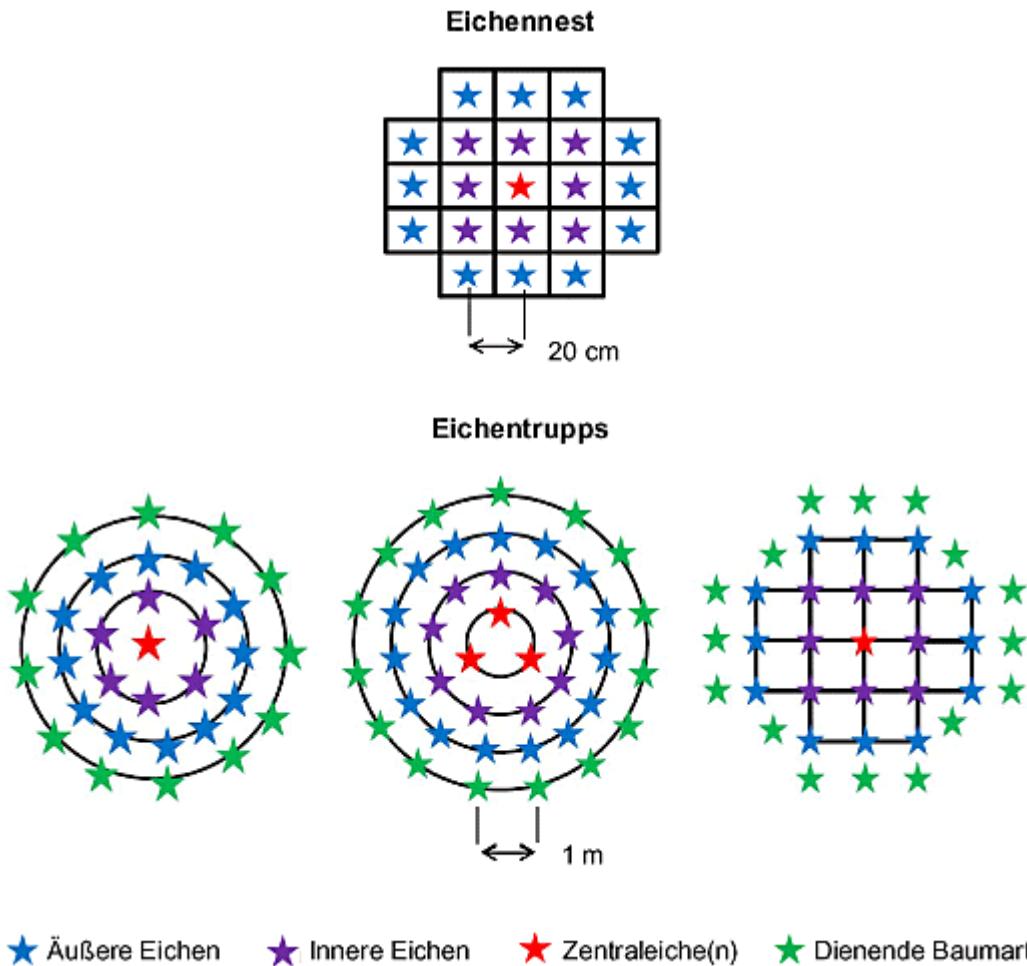


Abbildung 1. Schematischer Aufbau von Eichenclustern in Nester- bzw. Truppfanzungen.

Im Gegensatz zu den Nestern werden die Eichentrupps in der Regel mit einer variierenden Anzahl an Individuen einer schattenertragenden Baumart (Rot-, Hainbuche, Winterlinde) für die spätere Schafpflege umfasst („Treibhölzer“). Die punktuell begrenzte kleinflächige Ausbringung von Pflanzen in den Clustern soll die Begründungskosten verringern, ohne gleichzeitig die waldbaulichen Optionen zur Produktion von Eichenwertholz einzuschränken. In den nicht bepflanzten Räumen zwischen den Clustern können sich zudem insbesondere frühsukzessionale Arten natürlich etablieren. Zwar existieren diverse Veröffentlichungen zu Fallbeispielen einzelner Versuchsanlagen oder Aufforstungen. Die große Heterogenität der Versuchsanlagen zu Clusterpflanzungen bei Eiche [z.B. 2, 6, 11, 15, 16, 24] machte bislang jedoch eine konventionelle Analyse der generellen Eignung von Clusterpflanzungen auf breiter Datenbasis unmöglich. Diesem Mangel einer versuchsübergreifenden

Gesamtauswertung konnte nun durch Anwendung von Methoden aus der Metaanalyse abgeholfen werden.

