

S I L V A M I X

moderner Dünger für die Forstwirtschaft

Lubomír Kubelka



LESNICKÁ PRÁCE
2003

Cover © Lesnická práce, s.r.o., 2003
Text © Lubomír Kubelka, 2003
Foto © foto archiv Lesnická práce, s.r.o., 2003

ISBN 80-86386-14-7

Inhalt

I. EINLEITUNG	5
II. ANALYSE DER PROBLEMATIK	7
Wesentliche Erscheinungen der Beschädigung von Waldökosystemen	7
Einige Möglichkeiten der Minimierung der Folgen von anthropogenen Einflüssen auf die Wälder	8
<u>Empfehlungen für die Forstpraxis Nr.1</u>	9
III. DÜNGER SILVAMIX®	13
Charakteristik der Dünger	13
Prinzip der Wirksamkeit	14
Vorteile der Dünger in Tablettenform	15
Applikation von Düngertabletten	15
Applikation von Pulverdüngern	17
Applikationszeit	17
<u>Empfehlungen für die Forstpraxis Nr. 2</u>	19
IV. ANWENDUNGSBEISPIELE VON DÜNGERN SILVAMIX® IN DER PRAXIS	21
A. Wirksamkeit der Dünger SILVAMIX® in Forstbaumschulen	22
Forstbaumschule Kladíkov	22
Forst- und Zierbaumschulen VÚOZ Průhonice	23
Baumschulzentrum Krásné Pole	24
<u>Empfehlungen für die Forstpraxis Nr. 3</u>	27
B. Wirksamkeit der Dünger SILVAMIX® unter den Bedingungen von Fichtenmonokulturen	28
Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse	28
C. Wirksamkeit der Dünger SILVAMIX® auf das Wachstum der unter Immissionseinfluss liegenden Kulturen	29
Versuch im Erzgebirge	31
Versuch im Isergebirge	32
Versuch im Riesengebirge	32
<u>Empfehlungen für die Forstpraxis Nr. 4</u>	34
V. ABSCHLUSS	35
VI. ZITIERTER LITERATUR	37
VII. REGISTER DER ABKÜRZUNGEN UND LATEINISCHEN BEZEICHNUNGEN	39

Motto:

Grundaufgabe aller Bereiche der menschlichen Tätigkeit, die mit der lebenden Natur „arbeiten“, ist die Sicherung einer dauerhaften Kontinuität der Natur in ihrer Gesamtheit. Dies ist vor allem Aufgabe der Landwirtschaft und der Forstwirtschaft. Das Prinzip der Erhaltung der Kontinuität der Natur scheint eine logische, klare und verständliche Angelegenheit zu sein und nach Meinung einer ganzen Reihe von Personen und Organisationen beansprucht sie nicht einmal unsere außerordentliche Aufmerksamkeit, da sie sich auch im Falle von Nicht-einmischung in das Naturgeschehen, bzw. im Falle der Teilunterstützung von Naturprozessen, erfüllt. Ein diese Richtung orientiertes und wahrlich schematisiertes Denken wirkt nicht nur auf die Gesellschaft, sondern demzufolge negativ auch auf die Natur, um deren Zustand es in der modernen menschlichen Gesellschaft vor allem gehen sollte.

I. Einleitung

Die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft bringt außer positiven Beiträgen auch negative Einflüsse ihrer Tätigkeit auf die Umwelt mit sich. Sehr deutlich werden alle Umweltkomponenten in Mitteleuropa gezogen. Die Verschmutzung und der aktuelle Zustand der Atmosphäre und des Wassers unterliegen aus Sicht der mehr oder weniger kurzfristigen Zeitperioden großen Schwankungen. Durch Beseitigung der primären Quellen sind die negativen Folgen der Luft- und Wasserverschmutzung in der Regel sehr schnell eliminiert. Ganz im Gegenteil ist es jedoch bei dem Boden, wo die Rückkehr zum ursprünglichen nicht geschädigten Zustand einen sehr langwierigen Prozess darstellt. Es wird angeführt (Hruška und Koll. 2000, S.13), dass die versauerten Böden zu ihrer Regeneration wahrscheinlich Jahrzehnte bis Jahrhunderte brauchen werden, und das selbst bei idealen Bedingungen deutlich geringerer saurer Einträge aus der Atmosphäre.

Im Zusammenhang mit der Degradation des Bodens werden in der letzten Zeit auch die Fragen des aktuellen Gesundheitszustandes der Waldbestände in unseren Grenzregionen diskutiert. So unterliegen z.B. nach Kulkavý und Koll. (2000 ex Hýnek 2001, S.18) die Waldbestände und die Waldböden der LS

(Forstverwaltung) Janov, Klášterec und Litvínov im Erzgebirge auch nach der Jahrtausendwende der größten Belastung durch saure Depositionen in Europa. Aufgrund der sehr langfristigen natürlichen Regeneration der Waldböden resultieren deshalb die Aktualität und das Bedürfnis nach Durchführung aktiver Maßnahmen zur Beschleunigung der natürlichen Regeneration der Pedosphäre.

Zu diesen Maßnahmen gehören die Reduzierung der Bodenversauerung durch Kalkung und die Verbesserung des Nährstoffbodenkomplexes durch Grund- und Ergänzungsdüngung. Die vorliegende Publikation betrifft die beiden aufgeführten Meliorationsmaßnahmen. Sie richtet sich dabei auf einen Teilabschnitt von Forstmeliorationen, und zwar auf die Durchsetzung der Dünger der Reihe SILVAMIX® in der modernen Forstpraxis. Beabsichtigt wurde die Einarbeitung neuer Erkenntnisse und erworbener Erfahrungen in die Publikation, die vor allem für Arbeitskräfte aller Stufen der Leitung von Forstbetrieben bestimmt ist. Die Arbeit ist in kurzen Kapiteln nach den Teilbereichen der Problematik geordnet. Dem Leser soll sie vor allem die Grundgedanken (Empfehlungen) für die Umsetzung in der Forstpraxis anbieten.





II. Analyse der Problematik

Wesentliche Erscheinungen der Beschädigung von Waldökosystemen

Der Gesundheitszustand der Wälder der ČR (Tschechischen Republik) hatte in Jahren 1984 bis 1994 eine ungünstige (sich verschlechternde) Entwicklung. Die Waldökosysteme wurden in der Vergangenheit (in 60. – 80. Jahren) durch anthropogene Immissionsbelastung aus Kraftwerken und Industriequellen beeinflusst. Durch Immissionen wurden vor allem Bestände in Grenzregionen (Erzgebirge, Lausitzer Gebirge, Isergebirge, Riesengebirge, Glatzer Schneegebirge, Gesenke usw.) betroffen. Zu einer kurzfristigen Wende (Verbesserung) in der Entwicklung des Gesundheitszustandes der Wälder der ČR (Bewertung laut der Fernerdkundung; DPZ) kam es in den Jahren 1995 und 1996. Die Auswertung der Bilder der DPZ aus den Jahren 1997 und 1998 hat jedoch wieder einen allgemeinen Trend der Verschlechterung des Zustandes unserer Wälder gezeigt. Nichtsdestoweniger verlaufen auf der regionalen Ebene die Änderungen des Gesundheitszustandes der Wälder sehr differenziert. In einigen Regionen wird der Waldzustand als verbessert beurteilt; auf der anderen Seite kommt es in bestimmten Gebieten der ČR (jetzt vor allem im Erzgebirge und im Isergebirge) zur weiteren Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Waldbestände, und zwar inklusive der Bestände der ersten Altersstufe (d.h. auch der Bestände, die nach der Kulmination der Immissionskalamität in den letzten 20 Jahren begründet worden sind). Problematisch ist insbesondere der Zustand der Fichtenbestände in den Bergen, der auch weiterhin sehr schlecht bleibt (Hynek 2001, S.18).

Zu externen wesentlichen Erscheinungen und Auswirkungen der fortschreitenden Schädigung der Waldökosysteme in unserer Republik gehören folgende Tatsachen:

- physiologische Schädigung der Vegetationsorgane der Waldgehölze durch Immissionen (z.B. Farbabweichungen in der Färbung der Assimilationsorgane,

Vergilbung oder Rostfärbung der Nadeln, nekrotische Veränderungen an Blättern und Nadeln, Schädigung der Spaltöffnungen durch die mechanischen in Immissionen enthaltenen Partikel, Disfunktion der Atmung und der Assimilation der Gewächse, Störung des Wasserregimes der Pflanzen u.ä.),

- Abweichungen im Wachstum und in der Entwicklung der Gehölze (z.B. Verringerung des Höhen- und Stärkenzuwachses, Abweichungen in der Belaubung der Gehölze – Reduktion der Blattfläche, Verkleinerung der Größe von Assimilationsorganen, Rückgang der Samenproduktionsfähigkeit bis zum Ausschluss der generativen Reproduktion, verminderte Lebensfähigkeit der Samen u.a.),

- Erhöhung der Pflanzenmortalität (des Verlustes) durch Misserfolg nach der Aufforstung (als Auswirkung der Umweltdegradation),

- Veränderungen des Bodenchemismus (sich vertiefende Bodenversauerung, Auswaschen der basischen Kationen außerhalb der wirksamen Reichweite von Pflanzenwurzeln, bzw. ihr Auswaschen in das Grund- oder Oberflächenwasser, Disharmonie der Elemente im Nährstoff- (Absorption) Komplex und weitere Phänomene, die durch eine pedologische Analyse entnommener Bodenproben nachweisbar sind) und daraus resultierende Störungen in der Ernährung der Gehölze auf den geschädigten Böden (Veränderungen in den relativen Anteilen der Elemente in den Pflanzengeweben, bestätigte Ergebnisse der s.g. Blattanalysen, bzw. der anorganischen Pflanzenanalysen),

- in Folge der Degradation des Biotops kommt es zu markanten Veränderungen der Artenstruktur des Waldes (Baumartenzusammensetzung) inklusive der Artenstruktur der Krautvegetation, die eine Rolle der Bodendeckung erfüllt.

Einige Möglichkeiten der Minimierung der Folgen von anthropogenen Einflüssen auf die Wälder

Die Erneuerung der durch Immissionen zerstörten und geschädigten Wälder ist in der heutigen Zeit eine der wichtigsten Aufgaben unserer Forstwirtschaft. Die Aufforstung von Immissionskahlf lächen, bzw. die Walderneuerung in Immissionsgebieten erfordert gegenüber den gewöhnlichen Verhältnissen eine ganze Reihe von Spezifizierungen. Dieses ist nicht nur durch schwierige forstwirtschaftliche Betriebsbedingungen in immissionsbelasteten Grenzgebieten bedingt, sondern auch durch außerordentlich ungünstige ökologische Verhältnisse auf den durch Immissionen schwerst belasteten Gebirgslokalitäten. Das beweist nicht nur die Zunahme von Pflanzenverlusten als Misserfolg bei der Aufforstung, sondern auch alle anderen Erscheinungen, die im vorherigen Unterkapitel beschrieben wurden.

Es wird also ein integrierter Zugang zur Aufforstungen in Immissionsgebieten verlangt, in dem einzelne Teilabschnitte der Forstwirtschaftstätigkeit ein Verbundsystem bilden werden, in dem jedes Glied das Endziel erfüllt, d.h. es trägt zur erfolgreichen Aufforstung der Immissionskahlf lächen, zur Verringerung der Pflanzenverluste durch Ausfall nach der Pflanzung und zur Sicherung der Forstkulturen bei. Ein nicht zu vernachlässigendes Glied dieses Systems ist auch die ganzflächige chemische Melioration der degradierten Waldböden durch Kalkung und die folgende lokale Ergänzungsdüngung der Pflanzen von Forstgehölzen in den Kulturen durch Industriedünger (Nárovec 1996, S.1).

