

In Gebirgsländern stehen Schutzaufforstungen verschiedener Art im Vordergrund. Allein auf Erzeugung von Waldprodukten ausgerichtete Aufforstungen bilden eher eine Ausnahme, indem praktisch jeder Wald, auch der eigentliche Wirtschaftswald, irgendwelche Schutz- und Wohlfahrtsfunktionen auszuüben vermag.

Leibundgut (1982)

1 Einleitung

1.1 Standörtliche Situation in Bosnien-Herzegowina

Bosnien-Herzegowina ist ein Gebirgsland. Von der Gesamtfläche des Landes entfallen 65,5 % auf Gebirgsregionen, 24 % auf Hügelländer und lediglich 10,5 % auf Ebenen. Wälder stellen die größten und bedeutendsten Naturreichtümer von Bosnien-Herzegowina dar und bedecken 53 % der Landesfläche (HADŽIABDIĆ u. VUKOREP 1996).

Von alters her wurden die Wälder im Gebiet durch Abholzung für die Bedürfnisse des Schiffbaus, der Erzgewinnung, der Metallverhüttung und der Nomadenviehzucht zerstört. Dies gilt besonders für die an das Adriatische Meer grenzenden Gebiete, durch die wichtige Verkehrswege verliefen. Als Folge gingen große Waldkomplexe im südlichen Teil des Landes (Herzegowina) verloren, so dass Wälder nur noch als kleine Inseln in Form von degradierten Beständen, Niederwäldern, Gebüsch und Macchia zurückblieben.

Die Wälder in Bosnien-Herzegowina werden seit einigen Jahrzehnten nachhaltig bewirtschaftet. Es wird nur so viel Holz eingeschlagen, wie wieder nachwächst, wobei Kahlschläge ausgeschlossen sind. Die Hauptbewirtschaftungsform ist dabei das Plenterprinzip. Allerdings haben Waldbrände, Insekten- und Pilzbefall wie auch die unkontrollierte Abholzung in der Kriegszeit zwischen 1992 und 1995 das Auftreten neuer Kahlflecken verursacht, auf denen eine natürliche Verjüngung unmöglich ist und die Aufforstung durch Standardmethoden sehr schlechte Ergebnisse zeigt (HADŽIABDIĆ u. VUKOREP 1996).

Eine bedeutende Ursache für die geringe Stabilität dieser Waldbestände und die Disposition der Standorte für die Entstehung von Kahlflecken sind extreme klimatische Bedingungen. Hohe Temperaturen besonders während des Sommers sowie die ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge während des gesamten Jahres führen häufig zum Auftreten längerer Dürreperioden (LUJIC 1973). Einen wichtigen Grund für die kritische Entwicklung der Wälder stellen die ungünstigen edaphischen Gegebenheiten auf vielen Standorten dar. Nach BOJADŽIĆ (2001) nehmen Karstböden 34,8 % des Territoriums von Bosnien-Herzegowina ein, wobei beinahe die Hälfte dieser Flächen devastiert ist (felsige Weiden und sonstiges Ödland mit wenigen buschförmigen Überresten der ehemaligen Wälder). Auf solchen Standorten haben sich meist Ranker gebildet. Dieser Bodentyp ist an das Kalkstein-Dolomit-Gebiet gebunden und nach der Skala von CIRIĆ (1986) meist mittelskelettreich (10-50 % Skelettanteil) bis sehr skelettreich (>50 % Skelettanteil). Die Kalk- bzw. Dolomitunterlage ist sehr durchlässig, so dass sich Wasser nur kurz in den oberflächennahen Bodenschichten

aufhält. Der Feinbodenhorizont auf diesen Standorten entsteht durch die Auflösung der Gesteinsmasse, wobei CaCO_3 unter Einwirkung von CO_2 mit dem Wasser in die tieferen Schichten abfließt und auf der Oberfläche nur ein unlöslicher Rest, das Residuum, bleibt. Aufgrund dieser sehr langsamen Bodenbildungsprozesse entsteht nur etwa 1 cm Mineralboden in 1000 Jahren. Das ausgeprägte Relief trägt dabei zur Knappheit feinerer Bodenpartikel bei, da Wasser und Wind diese von der Erdoberfläche abtragen und sie in Bereichen zwischen den Felsen konzentrieren. Als Folge sind die Böden auf Kalkstein bzw. Dolomit außerordentlich trocken, und an Feinboden reichere Standorte nehmen nur sehr kleine Flächen ein.

Außer auf Karstböden finden sich große Waldkomplexe in Bosnien-Herzegowina auf Peridotit und Serpentin. Peridotite sind ultrabasische mittelkörnige Tiefengesteine. Als Hauptgemengteile sind Olivin (meist in Serpentin umgewandelt) mit 40 - 90 % und Pyroxen mit 5 - 30 % vorhanden. Serpentine sind massige, mitunter auch schiefrig ausgebildete, dichte Metabasite aus Serpentinmineralien (Lizardit, Antigorit, Chrysotil). Nach RITER-STUDNIČKA (1963) erstreckt sich die bosnische Serpentinzone in einer beinahe ununterbrochenen Kette vom Nordwesten zum Südosten des Landes. Diese Standorte sind durch einen hohen Magnesiumgehalt und einen Mangel an Kalium und Phosphor charakterisiert. Hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit ähneln sie den Kalkböden, so dass die Vegetation auf ihnen xeromorphen Charakter hat.