Material und Methoden

Wachstum und Qualität der Eichen wurden auf der Basis von Rohdaten von 25 Bestandespaaren jeweils bestehend aus Clusterpflanzung (10 Nester- und 15 Truppfanzungen) und traditioneller Reihenaufforstung (mit ursprünglich im Durchschnitt 5000 Pflanzen je Hektar) vergleichend untersucht. Die Reihenpflanzungen dienten als Kontrolle und waren in unmittelbarer Nähe zur jeweiligen Clusterpflanzung zum gleichen Zeitpunkt mit dem gleichen Pflanzenmaterial und mehrheitlich mit einer zusätzlich beigemischten dienenden Baumart begründet worden. Die verwendeten Daten stammten von zwischen 6 und 26 Jahre alten Beständen aus planaren bis montanen Lagen in Deutschland, Österreich und der Schweiz [21].

Neben Wachstumsparametern wie BHD und Baumhöhe wurde auch die Qualität der Eichen über verschiedene Kennzahlen angesprochen und untersucht. Zu diesem Zwecke wurden die Erhebungen der Stamm- (gerade, knickig, gebogen, deformiert) und Kronenformen (wipfelschäftig, steilastig, zwieselig, aufgelöst), die in den einzelnen Versuchen unterschiedlich Verfahren folgten, vor der eigentlichen Auswertung transformiert und vereinheitlicht [vgl. 13]. Für die anschließende Analyse wurde der prozentuale Anteil der Bäume mit geraden Stämmen bzw. wipfelschäftigen Kronen als akzeptable Ausprägungen der Parameter Stamm- und Kronenform berechnet. Die grundlegende Qualität der Bestände wurde mittels der Anzahl potenzieller Z-Bäume als prozentualer Anteil aller Eichen angesprochen. Die Auswahl von potenziellen Z-Bäumen erfolgte dabei vor Ort im Gelände auf Grundlage der Parameter Vitalität, Stamm- und Kronenform und astfreie Schaftlänge.

Für weiterführende Analysen zum Einfluss von Wildschutzmaßnahmen sowie von dienenden Baumarten auf die Parameter der untersuchten Eichen wurden die Nesterpflanzungen in gezäunte und ungezäunte Flächen und die Truppfanzungen hinsichtlich der Anzahl an ursprünglich gepflanzten Individuen der dienenden Baumart je Trupp unterschieden (bis zu einschließlich 12 oder mehr als 12 Hainbuchen, Rotbuchen oder Winterlinden). Die Auswertung der Daten erfolgte mittels gewichteter Meta-Analyse [12, 20]. Hierdurch war es möglich, die innerhalb sowie zwischen den Bestandespaaren auftretende Variation der Daten analytisch zu trennen und gezielt nach den Effekten der Begründungsverfahren zu suchen [ausführliche Beschreibung in 21]. Unterschiedliche Eigenschaften der untersuchten Bestände (z.B. Alter, Standort, Stichprobengröße) wurden hingegen durch den stets paarweisen Vergleich von Cluster- und Reihenpflanzung und der hierdurch möglichen Standardisierung der untersuchten Parameter aufgehoben.

Ergebnisse

Der Vergleich von Nester- und Reihenpflanzungen zeigte eine ungünstigere Entwicklung der in Nestern erwachsenen Eichen bei allen untersuchten Wachstums- und Qualitätsparametern. Signifikante Unterschiede ergaben sich zu in Reihenverbänden erwachsenen Eichen insbesondere bei Überlebensrate (-52 %), Durchmesserwachstum (-39 %), Stabilität (h/d-Verhältnis, +22 %), astfreier Schaftlänge (-31 %) und der Anzahl potenzieller Z-Bäume (-81 %). Im Gegensatz zu den gezäunten zeigten die ungezäunten Nesteraufforstungen beim Vergleich mit Reihenpflanzungen stets deutlich ungünstigere Parameterwerte, die insbesondere bei der Überlebensrate (-73 %), dem Höhenwachstum (-13 %) und der Kronenform (-24 %) signifikant waren.

Eichen aus Truppfanzungen unterschieden sich bei den Wachstumsparametern hingegen nur unwesentlich von jenen aus den vergleichbaren Reihenaufforstungen. Bei den Qualitätsparametern fanden sich sogar erhöhte Werte für Stammform, Kronenform (signifikant, +23 %) und Anzahl potenzieller Z-Bäume. Truppfanzungen mit ursprünglich mehr als 12 Individuen einer dienenden Baumart je Cluster verfügten im Vergleich zu benachbarten Reihenpflanzungen zudem über signifikant höhere Überlebensraten (+22 %), bessere Stamm- und Kronenformen (+118 bzw. +64 %) und mehr potenzielle Z-Bäume (+45 %).