Die beiden erwähnten Maßnahmen (chemische Bodenmelioration durch Kalkung, Ergänzungsdüngung der Forstkultur) sind Handwerkzeuge des Betriebsförsters in seinem Bemühen um die Verbesserung des Chemismus des durch Immissionen degradierten Waldbodens und um die Minimierung der Folgen anthropologischer Einflüsse auf den Wald allgemein. Außerhalb der Einflusssphäre der Forstleute, bzw. von der forstliche Seite nicht beeinflussbar, nichtsdestotrotz eine der bedeutendsten Maßnahmen bleibt natürlich die Forderung

nach Verringerung von Art und Menge (Volumen) der Schadstoffe, die in die Atmosphäre emittiert werden. Während das Sinken von Depositionen der Schwefelverbindungen in der Zeit nach dem Jahr 1989 gewisse Hoffnungen auf eine günstige Waldentwicklung erweckte (Immissionen der Schwefeloxide haben sich im Vergleich zum Jahr 1989 um mehr als 35 % verringert), werden in den letzten Jahren ernsthafte Befürchtungen um die Zukunft der Wälder in Gebieten unter dem Einfluss der Stickstoffdepositionen geäußert (z.B. Šach und Koll. 1999, S.455). Grund ist genauso wie bei Schwefelverbindungen der Einfluss der Depositionen (Immissionen) des Stickstoffes auf den Boden (Hruška und Koll. 2000, S.13). Es wird angenommen, dass die gleichzeitige hohe Stickstoffdeposition in einigen Regionen der ČR mit der außerordentlichen Entwicklung des Autoverkehrs nach dem Jahr 1989 zusammenhängt.

Mit der Walderneuerung in den Immissionsgebieten tritt auch eine ganze Reihe von elementaren waldbaulichen Maßnahmen (z.B. Anzucht und Auswahl von differenziertem Pflanzenmaterial), den Maßnahmen des Waldschutzes usw. in den Vordergrund des Interesses, nichtsdestoweniger wird die Minimierung der Folgen von anthropogener Bodenschädigung unabkömmlich als primäre (bevorrechtigte) Forderung vor allem der forstlichen Meliorationsmaßnahmen angefordert.

An erster Stelle ist dies die Melioration der Waldböden durch Kalkung. Zu den Hauptzielen der Kalkung in Immissionsgebieten gehört nach Materna (1986 ex Hynek 2001, S.19): a) den negativen Einfluss der Deposition von sauren Bestandteilen der Luftverschmutzung auf die Waldböden zu verringern oder zu kompensieren, b) die Bodennährstoffverarmung zu verlangsamen oder abzustellen, c) die Löslichkeit der Aluminium- und Manganverbindungen zu verringern und deren eventuelle toxische Wirkung auf die Wurzeln der Gehölze zu minimieren, d) den Kalzium- und Magnesiummangel in der Ernährung der Gehölze auszugleichen, e) das Ungleichgewicht

(Disharmonie) in der Ernährung der Gehölze, das durch Vorratsverringering und Aufnahmeverringering einiger Nährstoffe (vor allem Ca, Mg und K) und durch Deposition von Stickstoff- und Schwefelverbindungen in Waldbeständen hervorgerufen wurde, auszugleichen. Hier ist es notwendig zu betonen, dass man die Kalkung der Waldböden nicht zufällig projektieren und realisieren kann, sondern dass die Zusammensetzung der Kalkmeliorationsstoffe und Kalkmaterialien, inklusive ihrer Dosierungen, auf der Basis vorheriger Meliorationserkundung bestimmt werden muss. Die Interpretation der Ergebnisse von pedologischen Analysen entnommener Bodenproben darf man nicht außer Acht lassen (Nárovec und Koll. 1995, Podrázský und Koll. 1999 u.a.). Dabei wird für ein minimales Zielniveau austauschbarer Bodenazidität, das zur Erneuerung des biologischen Lebens der Waldböden der meisten Immissionskahl-schlagsflächen erforderlich ist, auf der Grundlage von Erfahrungen aus dem Erzgebirge ein Wert von mindestens 3,8 pH (in KCl) erforderlich.

Die zweite Meliorationsmaßnahme schließt eine Grund- oder Ergänzungsdüngung der Waldflächen in Immissionsgebieten mit Spezialtypen der Industriedünger ein. Bei der Düngung der Forstkulturen geht es dabei nicht nur um die Stimulation des Wachstums der angebauten Gehölze (siehe Nárovec, Jurásek 2000, S.177), sondern es wird gleichzeitig das Ziel verfolgt, die Disproportion in der Zusammensetzung (in ge-

genseitigen Proportionen) von Bioelementen im Nährstoffbodenkomplex inklusive des Ausgleichs ihrer Volumenproportion (Menge oder Vorrat im Boden) auszugleichen. Diese Aufgabe können die gebräuchlichen Typen der Pulver- oder Granulatindustriedünger, die für die landwirtschaftliche Praxis entwickelt und bestimmt sind, meistens nicht sicherstellen. Diese „landwirtschaftlichen“ Dünger werden durch Waldgehölze ungefähr zu 30 % ausgenützt. Die restliche Menge der durch Düngung gelieferten Makroelemente wird nutzlos in den Boden-untergrund (außerhalb des Wurzelbereiches der Gehölze) und folgend in das Grund- und Oberflächenwasser ausgeschwemmt. Das hängt vor allem mit der schnellen Löslichkeit dieser Dünger zusammen, weil es in der Landwirtschaft immer um eine schnelle und direkte Lieferung einer konkreten Zusammenstellung der erforderlichen Elemente geht. Für die Verwendung in der Forstwirtschaft sind aber diese Eigenschaften nicht geeignet. Die Industriedünger, die vorrangig für die landwirtschaftlichen Kulturen bestimmt sind, sind deshalb für die Applikation in den Immissionswaldgebieten notwendigerweise als ungeeignet anzusehen. Eine Lösung ist die Verwendung von speziellen Forstindustriedüngern. Zu diesen gehören vor allem die Produkte der Reihe SILVAMIX®, die schon am Anfang ihrer Entwicklung im Jahre 1983 aus den Anforderungen der Forstpraxis und aus den Erfahrungen mit der Bewirtschaftung der Wälder in Immissionsgebieten des Erzgebirges hervorgegangen sind.

Empfehlungen für die Forstpraxis Nr.1

Praktische Erfahrungen mit der Erhaltung der Fruchtbarkeit der Waldböden

Zuerst ist es notwendig, die allgemeinen Erfahrungen mit der Lösung der Regulierung des geschädigten Bodenmilieus in Immissionsgebieten durch Kalkung und Düngung zusammenzufassen. Es geht um die Aufzählung der Grundprinzipien, mit denen der Prozess chemischer Bodenmelioration in Immissionsgebieten gesteuert wird, der als System aneinandergekoppelter Meliorationsmaßnahmen und Arbeiten, die das Ziel der Minimierung von negativen Immissionsdepositionen auf das Bodenmilieu verfolgen, verstanden wird.

Nach unseren Erfahrungen, die im Erzgebirge gewonnen wurden, ist es notwendig, den Prozess der durch Immissionen beeinflussten Degradierung des Bodenchemismus durch folgende Maßnahmen zu minimieren:



(1) Die Reduktion der Bodenversauerung wird zuerst durch Kalkung der Bodenoberfläche mit einem festgelegten Kalkmeliorationsstoff durchgeführt. Man wird immer aus der Meliorationserkundung von interessierenden Waldflächen ausgehen und die Ergebnisse von Bodenanalysen berücksichtigen, insbesondere dann den aktuellen Versauerungszustand der zur Melioration anstehenden Böden. Die einmalige Dosis von applizierten basischen Meliorationsstoffen auf die Bodenoberfläche sollte 2,5 Tonnen Kalkmaterialien auf 1 ha nicht überschreiten. Wenn man bei dem ersten Meliorationseingriff, bei dem man sich hauptsächlich um eine rasche Senkung der Bodenazidität der oberen Bodenschichten bemüht, als Meliorationsmaterial den mikrogemahlene Kalkstein benützt, dann sollte seine Dosis höchstens 1,8 Tonnen CaCO_3 auf 1 ha behandelte Waldfläche betragen. Auf gleicher Fläche (Parzelle) wiederholt sich die Kalkung immer in einem 2 bis 3-jährigen Zyklus. Bei dem zweiten Eingriff könnte man schon als Meliorationsstoff auch grob gemahlene oder zermalnte Kalksteine verwenden. Die Kalkmenge, die man in dem zweiten (oder weiteren) Eingriff appliziert, wird sich nach der Forderung (Verordnung) des autorisierten pedologischen Labors, bzw. nach dem Bearbeiter des Meliorationsprojektes, richten. Mit diesem, bzw. auch mit weiteren Meliorationseingriffen (durch Kalkung) wird das Ziel verfolgt, in den oberen Bodenhorizonten auf den Erneuerungsimmissionskahlflächen einen Wert des austauschbaren pH (bestimmt im Bodenextrakt durch KCl-Lösung) mindestens von 3,8 zu erreichen. Unsere Erfahrungen aus dem Gebiet des Erzgebirges bestätigen nämlich, dass das Erreichen gerade dieses Wertes von pH_{KCl} für die Erneuerung und die Entwicklung des Mikrolebens im Boden, für die Stabilität der Verbindungen im Nährstoffbodenkomplex (Absorptionskomplex) und für die Einstellung des Prozesses weiterer Bodendegradierung notwendig ist. Hier ist es nützlich zu vermerken, dass es vor allem bei dem ersten Meliorationseingriff erforderlich ist, die Wirksamkeit der Maßnahme durch eine geeignete Technologie der Bodenvorbereitung zu unterstützen, bei der das gelieferte Kalkmaterial in den Boden eingearbeitet wird.

(2) Bei wiederholter Ergänzungsdüngung der Kultur ist es notwendig, den beeinträchtigten Nährstoffkomplex auf den Zustand in die Nähe des ursprünglichen zurückzuführen. Die Ergänzungsdüngung der Kultur wird durch Verwendung von speziell entwickelten Forstindustriedüngern durchgeführt, deren Zusammensetzung und Nutzeigenschaften am besten den Anforderungen der Waldökosysteme, bzw. den Bodenbedingungen der meliorierten Waldflächen entsprechen. Am geeignetsten repräsentieren solche Industriedünger gerade die Produkte der Reihe SILVAMIX®, die durch die Gesellschaft ECOLAB ZNOJMO, GmbH, für den inländischen und ausländischen Markt produziert werden. Erste Düngertypen dieser Reihe wurden durch die Versuchsanstalt der Anorganischen Chemie (VÚAnCh) in Ústí nad Labem/Aussig an der Elbe schon anfangs der 80. Jahre entwickelt. Die Düngerentwicklung ging aus der Forderung des damaligen Staatsbetriebes Nordböhmische Staatsforst (SvčSL) in Teplice/Teplitz hervor. Es wurde dabei hauptsächlich auf einen Grundsatz geachtet, dass die chemische Endzusammensetzung dieser Forstdünger dem Chemiecharakter der Böden der meisten Immissionskahlflächen im Erzgebirge entspricht (siehe Kubelka 1987,1988). Nach der ersten halbbetrieblichen Überprüfung der Wirksamkeit wurden diese Dünger Ende der 80. Jahre in die Forstpraxis der SvčSL eingeführt. In den folgenden Jahren wurde eine ganze Reihe abgeleiteter Rezepturen der Dünger SILVAMIX® entwickelt, die bis heute auf dem Markt zur Verfügung stehen. Einzelheiten über die Eigenschaften der Dünger der Reihe SILVAMIX® und über ihre Applikationen in der Forstpraxis erläutern die nachfolgenden zwei Unterkapitel dieser Publikation.