1.2 Aufforstungen in Bosnien-Herzegowina

Von der Gesamtwaldfläche in Bosnien-Herzegowina stellen Naturwälder 97 % (HADŽIABDIĆ u. VUKOREP 1996). Mit dieser Bezeichnung Naturwälder ist nicht gemeint, dass es sich um ursprüngliche Wälder ohne jegliche Bewirtschaftung und Eingriffe handelt, sondern dass die Entstehung nicht auf künstliche Bestandesbegründung zurückzuführen ist. Die Naturnähe bezieht sich also nur auf die Entstehung der Wälder, nicht aber auf die weitere Entwicklung. (BEUS 2003 mündliche Mitteilung). Die restlichen Bestände setzen sich vor allem aus bis zu 40-jährigen Forstkulturen zusammen.

Eine wichtige Aufgabe des Forstwesens in Bosnien-Herzegowina sind die Erhaltung und Verbesserung der Strukturen der bestehenden Naturwälder mit all ihren Funktionen. In jüngster Zeit haben die Umwandlung von Niederwäldern in Hochwälder, die Melioration degraderter Waldstandorte sowie die Aufforstung von Waldbrand- und Kahlflächen (Karstgebiete) immer mehr an Bedeutung gewonnen. Nach BOJADŽIĆ (2001) existieren in Bosnien-Herzegowina auf ca. 1 Million Hektar Waldstandorte, auf denen Maßnahmen mit dem Ziel der Verbesserung notwendig sind.

Zahlreiche Forstunternehmen in Bosnien-Herzegowina haben in der Zeit von 1950 bis 1980 an der Aufforstung der Karstgebiete gearbeitet. Viele Flächen, auf denen sich die Kulturen entwickelt haben, wurden durch Brände zerstört (BOJADŽIĆ 1975). Außerdem hat der Mangel an Pflegemaßnahmen in zahlreichen Kulturen die Waldentwicklung negativ beeinflusst.

Ein Aufforstungsprogramm, welches den Schutz von Waldressourcen vor einer weiteren Degradierung zum Ziel hatte, wurde mit dem Gesetz über Wälder aus dem Jahre 1974 verabschiedet. Mit dieser Verordnung wurden alle forstwirtschaftlichen Betriebe verpflichtet, für jeden Kubikmeter geernteten Holzes 14 m² Waldboden durch Setzlinge aufzuforsten. Speziell für das Karstgebiet wurde 1975 ein Aufforstungsprogramm verabschiedet. Diese Aufforstung von Karstgebieten auf einer Fläche von 50.000 ha wurde zu jeweils 50 % aus Staatsmitteln und Geldern der Kommunen finanziert. Der Jahresumfang der Arbeiten wurde auf 785 ha festgelegt und auf die Gemeinden verteilt.

Mit dem langfristigen Entwicklungsprogramm für die Forstwirtschaft in Bosnien-Herzegowina wurden der Umfang der Aufforstung und die Erhöhung des Nadelholzanteiles für den Planungszeitraum von 1986 bis 2000 neu festgelegt. Die bisherigen Versuche zur Aufforstung von Extremstandorten durch Setzlinge oder Einsaat hatten aber keine zufriedenstellenden Resultate gezeigt.

In Bosnien-Herzegowina wurden für die Aufforstung der Extremstandorte auf Karstböden und Peridotit vornehmlich Setzlinge der Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) und Waldkiefer (*Pinus silvestris*), der Zypresse (*Cupressus sempervirens*), der Aleppokiefer (*Pinus halepensis*), der Manna-Esche (*Fraxinus ornus*) und der Orient-Hainbuche (*Carpinus orientalis*) genutzt. Die Auswahl der Arten war somit an die extremen Standortgegebenheiten angepasst. Dass die Aufforstungsmaßnahmen mit diesen Baumarten keine Erfolge zeigten, liegt vor allem in der angewendeten Saatmethode begründet. Dabei wurden die Samen in traditioneller Weise ohne weitere Hilfsmittel in Erdlöcher eingesät, so dass es auf diesen kahlen Oberflächen zu keiner Minderung der negativen öko-klimatischen Faktoren während des Sommers kam.

Auf den während des Krieges abgeholzten Flächen in der Umgebung von Sarajevo wurden in den Jahren 1996 und 1997 im Rahmen von Pflanzaktionen nahezu 1 Million Setzlinge mit nacktem Wurzelsystem gepflanzt. Diese Setzlinge verschiedener Baumarten waren jedoch in kürzester Zeit so stark geschädigt, dass auch diese Bewaldungsaktion als erfolglos anzusehen war. Auch in den nächsten Jahren wurden in diesen Gebieten wiederholte Aufforstungsversuche unternommen, die ebenfalls erfolglos blieben. Ausschlaggebend für den Misserfolg waren wiederum die extremen klimatischen Verhältnisse auf den entwaldeten Flächen der flachgründigen Karstböden.