In den untersuchten Nesterpflanzungen beinhalteten 42 % der Cluster mindestens einen potenziellen Z-Baum. Bei den Truppfanzungen erhöhte sich dieser Anteil auf 85 %. Im Durchschnitt fanden sich 0,4 bzw. 3 potenzielle Z-Bäume je Nest beziehungsweise Trupp. Das sich hieraus ergebende Verhältnis von Anzahl potenzieller Z-Bäume zur Gesamtzahl ursprünglich gepflanzter Eichen entsprach zum Zeitpunkt der Datenerhebung in den Nesterpflanzungen 1:105 und in den Truppfanzungen 1:8. In den Reihenaufforstungen lag diese Kennziffer dagegen bei 1:12. Werden theoretisch 70 Endbestandseichen je Hektar zugrunde gelegt, erhöht sich dieses Verhältnis rechnerisch auf Werte von rund 1:70 bzw. 1:40 für Reihen- bzw. Truppfanzungen.

Diskussion

Die Unterschiede, die sich aus den Vergleichen von Nester- und Truppfanzungen mit traditionellen Reihenpflanzungen ergaben, belegen, dass die Art der Clusterpflanzung erheblichen Einfluss auf die Entwicklung derartig begründeter Eichenbestände hat. Die verschiedenen Pflanzdichten und Pflanzengrößen der beiden Verfahren von Clusterpflanzungen, sowie der Verzicht auf die Pflanzung von randständigen, schattentoleranten Baumarten um die Nester dürften dabei die zentrale Rolle spielen.

In den aus kleinen Pflanzen angelegten Eichennestern führte die enge Begründung früh zu sehr hoher Mortalität sowie geringem Durchmesserwachstum und daher zu geringer Stabilität der Eichen. Fallstudien haben bestätigt, dass randständige Eichen von Nestern tatsächlich oftmals die vitalsten innerhalb dieser Cluster sind [09, 15]. Durch die verringerte Anzahl an Nachbarn und die nicht vorhandenen „dienenden“ Baumarten sind es diese Außenbäume, die den hohen intraspezifischen Konkurrenzdruck überstehen. Dabei bilden sie allerdings zugleich stark einseitige, schlechte Kronenformen aus (Abb. 2). Zwangsläufig führt dies zu einer eingeschränkten Astreinigung sowie unbefriedigender Ausbildung der Stammachse und damit zu signifikant weniger Z-Baum Anwärtern.



Abbildung 2. 22jähriges Eichennest im FoR Königheim (Baden-Württemberg).

Der beobachtete positive Effekt eines schützenden Zaunes auf die Entwicklung von Eichennestern dürfte seinen Ursprung insbesondere in der geringen ursprünglichen Größe der Jungpflanzen sowie der exponierten Lage der Clusteraufforstungen inner- bzw. außerhalb geschlossener Waldareale haben [7, 14]. Eine erhöhte Verbissgefährdung von Eichen in nicht eingezäunten Nesterpflanzungen ist schon mehrfach beschrieben worden [8, 10, 18]. Jedoch waren in der vorliegenden Studie auch die durch Zäune geschützten Eichen aus Nesterpflanzungen den in klassischen Reihenaufforstungen erwachsenen Eichen in Wachstum und Qualität mehrheitlich unterlegen. Die Qualifizierung der Eichen in Nesterpflanzungen scheint stark vom Füllgehölz zwischen den Clustern beeinflusst zu

werden [2]. In zukünftigen Erhebungen sollte daher das Auflaufen von Begleitgehölzen ebenfalls gezielt erfasst werden, um deren Wirkung auf die qualitative Entwicklung der Clustereichen besser nachvollziehen zu können.

In den aus größeren Eichen angelegten Trupps blieb die Clusterstruktur lange erhalten (Abb. 3). Ausschlaggebend dafür die größeren ursprünglichen Abstände zwischen den Pflanzen sowie die Individuen der dienenden Baumart sein. Hierdurch kam es zu einer ähnlichen Wachstumsdynamik wie in den Reihenaufforstungen. Im Gegensatz zu den Nestern hatte in den Trupps der Einfluss benachbarter Eichen keine negativen Auswirkungen auf die Überlebensrate und Durchmesserentwicklung und somit auch nicht auf die Stabilität der in Trupps erwachsenen Eichen. Gleichzeitig förderte die innerartliche Konkurrenz die Qualitätsentwicklung. Dies resultierte vor allem in einer vergleichsweise hohen Anzahl an potenziellen Z-Bäumen [3, 16, 22].