III. Dünger SILVAMIX®

Charakteristik der Dünger

Die Mineraldünger der Reihe SILVAMIX® sind spezielle Voll- (Mehrkomponenten-) Industriedünger mit einem hohen Nährstoffgehalt und mit spezifischen Nutzeigenschaften. Ihr Spezifikum ist eine vor allem langsame und langfristige Freigabe der Nährstoffe, die minimal in einem Zeitraum von zwei Jahren nach der Applikation in das Nährstoffmilieu (Boden) verläuft. Es geht um Dünger, die vor allem für das Nachdüngen der Waldgehölze entwickelt und bestimmt sind, die in Immissionsgebieten ausgepflanzt wurden. Die Erzeugnisse SILVAMIX® haben ebenfalls außerhalb ihres Hauptbestimmungsbereiches (d.h. der Forstwirtschaft inklusive der Forstbauschulen) in verwandten Bereichen (Ziergehölzbau, Obstbau) und auch beim Anbau von mehrjährigen Pflanzen oder Pflanzen mit Ansprüchen auf eine kontinuierliche und längerfristige Zufuhr von Mineralstoffen (Weinbau, Hopfenanbau u.ä.) eine Bedeutung. Demzufolge, damit die Dünger SILVAMIX® dem breiteren Spektrum der Anwender und konkreten Anforderungen der Praxis entsprechen, wurde eine Reihe verschiedener Typen hergestellt, die sich wechselseitig nach Menge und Gehalt an Mineralnährstoffen unterscheiden (siehe Tab. 1). Aus Sicht der Anwendung in der Praxis sind sie entweder in Pulverform oder (und das insbesondere zur Erleichterung der Pflanzendüngung der Forstgehölze auf Immissionskahlfächen) in Form von Tabletten unterschiedlichen

(vom Anwender angeforderten) Gewichtes lieferbar (Dubský, Martinů, Michněvič 2000, S.1).

Für die forstliche Nutzung sind vor allem die Typen SILVAMIX®, SILVAMIX® FORTE, SILVAMIX® J, SILVAMIX® R und SILVAMIX® W geeignet. Sie charakterisiert ein geringerer Gehalt an Gesamtstickstoff, der besser den Bedürfnissen von Düngergaben in Forstökosystemen entspricht. Der variable Phosphor- (von 5,5 bis 17,0 % P_2O_5) und Kaliumgehalt (5,0 bis 20,0 % K_2O) ermöglichen eine differenzierte Auswahl des geeignetsten Düngertyps der Reihe SILVAMIX® nach dem konkreten Zustand des Nährstoffkomplexes des zu meliorierenden Bodens und der Stufe seiner Degradierung oder Stabilisierung. Die aufgeführten Dünger finden deshalb in der Forstwirtschaft eine breite Verwendung, und das nicht nur zum Nachdüngen neu begründeter oder schon begründeter Forstkulturen, sondern auch bei der Sämlings- und Pflanzenanzucht in Forstbauschulen oder bei der Landschaftsbegrünung (forstliche Rekultivierung der durch Abbau von Mineralrohstoffen zerstörten Flächen, Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern entlang von Verkehrswegen usw.).

Durch Universalanwendung zeichnen sich vor allem die Typen SILVAMIX® und SILVAMIX® FORTE aus, die für die Mehrzahl auf freier Fläche angebaute (wachsender) Pflanzen anwendbar sind, also auch für

Tabelle 1

Bezeichnung des Düngers	Chemische Zusammensetzung (min. in %)				Nährstoffamt-gehalt (%)
	Ni	P_2O_5	K_2O	MgO	
SILVAMIX	10,3	16,4	6,3	5,0	38,0
SILVAMIX Mg	8,0	12,0	5,0	15,0	40,0
SILVAMIX FORTE	17,5	17,0	10,5	9,0	54,5
SILVAMIX A	17,0	16,0	3,5	11,0	48,0
SILVAMIX J	4,5	5,5	20,0	5,5	35,5
SILVAMIX R	10,0	6,0	16,0	6,0	38,0
SILVAMIX W	10,0	13,0	16,0	14,5	53,5
SILVAGEN	24,0	5,0	10,0	3,5	42,5

Obstbäume und Sträucher, für Ziergehölze und für die breite Skala gärtnerischer Bodenerzeugnisse (Gemüseanbau, Erdbeeren u.ä.).

Spezialdünger der Reihe SILVAMIX® (und das nicht nur wegen des unterschiedlichen Namens) ist

Prinzip der Wirksamkeit

Die Dünger der Reihe SILVAMIX® enthalten das Hauptbioelement – Stickstoff – überwiegend in Form von Harnstoffformaldehydkondensaten, s.g. Ureaformen. Diese Kondensate, die durch Reaktion zwischen dem Harnstoff und Formaldehyd entstehen, weisen in Abhängigkeit von der Länge der Polykondensatkette (Verhältnis der Zusammensetzung beider Komponenten) verschiedene Löslichkeit auf und stellen eine Quelle langsam wirkender Stickstoffernährung dar. Bei der Verwendung von Düngern solcher Eigenschaften kommt es deshalb nicht zur unerwünschten Ansammlung hoher Stickstoffkonzentration in der Bodenlösung. Es wird somit das potentielle Entweichen der Stickstoffverbindungen aus dem Boden minimalisiert und die Wirksamkeit der Ausnutzung vom durch Düngung gelieferten Stickstoff bei den Pflanzen erhöht. In der bisherigen Forst- und Landwirtschaftspraxis, in denen die Dünger der Reihe SILVAMIX® appliziert wurden, wurde bisher keine Schädigung der Pflanzenwurzeln durch überstürzt freigesetzten Stickstoff beobachtet.

Ein weiterer bedeutsamer Vorteil der Dünger der Reihe SILVAMIX® ist ihre langsame Freisetzung auch von anderen Grundbioelementen, d.h. von Phosphor, Kalium und Magnesium. Diese Makronährstoffe sind in den Düngern SILVAMIX® in Form langsam löslicher doppelter Kaliummagnesiumphosphate, die eine fortlaufende Freisetzung aller aufgeführten Elemente in den Boden oder in das Anzuchtsubstrat gewährleisten, enthalten.

Die Verringerung der Löslichkeit aller Nährstoffe inklusive des Stickstoffes (also die verlängerte Wirksamkeit des Düngers) resultiert aus den chemischen Eigenschaften der Wirkstoffe und wird im Prinzip nicht von nachträglichen physikalischen Zubereitungen des Düngers beeinflusst (z.B. Komprimierung in eine geeignete Form). Deshalb

SILVAGEN – ein Dünger mit hohem Stickstoffgehalt in langsam löslicher Form (24 % N), die in jüngster Zeit vor allem für Düngung und Nachdüngung der bezüglich Stickstoffernährung hoch anspruchsvollen Kulturen entwickelt wurde.

ändert sich die Dynamik der Nährstoffabgabe einer Pulverform der Dünger der Reihe SILVAMIX® im Vergleich zur Tablettenform dieser Dünger grundsätzlich nicht. Aus Sicht der Wirksamkeit geht es um gleichwertige Düngerformen mit gleichen Nutzeigenschaften. Ihre Differenzierung ist ausschließlich nach Verwendungsart in konkreten Fällen gegeben (Salaš 1997, S.147).

Es wurde festgestellt (Salaš, Řezníček, Lišková 2000, S.61), dass die aus den Düngern SILVAMIX® freigegebenen Nährstoffe auf das wachsende Wurzelsystem der nachgedüngten Pflanzen nicht toxisch wirken. Bei Verwendung von Dünger in Tablettenform orientieren sich die Pflanzenwurzeln in Folge des Einflusses des Chemotropismus in Richtung der Nährstoffquelle, ohne dass es zur „Verbrennung“ der Wurzeln käme (Dehydratation des Wurzelgewebes durch hohe Salzkonzentration im Bodenmilieu). Durch langfristige Beobachtung einer ganzen Reihe von Experimenten, die von Fachkräften der Versuchsanstalten angelegt und beobachtet wurden, wurde bestätigt, dass die durch SILVAMIX®-Dünger gelieferten Nährstoffe von den Pflanzen ungefähr ein bis zwei Jahre lang nach der Applikation ausgenutzt wurden (siehe Sammlung Spezielle forstliche langsamlösliche Tabletten- und Pulverdünger Silvamix®, herausgegeben von der Gesellschaft Ecolab Znojmo, GmbH, im Jahre 2000). Es ist deshalb berechtigt, die Erzeugnisse SILVAMIX® als moderne und die Natur respektierende Dünger zu bezeichnen, die sich durch Rücksicht gegenüber der Natur auszeichnen (das Nährstoffentweichen ins Grund- und Oberflächenwasser wird minimiert, die Wirksamkeit der Ausnutzung von gelieferten Nährstoffen durch Pflanzen erhöht). Noch dazu belasten die Dünger weder die Umwelt durch unerwünschte Ballaststoffe, durch Risikoelemente noch durch die Chloride.

Vorteile der Dünger in Tablettenform

Die Komprimierung der Dünger der Reihe SILVAMIX® in Tablettenform stellt ein modernes Element der finalen Zubereitung des Produktes dar. Für den Anwender bringt sie eine Reihe von Vorteilen. In erster Linie ist das die Möglichkeit nicht nur der Auswahl eines bestimmten (verlangten) Typs von Düngertabletten, sondern auch von ihrer Größe, bzw. des Grammgewichts einer Tablette. Dem Anwender wird die genaue Dosierung der Nährstoffe für einzelne Pflanzen ermöglicht, und zwar nach der Pflanzenart (bzw. Baumart) und auch nach den Erfordernissen konkret zu behandelnder Lokalitäten (Waldbiotopen) differenziert. Dabei minimiert die einfache und genau lokalisierte (individuelle) Düngerapplikation die un-

produktive Bodendüngung außerhalb der Reichweite des Wurzelsystems der zugefügten Pflanzen. In der Forstwirtschaft bringt die Anwendung von Düngertabletten eine markante Verbesserung der anstrengenden Handarbeit, die Erhöhung der Arbeitsproduktivität (Zeitersparnis bei der Behandlung einer Flächeneinheit des Waldes) und sie schließt die Schädigung von Vegetationsorganen der zu behandelnden Pflanzen (früher oft verursacht durch Ausbreitung der granulierten oder schnell löslichen Pulverdünger, die an Blättern oder Nadeln haften geblieben sind), aus. Nicht vernachlässigbar ist die schon erwähnte Schonung der Natur durch diese Dünger.

Applikation von Düngertabletten

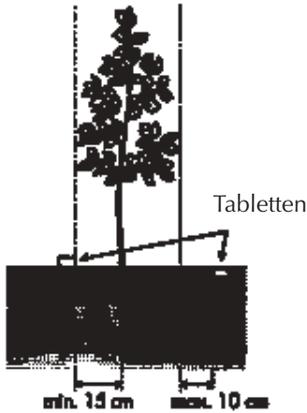
Standard der Tablettenform von Düngern der Reihe SILVAMIX® sind die Düngertabletten der Gewichtseinheit 10 Gramm pro Stück. Das gewählte Grammgewicht der Tabletten ermöglicht ihre differenzierte Anwendung in fast allen Bereichen der Pflanzenproduktion inklusive der Forstwirtschaft und es erfüllt auch die Forderung für die wiederholte (ergänzende) Düngung der angebauten Kulturen nach den nächsten 2 bis 3 Jahren.

Bei der Ergänzungsdüngung von Sämlingen und Pflanzen der Forstgehölze nach der Pflanzung bewegt sich die Menge um die 40 Gramm Dünger, es werden also minimal 4 Stück Düngertabletten zu einer Pflanze gegeben. Die heutige Praxis in den durch Immissionen geschädigten Waldgebieten des Erzgebirges ist in der Regel derart, dass 4 bis 5 Tabletten auf die Bodenoberfläche zu den gepflanzten Pflanzen gelegt werden, und zwar in die Ecken der Diagonalen des imaginären Quadrates oder des regelmäßigen Fünfeckes (siehe Abb. 1). In durch Immissionen weniger geschädigten Waldgebieten, in denen es noch nicht zum



markanten Zerfall des Nährstoffkomplexes oder zur kritischen Erhöhung der Bodenazidität gekommen ist, ist es geeignet, die Düngungstabletten außerhalb des Umfangs von Kronenprojektionen der zu behandelnden Bäume, und zwar ungefähr 5 bis 10 cm von der Kronenprojektion auf die Bodenoberfläche zu

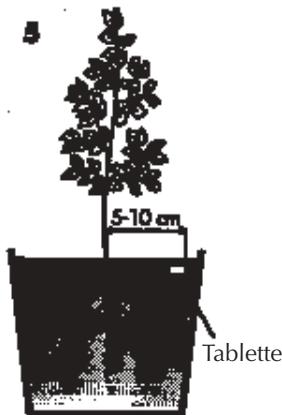
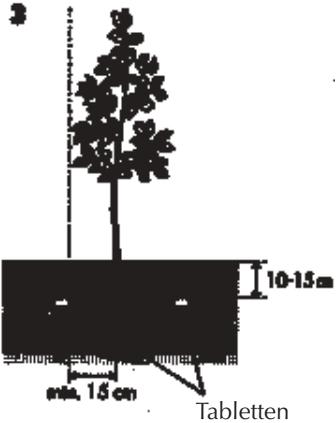
2



deponieren (siehe Abb. 2). Als minimale Entfernung von dem Pflanzenstämmchen sind 15 cm anzusehen (siehe Abb. 2 und 3). Nach der Höhe des oberirdischen Pflanzenteils und bei Berücksichtigung der Art und des Alters des gepflanzten Gehölzes kann diese minimale Entfernung auch größer als die aufgeführten 15 cm sein.