Neben der klassischen Pflanzung von Setzlingen, die, wie beschrieben, keine Resultate gebracht hat, wurden auch zahlreiche Experimente durchgeführt, die eine Erarbeitung besserer Methoden und Verfahren bei der Aufforstung von Extremstandorten zum Ziel hatten. Bereits seit den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurde intensiv über die Aufforstungsmethoden auf Karstböden gearbeitet. So hat HORVAT (1964) eine Tabelle zu den empfohlenen Löchertiefen für die Saat auf Karststandorten publiziert. LUJIĆ (1973) behandelt das Mulchen der Aufforstungsflächen mit Steinen oder Kies, um somit die Evaporation zu vermindern. STEFANOVIĆ et al. 1983 erhielten bei Aufforstungsversuchen mit Containerpflanzen zufriedenstellende Resultate. BOJADŽIĆ (1996) wandte erstmalig in der Praxis der Waldbegründung in Bosnien Kulturen von Mykorrhizapilzen aus bestehenden

Wäldern an. Parallel zur Anwendung der Mykorrhizapilze wurde die übliche Saatmethode angewendet. Nach vier Jahren zeigten die mykorrhizierten Setzlinge deutlich besseres Anwachsen als die Kontrollpflanzen.

Trotz dieser teilweisen Erfolge haben sich derartige Methoden in Bosnien-Herzegowina nicht in der forstlichen Praxis bewährt. Der Hauptgrund dafür liegt vor allem in den hohen Kosten dieser Methoden begründet. Bereits der Preis der Produktion solcher Setzlinge ist hoch, vor allem aber ist die Arbeit vor Ort ziemlich anspruchsvoll und teuer. Auch in Bezug auf die Zahl der überlebenden Pflanzen vor Ort sind die notwendigen Investitionen unverhältnismäßig hoch. All dies zeigt, dass nach neuen Methoden und Verfahren für die Aufforstung von Extremstandorten in Bosnien-Herzegowina geforscht werden muss, die bei geringeren Kosten effektivere Resultate ergeben.

Die Verwendung spezieller wasserspeichernder Stoffe (Hydrogele) im Forstwesen eröffnet neue Möglichkeiten bei der Aufforstung von Extremstandorten (siehe Kap. 2). Ihre Verwendung kann besonders bei der Aufforstung von Karstboden bzw. an Extremstandorten mit Wassermangel während der Sommermonate größere Bedeutung gewinnen. Die Kombination von Hydrogel und anderen Methoden (Mulchen, Mykorrhiza, Containerpflanzen) sowie die richtige Auswahl der Baumart für die Aufforstung kann dabei eine Antwort auf die Probleme sein, mit denen wir bei der Aufforstung von Extremstandorten konfrontiert sind.

1.3 Zielsetzung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, mit optimierten Pflanzentechniken den Kulturerfolg bei Aufforstungen auf sommertrockenen Standorten in Bosnien-Herzegowina zu verbessern. Hierzu wurden sogenannte Hydrogele, die eine sehr hohe Wasserspeicherkapazität besitzen, in ihrer Wirkung auf das Anwachsen von fünf verschiedenen Baumarten (*Pinus nigra* Arn., *Pinus silvestris* L., *Pinus heldraichi* L., *Sorbus aucuparia* L., *Quercus petraea* L.) sowie auf ihre Auswirkungen auf die Entwicklung von Schwarz- und Waldkiefern sämlingen getestet. Es wurden zwei methodische Ansätze verfolgt.

1. Auf Flächen in der Umgebung von Sarajevo und Kladanj, die durch extreme standörtliche Bedingungen (ausgeprägte Sommertrockenheit) gekennzeichnet sind, wurden Versuche unter Praxisbedingungen angelegt. Dabei sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:
 - Bestimmung der Standortcharakteristika und des Mikroklimas auf Kahlflächen, die durch extreme Wasserhaushaltsbedingungen gekennzeichnet sind,
 - Analysen zur Überlebensrate, Vitalität und zum Anwachsen von Setzlingen auf den Extremstandorten in Abhängigkeit von Behandlungsart bei der Saat,
 - Analyse der Keimungs- und Überlebensrate von Samen bzw. Keimlingen der Schwarz- und Waldkiefer in Abhängigkeit von der Behandlung des Bodens.

2. Unter konstanten Bedingungen wurden Gewächshausuntersuchungen zu folgenden Themen durchgeführt:
- Optimierung der Hydrogelmenge für unterschiedliche Korngrößenzusammensetzungen,
 - Bestimmung der Wasserspeicherkapazität der getesteten Hydrogele in Abhängigkeit von der Bodenart,
 - Einfluss verschiedener Hydrogelbehandlungen auf die Keimlingsentwicklung.