Abbildung 3. 20jähriger Eichentrupp im FoR Schwarzenborn Nord (Hessen)

Inwieweit eine erhöhte Anzahl an Individuen der dienenden Baumart die Verdämmung von Truppeichen durch z.B. konkurrierendem Bewuchs mit Brombeere oder Pionierlaubbäumen verhindern und gleichzeitig die Astreinigung fördern kann, lässt sich im Rahmen dieser Arbeit

nicht abschließend bewerten [6, 11]. Allerdings zeichnet sich ab, dass in den Trupps eine ausreichende Anzahl an beigeplanten schattenertragender Bäumen insgesamt einen positiven Einfluss auf die Entwicklung der Eichen zu haben scheint. Ob hierfür tatsächlich artspezifische Effekte verantwortlich sind, oder ob es sich lediglich um die Wirkung einer erhöhten Anzahl gepflanzter Bäumen im Cluster handelt, muss derzeit noch offen bleiben.

Der Übergang zwischen förderlicher und schädlicher Konkurrenz in den aufwachsenden Clustern ist ähnlich den verglichenen Reihenpflanzungen fließend und rasch veränderlich. Daher sollten in frühen Phasen der Bestandesentwicklung grundsätzlich regelmäßig Überprüfungen erfolgen [19]. Ziel ist es, die innerartliche Konkurrenz durch die gezielte Förderung der Clustereichen während der Qualifizierungsphase zu sichern.

Das für die Truppfanzungen gefundene günstige Verhältnisse von Anzahl potenzieller Z-Bäume zur Gesamtzahl ursprünglich gepflanzter Eichen lässt auf eine effektive qualitative Entwicklung in den Trupps im Vergleich zu Reihenpflanzungen schließen. Diese Erkenntnis wird durch den Befund gestützt, wonach die überwiegende Mehrzahl der analysierten Trupps in dieser und anderen Studien mindestens einen potentiellen Z-Baum aufweist [6, 15].

Schlussfolgerungen

Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse ist die aus kleinen Pflanzen angelegte Nesterpflanzung Reihenpflanzungen mit etwa 5000 Pflanzen je Hektar bezüglich der Etablierung wertvoller Eichenbestände deutlich unterlegen. Im Gegensatz dazu erscheint die aus größeren Pflanzen angelegte Truppfanzung ein geeignetes alternatives Verfahren, um Eichenbestände mit dem Ziel der Wertholzproduktion zu begründen. Vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Auswertungsstandes zur Eiche liegt dabei der Schluss nahe, dass Truppfanzungen auch bei anderen Laubbaumarten zur Begründung von Mischbeständen ein gangbarer Weg sein könnte. Es wird jedoch empfohlen, die gewonnenen Erkenntnisse durch in höhere Alter fortgesetzte Beobachtungen und Messungen weiter zu evaluieren.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Wirschafter mit der Truppfanzung ganz offensichtlich über ein sehr flexibles, vorteilhaftes Verfahren zur Begründung von Eichenmischbeständen verfügen. Über die Anzahl an Trupps je Hektar können anfängliche finanzielle Aufwendungen gezielt gesteuert und die langfristigen Bewirtschaftungsziele (z.B. Eichenanteil) zugleich frühzeitig berücksichtigt werden.

Danksagung

Die Autoren danken Peter Brang, Andreas Ehring, Julian Geisel, Bertram Leder, Michael Muth, Regina Petersen, Jakob Peter und Werner Ruhm für die Bereitstellung umfangreicher Datenreihen. Für die gute und hilfreiche Zusammenarbeit mit den Forstpraktikern vor Ort sei

herzlich gedankt. Das Forschungsvorhaben wurde durch den Deutschen Akademischer Austauschdienst (DAAD), die Georg Ludwig-Hartig-Stiftung, die Graduiertenschule "Environment, Society and Global Change" der Universität Freiburg sowie der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz finanziell gefördert.