Die Tablettdünger der Reihe SILVAMIX® kann man in der Forstwirtschaft auch als Ergänzungsdüngung von starken Ballenpflanzen oder von Halbheistern der Forstgehölze, die in den Baumschulen in Ballen oder Containern angezogen werden, verwenden. In diesem Fall (und dies gilt selbstverständlich auch für Containeranzucht von Zier- oder Obstgehölzen) gilt es als Regel, dass etwa eine

10 Gramm-Tablette der Reihe SILVAMIX® auf 1 Volumenliter Anzucherde (Substrat), bzw. Container (Ballen) appliziert wird. Wenn die Düngung bei Container- (Ballen-) Bestückung durchgeführt wird, dann ist es zweckmäßig, die Düngertablette oder Tabletten auf eine dünne Schicht des Anzuchtsubstrates oder der Erde am Boden des Ballens hineinzulegen und diese mäßig mit Erde zuzuschütten. Erst dann wird der Ballen (Container) mit dem angezogenen Gehölz besetzt und sein Wurzelsystem mit Erde (Substrat) zugedeckt. Die Düngertablette ist „unter dem Wurzelsystem der Pflanze“ appliziert (siehe Abb. 4).



Bei der wiederholten Düngung der Container- (Ballen-) Pflanzen werden die Düngertabletten schon auf die Erdoberfläche gelegt und mit sanftem Druck unter die Oberfläche geschoben. Die Entfernung der Düngertablette von dem Pflanzenstämmchen bewegt sich zwischen 5 und 10 cm (nach der Ballengröße), d.h. die Tabletten werden „neben dem Wurzelsystem der Pflanzen“ zur Wand des Containers oder des Ballens hin appliziert (siehe Abb. 5).

Applikation von Pulverdüngern

Neben der Tablettenform wird auf dem Markt die Pulverform der Dünger der Reihe SILVAMIX® angeboten. Die Düngertabletten finden vor allem bei der individuellen Zudüngung der Sämlinge und Pflanzen der Forstgehölze im Terrain, bzw. bei Düngung der Pflanzen während der Containeranzucht Anwendung. Eine Reihe weiterer Anzuchttechnologien von Sämlingen und Pflanzen der Forstgehölze in Baumschulen hat nichtsdestoweniger eine Verwendung (Lieferung) von Düngern in Pulverform der Reihe SILVAMIX® verlangt. Es handelt sich vor allem um die Anzuchttechnologie des Pflanzenmaterials auf organischen Substraten, um Anzucht von Sämlingen der Forstgehölze unter Plastikabdeckung oder in Glasgewächshäusern usw. Der Vorteil der langsamen Freisetzung von Nährstoffen aus Düngern der Reihe SILVAMIX® wurde darüber hinaus auf die Verwendung von Pulverdüngern bei traditioneller Anzucht des Pflanzenmaterials auf den mineralen, stark auswaschbaren Sandböden mit unzureichender Absorptionskapazität übertragen (Salaš und Koll. 2000).

In den aufgeführten Fällen legt man die Mengen des applizierten Düngers nach den Abmessungen der zu behandelnden Fläche (Parzelle) fest. Die Grunddüngung des Bodens (Anzuchterde) vor der Aussaat der Forstgehölzsamen stellt in der Regel eine Menge von 200 bis 300 Gramm des SILVAMIX®-Düngers pro 1 m² der Fläche dar. Im zweiten Jahr der Anzucht wird die aufgegangene Saat (Sämlinge) wiederholt durch eine

Halbmenge des SILVAMIX®-Düngers zuge düngt, also durch eine Menge von mindestens 100 bis 150 Gramm Dünger auf 1 m² der Oberfläche. Außer der aufgeführten (empfohlenen) Düngung mit den Erzeugnissen der Reihe SILVAMIX® ist es nichtsdestoweniger auch weiterhin notwendig, auf die Optimierung der Ernährung der Anbauehölze mit Stickstoff zu achten und nach Bedarf in den Baumschulen eine operative Zudüngung der Sämlinge und Pflanzen durch Einkomponenten- oder Mehrkomponenten-, schnell löslichen Stickstoffindustriedünger zu realisieren. Das hat bei seinen Experimenten z.B. Dubský (2000, S.65) bestätigt, der noch dazu ein günstigeres Wachstum der Pflanzen belegt hat, wenn man die Dünger der Reihe SILVAMIX® in das Anzuchtsubstrat appliziert (im Vergleich mit Gehölzen, die auf die Bodenoberfläche nach der Pflanzung zuge düngt wurden). Nach allgemeiner Regel werden bei der Vorbereitung von organischen Anzuchtsubstraten in den Baumschulen immer 3 kg des Düngers SILVAMIX® auf 1 m² des vorzubereitenden organischen Substrats beigemischt. Zur Düngung von Nadelbaumarten auf Freibeeten in Baumschulen hat sich der Typ SILVAMIX® MG als außerordentlich günstig bewährt. Grund dafür ist ein hoher Magnesiumgehalt in dem aufgeführten Düngertyp und sein günstiger Effekt auf den Gesundheitszustand und auf das Wachstum der Nadelgehölze auf den Immissionskahlflächen (Šach und Černohous 2000, S. 69).

Applikationszeit

Die Zudüngung bei Sämlingen und Pflanzen der Forstgehölze durch die Dünger der Reihe SILVAMIX® führt man in der Regel 1 bis 2 Monate vor der Zeit des Wurzelwachstums durch. Grund dafür ist die maximale Effektivität der durch Düngung gelieferten Nährstoffe auf das Wachstum des Pflanzenmaterials. Im Laufe des Jahres kommen zwei Perioden von Wur-

zelwachstum der Gehölze vor. Die Haupt- (erste) Periode des Wurzelwachstums der Gehölze fängt ungefähr Ende März an und dauert bis Mitte Juni. Die zweite Periode des Wurzelwachstums der Gehölze fängt dann um die erste Hälfte des Monats September an und dauert ungefähr bis Ende Oktober. Eine Bedingung der Wirksamkeit der Zudüngung besteht darin, dass die

Nährstoffe aus den Düngern der Reihe SILVAMIX® schon in der Periode des Wurzelwachstums teilweise in den Boden freigegeben werden und die Pflanzen (zugesäungte Gehölze) sie also effektiv ausnützen (schöpfen) könnten.

Aus dem Erwähnten gehen einige praktische Schlussfolgerungen zu den Terminen von Düngerapplikationen der Reihe SILVAMIX® in den Forstkulturen hervor. Vor allem ist dies eine Schlussfolgerung, dass bei aktuell angelegten (gepflanzten) Forstkulturen in Gebieten des mäßigen bis mittleren Immissionsinflusses (Zone der Immissionsgefährdung D und C), in denen es nicht zur ausgeprägten Degradierung des Bodenmilieus kommt, möglich ist, eine Düngerapplikation der Reihe SILVAMIX® unmittelbar mit der Kulturpflanzung oder nur kurz nach ihrer Beendigung durchzuführen. Die folgende ergänzende Düngung wird dann jedes zweite Jahr durchgeführt, und das geschieht durch Hinlegen der Düngertabletten auf die Oberfläche zu den Pflanzen in einem Zeitraum von Februar bis Ende April. In Gebieten des erhöhten bis hohen Immissionsinflusses (Zone der Immissionsgefährdung B und A), in denen es zur Degradierung des Chemismus des Bodenmilieus kommt, werden die Düngertabletten der Reihe SILVAMIX® zum erstmalig ein Jahr nach der Pflanzung hingelegt. Der Grund ist, den Pflanzen im Jahr der Kulturanlage eine Möglichkeit zu guter Verwurzelung und zum Beginn des Wachstums zu geben

und gleichzeitig eine Verlustdüngung von den Pflanzen, die unter dem Einfluss einer Reihe anderer Ursachen (abgesehen von der Qualität des Bodenmilieus) im ersten Jahr nach der Pflanzung absterben, zu vermeiden. Der geeignetste Termin für die Düngung der Kulturen in Immissionsgebieten ist deshalb Februar bis Ende Juni des zweiten (nachfolgenden) Jahres nach der Pflanzung. In Gebirgs- oder anderen Lokalitäten, in denen man die Zudüngung der Kultur bis Mitte Juni nicht realistisch beenden kann, kann man das Hinlegen von Düngertabletten zu den Pflanzen in der zweiten Hälfte Juni durchführen und bis spätestens Mitte August des laufenden Jahres beenden.

Die empfohlenen Applikationstermine der Düngertabletten der Reihe SILVAMIX® sind mit Rücksichtnahme auf eine Vollausnutzung der gelieferten (freigegebenen) Nährstoffe festgesetzt und sie gehen aus überprüften Erfahrungen des Forstbetriebes hervor. Auch bei einem Zusammenkommen von ungünstigen Faktoren, zu denen z.B. eine Gabe von zu viel Tabletten zu einem gedüngten Bäumchen (schlechte Qualität der Arbeit), der Einfluss von Regengüssen oder einer optimalen Temperatur auf schnellere Freigabe der Nährstoffe aus den Tabletten u.ä. gehören, wurden keine unerwünschten Auswirkungen (Intoxikose) der Dünger der Reihe SILVAMIX® auf die gedüngten Pflanzen oder auf die Umwelt festgestellt.



Empfehlungen für die Forstpraxis Nr.2

Praktische Erfahrungen mit den Düngern SILVAMIX®

Die Grundsätze der Anwendung von Düngern der Reihe SILVAMIX® in der Forstpraxis kann man in folgende zehn kurze Punkte zusammenfassen:

- (3) Die Düngung von neu angelegten und schon begründeten Forstkulturen ist ein unteilbarer Bestandteil der Walderneuerung in immissionsgeschädigten Gebieten und in Bezug zu anderen negativen anthropogenen Einflüssen unter den Bedingungen des Kulturwaldes auch eine Notwendigkeit.
- (4) Bei der Düngung von Forstkulturen ist es zweckdienlich, die speziellen Forstdünger zu bevorzugen, die mit Rücksicht auf die speziellen Bedürfnisse der Forstwirtschaft entwickelt wurden und die die Grundsätze des Umweltschutzes respektieren.
- (5) Der Forderung, die in dem vorherigen Punkt aufgeführt wurde, entsprechen vor allem die Dünger der Reihe SILVAMIX®, die auf den Markt durch die Gesellschaft ECOLAB ZNOJMO, GmbH, eingeführt wurden.
- (6) Die Dünger der Reihe SILVAMIX® bestehen aus Komponenten, die langsam die Nährstoffe in das Bodenmilieu freigeben. Die Dünger wirken (Nährstoffe freigeben) in der Zeit von minimal zwei Jahren günstig und ihr positives Wirken auf das Wachstum der Gehölze überdauert auch einige weitere Jahre.
- (7) Nichtsdestoweniger sind die Dünger der Reihe SILVAMIX® keine universellen Erzeugnisse und man kann sie nicht universell (pauschal) verwenden. Es ist immer notwendig, die Art und Menge des geeignetsten Düngertyps der Reihe SILVAMIX® nach den aktuellen Bedingungen des Biotops, der Art und des Alters der zu düngenden Gehölze und nach den Ergebnissen der Meliorations- oder Ernährungsuntersuchung einer gegebenen Lokalität (Blatt- und Bodenanalysen) festzulegen.
- (8) Die Applikation von Düngern der Reihe SILVAMIX® sollte vor allem in Gebieten mit höherem bis hohem Immissions Einfluss (Zone der Immissionsgefährdung B und A), d.h. bei den Pflanzungen auf Immissionskahlflächen zum erstmalig im zweiten Jahr nach der Pflanzung durchgeführt werden.
- (9) Zur Düngung von Forstkulturen auf Immissionskahlflächen ist vor allem die Tablettenform der Dünger der Reihe SILVAMIX® geeignet. Zu den Pflanzen appliziert man die Tabletten durch das Hinlegen auf die Bodenoberfläche und durch nachfolgendes Festtreten werden sie in den Boden unter die Oberfläche geschoben.
- (10) Neben den Tablettdüngern der Reihe SILVAMIX® kann man in der Forstwirtschaft auch die Pulverform dieser Dünger verwenden. Beide Typen haben sich z.B. in den Forst- und Ziergehölzbaumschulen bewährt. Die Auswahl von Typ und Form des Düngers der Reihe SILVAMIX® sollte sich immer nach der Analyse der konkreten Standortverhältnisse des gegebenen Biotops und nach der Art der zu behandelnden Pflanzen (Gehölze) richten.
- (11) Die Dünger der Reihe SILVAMIX® wirken nicht phytotoxisch.
- (12) Eine den Bedürfnissen der Gehölze und des Standortes entsprechende Art der Düngerapplikation der Reihe SILVAMIX® weist positive waldbauliche Effekte auf, die sich durch gut sichtbare Erhöhung des Gesamtzuwachses der Gehölze, der Verstärkung von Pflanzenstufigkeit, der Stärkung des Wurzelsystems und durch eine allgemeine Verkürzung der Zeit, die man zur Pflanzenanzucht bzw. zum Heranwachsen nach der Pflanzung braucht, bemerkbar machen.



IV. Anwendungsbeispiele von Düngern SILVAMIX® in der Praxis

Die Mineraldünger der Reihe SILVAMIX® werden in der Tschechischen Republik und auch im Ausland langfristig verwendet. Man verwendet sie vor allem zur Zudüngung von Forstkulturen in unter dem Einfluss von anthropogenen Immissionen leidenden Gebieten. Nichtsdestoweniger finden sie Anwendung auch in der Forstwirtschaft in den nicht immissionsbelasteten Gebieten, bei der Anzucht von Sämlingen und Pflanzen der Forstgehölze in Baumschulen, im Ziergartenbau, im Obstbau und in anderen verwandten Bereichen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Die Verwendung der Dünger SILVAMIX® hat in der ČR schon einen langfristigen betrieblichen Charakter. Trotzdem arbeitet der Düngererzeuger, d.h. die Gesellschaft ECOLAB ZNOJMO, GmbH, auch weiterhin mit einer Reihe von in- und ausländischen Versuchsanstalten, wissenschaftlichen Forschungsstätten und pädagogischen Arbeitsstellen bei der Entwicklung neuer Produkte der Reihe SILVAMIX®, sowie an ihrer Versuchs- und halb-betrieblichen Überprüfung (testen) und an ihrer unproblematischen Einführung in die Praxis zusammen.

Einige der realisierten Tests und der angelegten Überprüfungsexperimente wurden schon in unserer heimischen forstlichen Fachliteratur beschrieben. Einige Artikel zum Thema der Anwendung von Düngern der Reihe SILVAMIX® in der Forstwirtschaft wurden auch in der von der Praxis meist gelesenen forstlichen Fachzeitschrift „Lesnická práce“ veröffentlicht

(z.B. Kubelka 1987; Salaš 1997; Podrázský und Koll. 1999; Lomský und Koll. 2000; Nárovec, Jurásek 2000; Salaš, Rezníček 2000 u.a.). Eine Reihe der gewonnenen Erfahrungen wartet auf ihre Veröffentlichung. Der Erzeuger gibt jährlich eine Sammelschrift Spezielle forstliche langsam lösliche Tabletten- und Pulverdünger Silvamix® heraus. Diese Sammelschrift enthält eine aktuelle Übersicht von Artikeln, Referaten, Vorlesungen, Gutachten und anderen schriftlichen Mitteilungen, die für die Firma ECOLAB ZNOJMO, GmbH, von beteiligten (zusammenarbeitenden) Fach- und Betriebsarbeitsstellen und Organisationen ausgearbeitet wurden. Zu diesen gehören z.B. die Tschechische Landwirtschaftliche Universität in Praha/Prag, Mendels Landwirtschaftliche und Forstliche Universität in Brno/Brünn, die Chemisch-technologische Hochschule Praha/Prag, die Versuchsanstalt der Anorganischen Chemie Ústí nad Labem/Aussig an der Elbe, die Versuchsanstalt der Forstwirtschaft und des Jagdwesens Jíloviště-Strnady, das Institut Badawczy Leśnictwa Warszawa/Warschau, die Versuchsanstalt für Ziergartenbau Průhonice, die Forsten der Tschechischen Republik, s. p. – OI Teplice/Teplitz, das Stadtforstamt Jáchymov, Foresta aG Bru-mov-Bylnice und andere Forstgesellschaften. In dem folgenden Text möchten wir einige aus den bisherigen und schon publizierten Ergebnissen der Überprüfung der Wirksamkeit von Erzeugnissen SILVAMIX® in der Praxis kurz näherbringen und kommentieren.

Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse der Applikation von Düngern der Reihe SILVAMIX® im Forstbetrieb

Die Überprüfung der Wirksamkeit von Düngern der Reihe SILVAMIX® hat sich in der bisherigen Forstpraxis vor allem an folgenden drei Aspekten (Verwendungsgebiete) orientiert:

- a) Einfluss der Dünger der Reihe SILVAMIX® auf den Bodenzustand bezüglich Fruchtbarkeit und auf das Wachstum und die Entwicklung vom Pflanzenmaterial in Forstbaumschulen,
- b) Studium der Düngewirksamkeit der Reihe SILVAMIX® auf das Wachstum von Forstkulturen, die in nichtimmissionsgeschädigten Gebieten angelegt, jedoch durch langfristigen Anbau von Fichtenmonokulturen degradiert wurden,
- c) Studium der Düngewirksamkeit der Reihe SILVAMIX® auf das Wachstum von Forstkulturen, die in Immissionsgebieten begründet wurden.

A. Wirksamkeit der Dünger SILVAMIX® in Forstbaumschulen

Es ist notwendig, diese Passage mit einer Feststellung einzuführen, dass in der Vergangenheit (bzw. auch in der Gegenwart) in den Forstbaumschulen gebräuchliche Typen von Industriedüngern verwendet wurden (bzw. bisher verwendet werden), die für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion, also für die Anzucht von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, bestimmt waren. Die Verwendung von speziellen Forstdüngern der Reihe SILVAMIX® mit langsamer Nährstofffreigabe stellt daher eine Alternative zur Optimierung der Bodenfruchtbarkeit und der Ernäh-

rung der angezogenen Sämlinge und Pflanzen der Forstgehölze dar. In allen weiter aufgeführten Beispielen der Applikation von Düngern der Reihe SILVAMIX® wurden die Anforderungen berücksichtigt, dass die gewählte Düngungsmenge dem Standort, der Baumart und der Anbautechnologie entspricht. Den Kommentar über Verlauf und Ergebnisse der getesteten Dünger ergänzen tabellarische Übersichten (Tabellen) der Ergebnisse von biometrischen Messungen des Pflanzmaterials, die aus den ursprünglichen (primären) Arbeiten übernommen worden sind.

Forstbaumschule Kladíkov

Methodische Präzisierung: Die Versuche in der Baumschule Kladíkov liefen in den Jahren 1997 bis 1998. Die Pulverdünger der Typen SILVAMIX® MG und SILVAMIX® W wurden auf den freien Produktionsbaumschulfeldern Sämlingen und Pflanzen verschiedener Arten beigegeben. Auf dem extrem sandigen Mineralboden wurde eine Menge von 100 Gramm der zu testenden Dünger SILVAMIX® auf 1 m² der Produktionsfläche (d.h. umgerechnet 1 Tonne des Düngers auf 1 ha Fläche) appliziert. Die Kontrollvariante der Versuche wurde durch ungedüngtes (unbehandeltes) Pflanzmaterial der entsprechenden Art repräsentiert. Die Versuchsauswertung wurde nach der Ernte im Jahre 1998 durchgeführt. Die Ergebnisse der biometrischen Messungen wurden in Relation (in %) zur unbehandelten Kontrolle (= 100 %) erklärt. Einzelheiten des Versuchs wurden von Salaš und Řezníček (2000) beschrieben.

Nach der Auswertung der erhaltenen Daten (siehe Tab. 2) kann man konstatieren, dass die Dünger SILVAMIX® einen positiven Einfluss auf die beobachteten morphologischen Merkmale bei der Mehrheit der getesteten Gehölze gehabt haben. Sehr interessante Ergebnisse wurden vor allem bei dem Parameter „Wurzelhalsdurchmesser“ der Pflanzen gewonnen. Bei allen beo-

bachteten Fällen (bei allen getesteten Gehölzen) wurde der Wurzelhalsdurchmesser von gedüngten Varianten größer als bei der ungedüngten Kontrollvariante! Beim Vergleich beider angewandter Dünger erwies sich unter den örtlichen Bedingungen der Typ SILVAMIX® MG als wirksamster. An den bewerteten Pflanzen ließ sich keine physiologische Schädigung, die durch Verwendung der Dünger verursacht wurde, feststellen.

Ähnliche Ergebnisse in der Forstbaumschule Kladíkov zeigten die folgende Wiederholung und Erweiterung der Versuche in den Jahren 1999 und 2000. Damals hat sich die Wirksamkeit von Düngern SILVAMIX® der Typen MG, W, R und J gegenüber der ungedüngten Kontrolle und auch gegenüber dem Standard-Mehrkomponenten-(Voll-) Dünger der Marke CERERIT Z, der für die Landwirtschaftspraxis vorgesehen ist, erwiesen. Als wirkungsvoll hat sich diesmal der Dünger des Typs SILVAMIX® R gezeigt. Darüber hinaus ist das Positive an diesem Versuch in der Baumschule Kladíkov, dass er behilflich war, die Dosierung von Pulverdüngern SILVAMIX® für die sandigen Mineralböden der Baumschulflächen zu optimieren. Er wies nach, dass es nicht notwendig ist, die Düngermenge auf 150 Gramm Dünger je 1 m² Produktionsfläche zu erhöhen (näher Salaš, Řezníček und Čáp 2000).

Tabelle 2

Baumart	Typ des Düngers Silvamix	Gemessene Merkmale – Werte in % zur Kontrolle		
		Pflanzen- Höhe	Wurzelhals- durchmesser	Astzahl je Pflanze
Picea excelsa	S - Mg	107	116	124
	S - W	122	116	119
Abies alba	S - Mg	112	117	110
	S - W	111	119	109
Pinus sylvestris	S - Mg	101	105	116
	S - W	120	133	162
Pseudotsuga menziesii	S - Mg	134	126	147
	S - W	128	128	119
Picea omorica	S - Mg	109	126	137
	S - W	102	139	136
Tilia cordata	S - Mg	148	190	400
	S - W	103	156	425
Fagus sylvatica	S - Mg	101	141	247
	S - W	91	107	157

Forst- und Zierbaumschulen VÚOZ Průhonice

Methodische Präzisierung: Die Versuche liefen in den Jahren 1996 und 1997. Die zu testende Baumart war diesmal Waldkiefer mit zweijährigen Pflanzen, die in Ballen (Containern von 500 ml Volumen) mit angereichertem Rindentorfsubstrat angezogen wurden. Die getesteten Dünger SILVAMIX® (Var. S; Dosierung 8,5 Gramm Dünger auf 1 Liter Substrat) und SILVAMIX® FORTE (Var. S-F; zu testende Dosierung 5,0 Gramm Dünger auf 1 Liter Substrat) wurden einerseits als Oberflächendüngung appliziert, andererseits wurden sie direkt vor der Bestückung der Container in das Anwuchssubstrat eingearbeitet. Die Kontroll- (Vergleichs-) Pflanzen wurden im gleichen Substrat angezogen, das mit einer vergleichbaren Dosierung des Düngers CERERIT Z und Superphosphat angereichert wurde. Die Ergebnisse der biometrischen Messungen der Waldkiefer wurden in relativen Verhältnissen (in %) gegenüber der Kontrolle

(= 100 %) erklärt. Die Einzelheiten des Versuches beschreibt Dubský (2000).