Literatur

- [1] BMELV. 2002. Bundeswaldinventur 2. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, www.bundeswaldinventur.de.
- [2] Dong P.H., Eder W., Muth M. 2007. Eichen-Nesterpflanzungsversuche in Rheinland-Pfalz - Ergebnisse eines 15jährigen Beobachtungszeitraums. In: Eiche im Pfälzerwald. Forschungsanstalt für Waldökologie u. Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, 4-22.
- [3] Ehring A., Keller O. 2006. Eichen-Trupp-Pflanzung in Baden-Württemberg. AFZ/Der Wald 61, 491-494.
- [4] Frischbier, N., Profft, I., Arenhövel, W. 2010. Die Ausweisung klimawandelangepasster Bestandeszieltypen für Thüringen. Forst und Holz 65, 28-35.
- [5] Gockel H. 1995. Die Trupp-Pflanzung, Ein neues Pflanzschema zur Begründung von Eichenbeständen. Forst und Holz 50, 570-575.
- [6] Gockel H., Rock J., Schulte A. 2001. Aufforsten mit Eichen-Truppfanzungen. AFZ/Der Wald 56, 223-226.
- [7] Gotmark F.G., Berglund A., Wiklander K., 2005. Browsing damage on broadleaved trees in semi-natural temperate forest in Sweden, with a focus on oak regeneration. Scandinavian Journal of Forest Research 20, 223-234.
- [8] Guericke M. 1996. Versuche zur Begründung von Eichenbeständen durch Nesterpflanzung. Forst und Holz 51, 577-583.
- [9] Guericke M., Petersen R., Blanke S., 2008. Wachstum und Qualität von Eichennestern in Nordwestdeutschland. Forst und Holz 63, 58-63.
- [10] Gussone H., Richter A. 1994. Eichen-Nester – Zweiter Bericht der Versuche mit Nesterpflanzungen in Norddeutschland. Forst und Holz 49, 300-304.
- [11] Harari O., Brang P. 2008. Truppfanzungs-Experimente mit Stieleiche und Bergahorn in der Schweiz. Ergebnisse der Erhebungen 2007. Bericht Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.
- [12] Hedges L.V., Gurevitch J., Curtis P.S. 1999. The meta-analysis of response ratios in experimental ecology. Ecology 80, 1150-1156.
- [13] Kuehne C., Kublin E., Pyttel P., Bauhus J. 2012. Growth and form of *Quercus robur* and *Fraxinus excelsior* respond distinctly different to initial growing space: results from 24-year-old Nelder experiments. Journal of Forestry Research (in press).

- [14] Kuijper D.P.J., Cronsigt J., Churski M., Adam B., Jedrzejewska B., Jedrzejewski W. 2009. Do ungulates preferentially feed in forest gaps in European temperate forest? Forest Ecology and Management 258, 1528-1535.
- [15] Leder B. 2007. Wachstum und qualitative Entwicklung von Eichennestern. AFZ/Der Wald 62, 420-423.
- [16] Petersen R. 2007. Eichen-Trupp-Pflanzung – erste Ergebnisse einer Versuchsfläche im NFA Neuhaus. Forst und Holz 62, 19-25.
- [17] Reif A., Brucker U., Kratzer R., Schmiedinger A., Bauhus J. 2010. Forest Management in Times of Climate Change - Synergies and potential conflicts between forestry and nature conservation. Naturschutz und Landschaftsplanung 42, 261-266.
- [18] Rock J., Gockel H., Schulte A. 2003. Vegetationsdiversität in Eichen-Jungwäxsen aus unterschiedlichen Pflanzschemata. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch. ökol. 37, 11-17.
- [19] Rock J., Puettmann K.J., Gockel H.A., Schulte A. 2004. Spatial aspects of the influence of silver birch (*Betula pendula* L.) on growth and quality of young oaks (*Quercus* spp.) in central Germany. Forestry 77, 235-247.
- [20] Rosenberg M.S., Adams D.C., Gurevitch J. 2000. MetaWin: Statistical software for meta-analysis, Version 2.0. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts.
- [21] Saha S., Kuehne C., Kohnle U., Brang P., Ehring A., Geisel J., Leder B., Muth M., Petersen R., Peter J., Ruhm W., and Bauhus J. 2012. Growth and quality of young oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*) grown in cluster plantings in Central Europe: a weighted meta-analysis. Forest Ecology and Management 283, 106-118.
- [22] Schmaltz J., Fröhlich A., Gebhardt M. 1997. Die Qualitätsentwicklung in jungen Traubeneichenbeständen im Hessischen Spessart. Forstarchiv 68, 3-10.
- [23] Szymanski S. 1986. Die Begründung von Eichenbeständen in "Nest-Kulturen". Forst- und Holzwirt 41, 3-7.
- [24] Weinreich A., Grulke M. 2001. Vergleich zwischen Nesterpflanzung und konventioneller Begründung von Eichenbeständen. Freiburger Forstliche Forschung 25, 41-54.