Durch die Analyse der biometrischen Messungen (siehe Tab. 3) wurde in der Baumschule Průhonice eine hohe Effektivität der Einarbeitung von Düngern der Reihe SILVAMIX® in das organische Anwuchssubstrat bewiesen. Zwischen den getesteten Typen von Düngern der Reihe SILVAMIX® wurden vernachlässigbare (d.h. nichtsignifikante) Unterschiede festgestellt und bei beiden getesteten Düngern konnte man ihre Eignung für die Grunddüngung von organischen Substraten nachweisen. Am Ende des durchgeführten Versuches, d.h. noch 2 Jahre nach der Anzucht, haben die mit langsam wirkenden Düngern SILVAMIX® (S) und SILVAMIX® FORTE (S-F) gedüngten Substrate einen guten Vorrat an Phosphor und Kalium. Was den Stickstoff betrifft, wurde durch den Versuch in der Baumschule

Prüfhonice bewiesen, dass es zur Optimierung der Stickstoffernährung angezogener Pflanzen als geeignet erscheint, die Anfangs- (Grund-) Applikation von Düngern

der Reihe SILVAMIX® noch mit einer operativen Zudüngung der Kultur während der Vegetationsperiode durch weitere Stickstoffdünger zu ergänzen.

Tabelle 3

Dünger (Variante)	Art der Applikation	Dosis Gramm/Liter	Zuwachs 1996	Zuwachs 1997	Höhe 1997	WHD 1997
S - F	Substrat	5	126	126	158	120
	Oberfläche	5	123	108	140	120
	Substrat	10	106	144	160	123
	Oberfläche	10	112	117	145	118
S	Substrat	8.5	115	120	150	123
	Oberfläche	8.5	113	119	144	123
	Substrat	17	116	139	164	133
	Oberfläche	17	110	124	142	128

Baumschulzentrum Krásné Pole

Methodische Präzisierung: Die Versuche im Baumschulzentrum Krásné Pole (UNILES AG Rumburg) liefen schon seit dem Jahr 1992. Es wurde hier praktisch im laufenden Betrieb die Pulverform des Düngers SILVAMIX® MG getestet, und zwar in sehr variablen Düngermengen (von 80 bis 320 Gramm auf 1 m² der Produktionseinheit) und bei verschiedenen Arten insbesondere der Nadelbaumarten (Gemeine Fichte, Blaufichte, europäische Lärche, Weißtanne, Waldkiefer), bzw. auch der Laubbaumarten (Buchen- und Eichensämlinge). Das Zentrum Krásné Pole hat sich damals auf moderne Anzuchttechnologie vom Ballenmaterial der Forstgehölze spezialisiert. Die technologische Ausstattung der Baumschule mit 15 Foliengewächshäusern des „Olbramovice“-Typs mit automatischer Bewässerung hat hier die Nährstofflieferung durch Beregnung (Nährstoffaufnahme durch Assimilationsorgane) ermöglicht. Außerdem wurde nach Modalitäten der effektiven Nährstoffgabe in die Anzuchtsubstrate gesucht.

Die Ergebnisse dieser Betriebsversuche mit den Düngern SILVAMIX® hat Kučera (2000) publiziert.

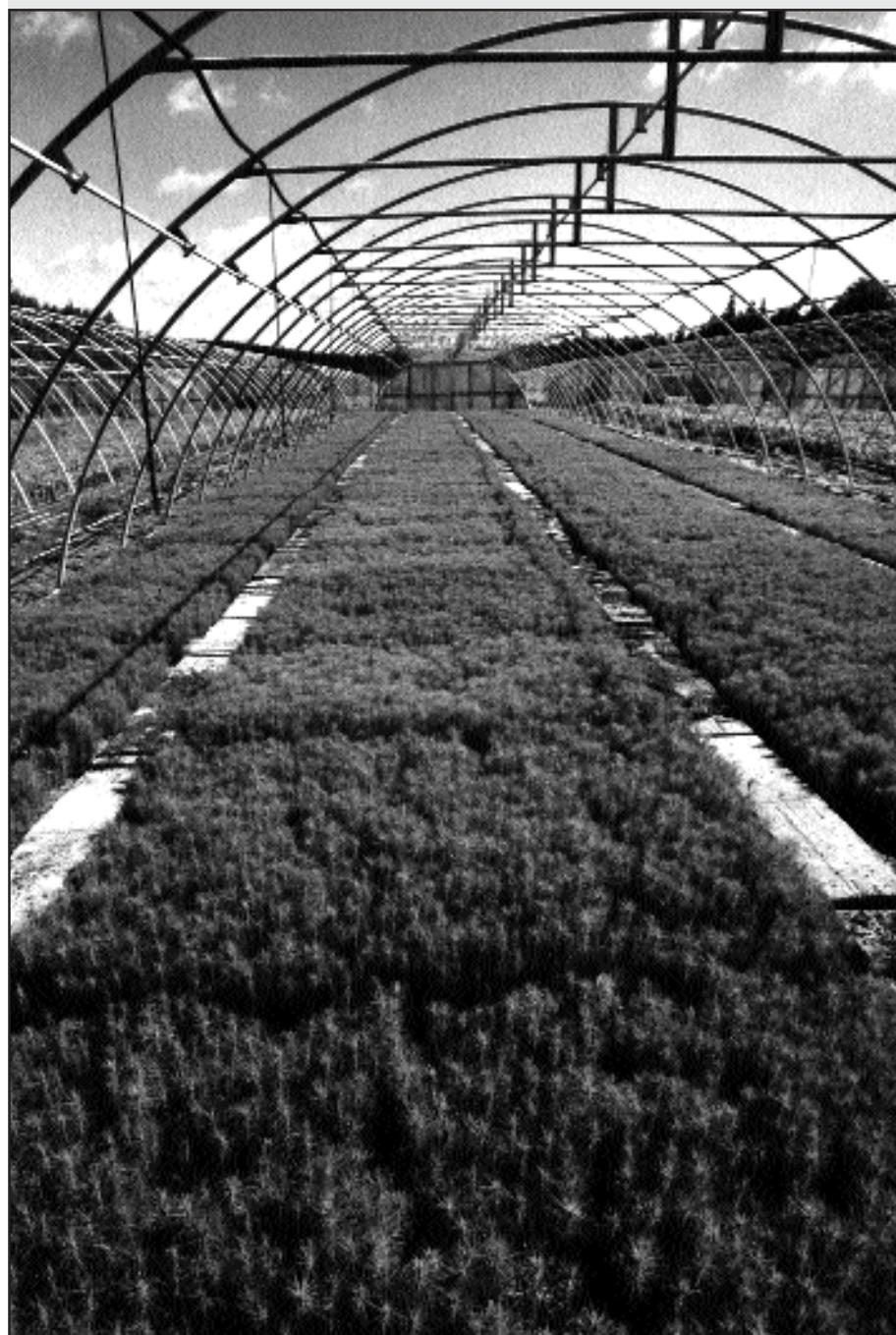
Die Ergebnisse biometrischer Messungen von zugefügten Pflanzen zeigt die Tab. 4. Der mittlere Höhenzuwachs von getesteten Pflanzen wird hier in % zur Kontrollvariante erklärt. Eine Reihe zugefügter Pflanzen hat dabei die Parameter der Kontrolle nicht erreicht. Der Autor dieser halbbetrieblichen Versuche (Kučera 2000, S. 49) erklärt dies mit dem späten Düngungstermin (erst im Laufe des Monats Juni) und fügt hinzu, dass die zugefügten Sämlinge und Pflanzen trotzdem eine qualitative Verbesserung erzielten (bessere Verfärbung von Assimilationsorganen der Nadelgehölze, bessere Qualität des Wurzelsystems, Anwuchs von Haarwurzeln bei den zugefügten Varianten u.ä.). Für einen wesentlichen Vorteil der Dünger der Reihe SILVAMIX® sieht er dabei die Tatsache an, dass die applizierten Dünger den Assimilations-

apparat der Pflanzen bei einem Kontakt des Düngers mit der Blattoberfläche nicht beschädigen. Positiv aus den Versuchen, die im Baumschulzentrum Krásné Pole angelegt wurden, ist die Erkenntnis, dass man die

Düngerapplikation der Reihe SILVAMIX® in den Forstbaumschulen rechtzeitig im Frühjahr realisieren soll, d.h. bis Ende Mai, und dass man sich vor späteren Applikationen hüten soll.

Tabelle 4

Baumart	Alter	Jahr	Anzuchtart	Dosierung g / m ²	Relativer Zuwachs in %
Picea excelsa	1/0	1992	Saat	80	11,1
	1/0	1992	Saat	160	33,3
	1/0	1993	Saat	160	66,6
Larix europaea	1/0	1992	Saat	80	16,0
	1/0	1992	Saat	160	36,0
	1/0	1993	Saat	160	38,5
Pinus sylvestris	1/1	1993	sije	160	16,0
Fagus sylvatica	1/0	1993	sije	160	48,6
Quercus ssp.	1/0	1993	sije	160	75,0
Picea excelsa	1/1	1992	Nisula	80	14,2
	1/1	1992	Nisula	160	25,0
	1/1	1993	Nisula	300	100,0
	1/2	1992	Nisula	160	50,0
	1/2	1992	Nisula	320	83,3
	1/2	1993	Nisula	300	120,0
Larix europaea	1/1	1993	Nisula	140	34,5
Larix europaea	1/1	1992	RCK	100	11,5
	1/1	1992	RCK	200	30,8
	1/1	1993	RCK	160	40,0
Picea pungens	2/2	1992	RCK	200	25,0
	2/2	1993	RCK	300	100,0
Fagus sylvatica	2/1	1992	RCK	200	50,0
Picea excelsa	2/0	1993	Beet	160	188,8
Larix europaea	2/0	1993	Beet	160	37,0
Abies alba	1/1	1992	Beet	160	25,0



Empfehlungen für die Forstpraxis Nr.3

Praktische Erfahrungen in Forstbaumschulen mit den Düngern SILVAMIX®

Den Komplex der präsentierten Erfahrungen mit der Verwendung von Düngern der Reihe SILVAMIX® in den Forst- und Zierbaumschulbetrieben kann man in die folgenden allgemeinen fünf Punkte aufgliedern:

- (13) (Die Dünger der Reihe SILVAMIX® enthalten einen reichlichen Vorrat an Nährstoffen in Form langsam wirkender Verbindungen. Sie stellen einen geeigneten Typ von s.g. Vorratsdüngern für Mineralböden der Forstbaumschulen und auch für die Grunddüngung von organischen Anzuchtsubstraten dar. Die Wirkung von Düngern der Reihe SILVAMIX® erhöht sich proportional mit sinkender Bodenfruchtbarkeit oder mit dem schwachen Nährstoffvorrat im Anzuchtsubstrat.
- (14) Man kann keine allgemeingültige Regel für die Auswahl eines konkreten Düngertyps der Reihe SILVAMIX® für alle Baumschulen festlegen. Die Düngertypauswahl hat immer von der sorgfältigen Analyse der Bodenbedingungen einer gegebenen Forstbaumschule oder von den Analysen der Versorgung der Anzuchtsubstrate mit den Grundnährstoffen auszugehen. Dabei muss man auch die Anzuchtart des Pflanzmaterials in einer gegebenen Forst- oder Zierbaumschule berücksichtigen.
- (15) Derselbe Grundsatz gilt auch für die Projektierung von Düngermengen und für die Festlegung der Art der Düngerapplikation. Für die freien Produktionsflächen (Mineralböden) wird die Pulverform des Düngers und seine Applikation durch Verstreuerung auf die Bodenoberfläche präzisiert. Die Pulverform der Dünger SILVAMIX® ist auch für die Verwendung zur Grunddüngung mit organischen Anzuchtsubstraten geeignet. Bei der Anzucht von Pflanzmaterial in Ballen (Containern) kann man die Düngung darüber hinaus mit Hilfe von Düngungstabletten durchführen.
- (16) Überschüssig hohe Dosierungen der Dünger SILVAMIX® (sehr grob über 150 Gramm Dünger auf 1 m² Produktionsfläche) bringen in der Regel kein besseres Ergebnis in Form von außergewöhnlichem Höhen- oder Stärkenzuwachs der angezogenen und zugefügten Pflanzen.
- (17) Die Anwendung der Dünger der Reihe SILVAMIX® ist nur ein Teilelement der Pflege des Nährstoffmilieus oder der Ernährung des in Baumschulen angezogenen Pflanzmaterials. Ihr Vorzug ist nicht nur die relativ langfristige und langsame Wirksamkeit, sondern auch die Tatsache, dass diese Dünger keinen Teil aus dem Umweltkomplex belasten. Für eine schnelle Verbesserung des Ernährungszustandes der angezogenen Pflanzen ist es nichtsdestoweniger notwendig, auch weiterhin in den Baumschulen ein Spektrum von schnell wirkenden, insbesondere von Stickstoffdüngern, zu benutzen. In Verbindung mit der Anzuchttechnologie der Gehölze in Baumschulen und in Verbindung mit den Eigenschaften konkreter Industriedünger ist es notwendig, einen entsprechenden Termin der Düngerapplikation zu wählen.



B. Wirksamkeit der Dünger SILVAMIX® unter den Bedingungen von Fichtenmonokulturen

Ein Beispiel für die Applikation von Düngungstabletten SILVAMIX® in den nicht immissionsbelasteten Gebieten ist die Bemühung, das Wachsen der standörtlich anspruchsvolleren Gehölze (Weißtanne, Rotbuche) auf den durch wiederholten (langfristigen) Anbau von Fichtenmonokulturen degradierten Lokalitäten zu unterstützen. Düngungsexperimente mit Tabletten und auch in Pulverform von SILVAMIX® MG und SILVAMIX® FORTE auf diesen Standortsverhältnissen in den Žďár-Bergen haben z.B. Podrázský, Remeš und Kratochvíl (1999) von der Forstfakultät der ČZU Prag angelegt. Ein ähnlich konzipierter Versuch entstand unter der Führung von VÚOZ Průhonice unweit des Ortes Jedlá bei Havlíčkův Brod. Diese Ver-

suche wurden in den Jahren 1996 und 1997 angelegt. Begründete Forstkulturen wurden mit 4 bis 5 Stück 10-Gramm-Tabletten SILVAMIX®, bzw. mit 40 Gramm in Pulverform der Dünger SILVAMIX® zu jeder Pflanze zugefüttert. In die Pflege der begründeten Kulturen wurden Standardmaßnahmen einbezogen, d.h. das regelmäßige Freischneiden von Unkraut und von unerwünschter Krautvegetation um die Pflanzen, der Anstrich von Terminalknospen mit Repellent Morsuvin gegen Wildverbiss u.ä. Ergebnisse der biometrischen Messungen bringen die Angaben in der Tab. 5 näher, in der die Wirksamkeit von getesteten Düngern der Reihe SILVAMIX® in % zur ungefütterten Kontrollvariante (Kontrolle = 100 %) erklärt wird.

Tabelle 5

Lokalität	Düngertyp	Baumart	Zuwachsmessungen		
			1996	1997	1998
Žďárské vrchy	S - F	Abies a.	-	128	140
		Fagus s.	-	116	111
	S - Mg	Abies a.	-	125	170
		Fagus s.	102	100	
Jedlá	S	Picea e.	115	123	102
	S - Mg		135	145	112
	S - W		133	148	118
	S - W		135	125	102
	S	Pinus s.	100	124	116
	S - W		99	124	124

Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse

Auf beiden Versuchsflächen hat sich bestätigt, dass die Düngungswirksamkeit auf das Wachstum der Forstkulturen erst im zweiten Jahr nach der Applikation markanter wird. Ähnliche Erfahrungen (damals mit Düngungstabletten Preform) haben Nárovec und Štěnička (1991), bzw. Nárovec (1996) aufgezeichnet und beschrieben. Man kann die Vermutung (Hypothese) äußern, dass die Verlangsamung der Nährstoffaufnahme aus den applizierten

Düngern SILVAMIX® mit dem Zustand und der Entwicklung des Wurzelsystems der Pflanzen zusammenhängt. In den aufgeführten Lokalitäten wurden nämlich wurzelackte Pflanzen verwendet und bei diesen tritt immer (auch bei qualitativ gut durchgeführter Pflanzung) der s.g. Schock nach der Umpflanzung ein. Die Frage seiner Dauer oder des schnellen Ausklingens hängt dann mit dem Zustand des Bodenmilieus und mit dem Mikroklima

der gegebenen konkreten Lokalität zusammen und ferner geht es um eine sehr individuelle (jahrgangsbahängige) Angelegenheit. Die Pflanzen der Forstgehölze werden im zweiten Jahr nach der Pflanzung gewöhnlich schon an den neuen Standort adaptiert und sie erneuern voll die Wurzelfunktion, sie nehmen also die verfügbaren Nährstoffe und Wasser auf. Nichtsdestoweniger ist es in heutiger Zeit noch zu früh, konkretere und allgemein gültige Folgerungen zu ziehen, die zur angedeuteten Problematik der Wirkungsdynamik von Düngungstabletten auf das Wachstum von Forstkulturen vorgebracht wurden. Das bestätigen z. B. auch kürzlich veröffentlichte Feststellungen von Vavříček (2000, S.152), der derzeit für die forstliche Nutzung die Tablettendünger der Marke Stromfolixyl und Stromkonifer testet, oder die Ergebnisse von Černohous (Černohous und Koll. 1999), der die Applikation von Düngertabletten SILVAMIX® zu den Ballenpflanzen der Rotbuche auf vernässten Lokalitäten des durch Immissionen (insbesondere stickstoffhaltige) stark exponierten Kammes des Isergebirges ausgewertet hat (auch Šach und Koll. 1999). Der zuletzt aufgeführte Autor (Černohous und Koll. 1999) ist mit uns der Meinung, dass die Reaktion der getesteten Gehölze

(Rotbuche in Ballen RCK) mit der Ausbreitung der Pflanzenwurzel nach der Pflanzung zusammenhängt.

Aus den beschriebenen Versuchen auf dem Böh-misch-Mährischen Höhenzug hat sich ebenfalls ergeben, dass die Reaktion der schattenliebenden Gehölze (Buche, Tanne) auf die Zudüngung mit den Lichtverhältnissen auf den aufgeforsteten Lokalitäten korreliert (Podrázský 1997). Auf den zu stark durchlichteten Verjüngungsflächen können z.B. die Pflanzen der Buche oder der Weißtanne unter dem langfristigen Stress aus unerwünschtem (übermäßigem) Lichtgenuss leiden und nicht einmal die Zudüngung der Kulturen kann die negative Wirkung von diesem Stressfaktor auf die Dynamik des Heranwachsens der Kultur umkehren. Podrázský und Koll. (1999) rechnen deshalb die günstigere Wachstumsreaktion einiger Varianten von ihrem Düngungsexperiment vor allem dem Einfluss der Beschattung des Mutterbestandes zu, nichtsdestoweniger schließen sie daraus, dass die getesteten Dünger der Reihe SILVAMIX® sich als eine wirksame Maßnahme der Melioration von Waldböden und der Verbesserung von Wachstum und Zustand der Waldbestände in den außer sichtbaren Immissionseinfluss liegenden Gebieten erweisen.

C. Wirksamkeit der Dünger SILVAMIX® auf das Wachstum der unter Immissionseinfluss liegenden Kulturen

Einleitend ist es bei diesem Unterkapitel notwendig zu wiederholen, dass die Dünger der Reihe SILVAMIX® seit dem Jahr 1983 für die Sicherstellung der Walderneuerung auf den Immissions-Kalamitäts-Kahlflächen des Erzgebirges entwickelt wurden (Kubelka 1987). Die ersten Versuche mit der Überprüfung der Wirksamkeit dieser Entwicklungschargen heutiger Dünger der Reihe SILVAMIX® sind deshalb in diesem Gebiet schon mit dem Jahr 1984 datiert und es hat sich an ihnen vor allem die damalige Betriebsdirektion der Nordböh-mischen Staatswälder Teplice/Teplitz in Zusammenarbeit mit

dem VÚAnCh Ústí nad Labem/Aussig an der Elbe beteiligt. Die Probeherstellung des gesuchten Optimaltyps des Düngers für das Gebiet des Erzgebirges richtete sich am Anfang auf die Zubereitung von Kugelmakrogranulat vom Gewicht um 8 bis 10 Gramm und erst später orientierte sie sich auf die maschinelle Herstellung von Düngertabletten durch Komprimierung. Der Ausgangspunkt für die Entwicklung weiterer Chargen von Formdüngern, die heute auf dem Markt unter der Handelsbezeichnung SILVAMIX® bekannt sind, ist eine Forderung gewesen, dass ihre chemische Zusammensetzung



zung den Bedingungen des Bodenchemismus der meisten Immissionskahlflächen im Erzgebirge entspricht (näher siehe Kubelka 1988).

Man ist dabei von der Kenntnis ausgegangen, dass der Bodenchemismus der Erzgebirgs-Immissionskahlflächen sehr ungünstig für die erfolgreiche Walderneuerung ist. Durch pedologische Analysen wurde zum Beispiel eine sehr stark saure Boden-

reaktion der oberen Horizonte (aktive Azidität 3,37 pH; austauschbare Azidität 2,77 pH im der Bodenextraktion KCl) und ein niedriger Vorrat von den Pflanzen zugänglichen Nährstoffen (im Mittel 57 mg P_2O_5 /kg, 96 mg K_2O /kg; 170 mg CaO /kg und 55 mg Mg /kg), die im Bodenextrakt durch Lösung von 1 % Zitronensäure bestimmt wurden, festgestellt.

Versuch im Erzgebirge

Methodische Präzisierung: Den Versuchsstandort (Lokalität Červená jáma) repräsentierte eine ausgedehnte (Hunderte von Hektar große) Immissionskahlfläche, die zwei Jahre vor der Aufforstung mit Dolomitkalkstein melioriert und auf der im Dreijahresrhythmus die Kalkung wiederholt durchgeführt wurde (bis zu dem Augenblick, als im Jahre 1988 die Bodenazidität auf einen Zielzustand von 3,57 pH in KCl angestiegen war). Auf der Kahlfläche wurden im Jahr 1983 Ballen- (Container-) Blaufichtenpflanzen ausgepflanzt. Im Jahr 1984 wurden die Pflanzen mit einer Menge von 40 Gramm des zu entwickelnden Düngers, den man mit den heutigen Düngertypen der Reihe SILVAMIX® vergleichen kann, zugefüttert (zu jeder Pflanze wurden 4 Düngungstabletten von je 10 g Gewicht appliziert). Eine wiederholte Zufütterung der Pflanzen mit Tabletten wurde noch im Jahr 1987 durchgeführt und darüber hinaus wurde auf der Versuchsfläche eine ergänzende Bespritzung mit Aminosäuren (mit dem Mittel AMINOL FORTE) vorgenommen. Auf den Versuchsflächen wurde jährlich der Höhenzuwachs der behandelten Pflanzen gemessen, den man mit dem Zuwachs auf Kontrollflächen verglich. Die Ergebnisse biometrischer Messungen erläutert die Tab. 6.

Im Laufe der Vegetationszeit des Jahres, in dem die Düngertabletten zu den Blaufichtenpflanzen appliziert wurden (1984), wurde bei den behandelten Pflanzen kein erhöhter Höhenzuwachs registriert. Der Düngungseffekt hat sich erst in weiteren Jahren gezeigt, er war im Jahre 1986 am höchsten und klang während des Jahres 1987 ab. Die wiederholte Düngung der Kulturen und ergänzende Unterstützung durch Aminosäuren in der Zeit (1987), in der sich die Kulturen verhältnismäßig befriedigend zu schließen begannen, und in den begründeten Beständen die Selbstregulierung einsetzte, belegen dann die Effektivität beider Maßnahmen und das Erreichen der vorausgesetzten und durch Düngung unterstützten betrieblichen (waldbaulichen) Vorhaben. Eine ausführliche Interpretation des Versuches auf der Lokalität Červená jáma im Erzgebirge führen z.B. Kubelka (1988), Válková (1990), Fišer und Kubelka (2000) u.a. an. Der beschriebene Betriebsdüngungsversuch hat die weitere Entwicklung der Formdünger für die Forstwirtschaft, die im VÚAnCh Ústí nad Labem/Aussig an der Elbe realisiert wurde (Kubiček 1991), beeinflusst und ist somit Ausgangspunkt der Düngerherstellung der Reihe SILVAMIX® in den nächsten Jahren geworden (Nárovec 1996).

Tabelle 6

Lokalität	Düngertyp	Höhenzuwachs in % zur Kontrolle				
		1985	1986	1987	1988	1989
Č. Jáma 1	S	120,5	132,2	111,8	136,6	147,6
Č. Jáma 2	S	121,1	131,3	128,5	131,4	142,0
Č. Jáma 3	S	107,5	153,9	118,0	137,1	138,5

Versuch im Isergebirge

Ein zweites, schwierig aufzuforstendes Immissionsgebiet in der Tschechischen Republik ist das Isergebirge. Den Düngungseinfluss auf das Wachstum von Kulturen forstlicher Gehölze in diesem Gebiet kann z.B. die Versuchsfläche Jizerka demonstrieren, die von der VÚLHM – Versuchsstation Opočno im Jahr 1990 auf einer extremen Immissionskahlfäche in der Höhenlage von 960 m über NN angelegt wurde (methodische Einzelheiten der Versuchsanlage siehe Balcar und Podrázský 1994). Im Frühjahr 1997 wurden die damals 3-jährigen Fichtenkulturen, bzw. Buchenkulturen (d.i. im Jahr 1994 ausgepflanzt) immer mit vier Düngungstabletten SILVAMIX® FORTE, bzw. mit 40 Gramm Dünger in Pulverform zugefüttert. Die Düngerapplikation drückte sich in dem ersten Jahr noch nicht durch Stimulierung des Höhen-

wachstums der Kulturen aus, was die Autoren des Versuchs (Podrázský und Koll. 1999) als eine Tatsache bezeichnen, die „unter diesen extremen Bedingungen ... nichts Überraschendes“ darstellt. Schon im zweiten Jahr wurden die Unterschiede zwischen der Kontrolle und der mit Tabletten SILVAMIX® FORTE zugefütterten Variante statistisch signifikant und betragen bei der Fichte absolut +7 cm (innerhalb von 2 Jahren). Der Zuwachs durch Düngungseinfluss hat relativ (d.h. in % zur Gesamthöhe der nichtgedüngten Pflanzen) in dem Jahr 1997 bei der Gemeinen Fichte 11,6 %, bzw. bei der Rotbuche 13,8 % betragen. Balcar (1999, S.16) bestätigte dann zwei Jahre später, dass es auf der Versuchsfläche Jizerka „zur Beschleunigung des Wachstums nach der Applikation der Tabletten SILVAMIX®“ kommt.

Versuch im Riesengebirge

Das Interesse ausländischer Benutzer (Förster) an Produkten der Reihe SILVAMIX® lässt sich durch Versuche dokumentieren, die auf der polnischen Seite des Riesengebirges in der Region Sklářské Poreby (Nadleśnictwo Szklarska Poręba) Mitarbeiter der Sektion Bodenkunde und Düngung (mit dem Sitz in Raszyn – Sękocin) der Forstlichen Versuchsanstalt in Warschau (Zakład Gleboznawstwa i Nawożenia, Instytut Badawczy Leśnictwa Warszawa) durchgeführt haben.

Methodische Präzisierung: In Bergregionen der Sudeten wurden 32 Versuchsflächen angelegt, die auf Beobachtung der Wirksamkeit von Düngern der Reihe SILVAMIX® ausgerichtet waren. Die Waldbestände in der Region Sklářské Poreby leiden genauso wie die Wälder auf der tschechischen Seite des Riesengebirges unter einem relativ hohen Einfluss anthropogener Immissionen. Die Waldböden dieser Region sind durch diese Einflüsse schon Jahrzehnte sichtbar degradiert, auch wenn der

Grad der Schädigung bisher nicht die Intensität erreichte, die uns vom Erz- oder Isergebirge her bekannt ist. Die Ergebnisse pedologischer Analysen bestätigen, dass der Bodennährstoffkomplex gestört ist und dass es hier zur Azidität der Bodenhorizonte kommt (die austauschbare Azidität der oberen Mineralhorizonte bewegt sich zwischen 2,8 bis 3,2 pH in KCl). Das Studium der Wirksamkeit von Düngern SILVAMIX® wurde auf die Unterstützung des Wachstums von begründeten Forstkulturen ausgerichtet. Getestete Gehölze waren: Gemeine Fichte (*Picea abies*), Zirbelkiefer (*Pinus*

cembra), Europäische Lärche (*Larix decidua*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und Bergahorn (*Acer pseudo-platanus*). Die Zudüngung wurde mit dem Typ SILVAMIX® MG in gewöhnlicher Dosierung von 4 bis 5 Tabletten zu einer Pflanze durchgeführt. Die Versuche wurden im Jahr 1992 angelegt und im Jahr 1998 ausgewertet (siehe Walendzik und Klocek 2000). Gemittelte Ergebnisse biometrischer Messungen der Forstkulturen zeigt die Tab. 7 (das Anwachsen des mittleren Höhenzuwachses im zweiten Jahr nach der Düngung im Vergleich zum vorigen Jahr ist in % erklärt).

Baumart	Ausgangspflanzen	Mittlerer Jahreszuwachs (%) im 2. Jahr gegenüber dem Vorjahr	
		Kontrolle	gedüngten
Picea excelsa	niedrige	52,5	58,6
	hohe	39,4	46,3
Fagus sylvatica	niedrige	77,6	82,4
	hohe	52,0	56,5
Larix decidua	niedrige	37,4	44,6
	hohe	37,6	41,4
Acer pseudoplat.	niedrige	86,3	97,1
	hohe	45,6	51,8
Pinus cembra	niedrige	31,6	34,9

Tabelle 7

Die polnische Versuchsanstalt (IBL Warszawa/Warschau) hat aus dem realisierten Studium der Wirksamkeit von Düngern der Reihe SILVAMIX® im Riesengebirge folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- a) Düngung der Forstkulturen mit dem Dünger SILVAMIX® MG hat das Wachstum der Kulturen sehr günstig beeinflusst,
- b) zwei Jahre nach der Düngerapplikation kam es durch den Düngungseinfluss zu einer positiven Beeinflussung des Höhenwachstums aller getesteten Baumarten; dabei hat der restliche Wachstumstrend bei den Pflanzenzuwachsen in Bezug zur Wachstumsdynamik der Kontrollvarianten noch im dritten Jahr nach der Düngungsapplikation überdauert,
- c) Düngung mit Tabletten SILVAMIX® MG hat das schnellere Heranwachsen der Pflanzen stimuliert und den Kronenschluss der Forstkulturen beschleunigt,
- d) als Zeit für die Applikation der Düngungstabletten oder der Pulverform von Düngern SILVAMIX® ist das Jahr zu empfehlen, das auf die Pflanzung folgt, also die Zeit, in der es schon zu vollständiger Verwurzelung der Pflanzen auf dem Dauerstandort gekommen ist.

Empfehlungen für die Forstpraxis Nr. 4

Praktische Erfahrungen mit den Düngern SILVAMIX® in Immissionsgebieten

Die beschriebenen Teilerfahrungen mit der Verwendung von Düngern der Reihe SILVAMIX® in Forstkulturen, die neu oder schon früher in den unter Immissionseinflüssen leidenden Gebieten begründet worden sind, kann man in folgende sechs allgemeine Punkte zusammenfassen:

- (18) Die immissionsdegradierten (devastierten) Waldböden verlangen dringend nach einer Regulierung durch einen Komplex chemischer Meliorationsmaßnahmen,
- (19) Im Falle der Bestätigung extremer Bodenazidität in den oberen Bodenhorizonten der aufzuforstenden Immissionskahlfächen und der Bestände wird als primäre Meliorationsmaßnahme die Reduzierung der Bodenazidität durch basisch wirkende Meliorationsstoffe (Kalkung) erreicht.
- (20) Begleitendes Merkmal der Degradierung des Bodenchemismus in Gebieten unter Immissionseinfluss ist neben der Bodenazidität auch die Beeinträchtigung bis hin zur Zerstörung des Nährstoff- (Absorptions-) Komplexes. Zur Verbesserung dieses Zustandes kann man auch als weitere Meliorationsmaßnahme die Dünger der Reihe SILVAMIX® (Düngung) verwenden.
- (21) Art und Dosierung des geeigneten Düngertyps (SILVAMIX®) stellt man auf der Basis durchgeführter Meliorations- oder Nährstofferkundung an (die unumgänglich auch die Ergebnisse der Boden- und Blätteranalysen beinhaltet) und auch unter Berücksichtigung der Artstruktur behandelter Forstkulturen und ihrer wirtschaftlichen oder außerproduktiven Funktionen fest.
- (22) Zur Zudüngung von Forstkulturen aller Gehölze haben sich die Düngungstabletten der Reihe SILVAMIX® gut bewährt. Die Applikation von Düngungstabletten ist einfach. Die Düngungswirksamkeit äußert sich sowohl im verbesserten Gesundheitszustand der Pflanzen (ihre verbesserte Ernährung, die aus der mehrjährigen Nährstoffzufuhr resultiert), als auch gleichzeitig im besseren Zuwachs und damit auch dem früheren Kronenschluss der Kultur.
- (23) Es wird empfohlen, die Düngungstabletten SILVAMIX® in der Regel ein Jahr nach der Kulturbegründung zu applizieren.



V. Abschluss

Der Prozess der chemischen Degradierung des Bodenmilieus durch Umweltverschmutzung (vor allem der Atmosphäre) ist ein bekanntes Faktum und in den letzten vierzig Jahren ist es auch eine bei Waldböden bekannte und klargelegte Tatsache (z.B. Hruška und Koll. 2000, S. 15-16). Im Unterschied zur Veränderung der physikalischen Bodeneigenschaften (hydrologisches Bodenregime, Bodenverdichtung u.ä.), die relativ leicht durch einen Komplex technischer Meliorationsmaßnahmen zu beheben sind, ist die Restaurierung (Erneuerung) des aktuellen Bodenchemismuszustandes zurück zum Zustand vor dem Aziditätseinfluss eine sehr anspruchsvolle und langfristige Maßnahme, die auch sehr schwer, bzw. gar nicht zu erreichen ist. Die Bodenazidität ist nämlich ein langfristiger und kumulativer Prozess, der sich dynamisch entwickelt; und darüber hinaus sinkt auch die natürliche Neutralisationskapazität der Waldökosysteme weiterhin (Lochman 1995). Dieses Phänomen wurde vor allem durch hohe Schwefelemissionen in der Vergangenheit, sowie durch eine ansteigende Emission der Stickstoffverbindungen in den letzten zwei Jahrzehnten verursacht. Auch ungeeignete Methoden intensiver Forstwirtschaft, die schon seit dem 18. Jahrhundert angewandt wurden, haben hier eine nicht zu vernachlässigende Rolle gespielt.

Neben der zunehmenden Azidität der Waldböden, die gemeinsam am heutigen negativen Zustand der Ökosysteme in unserer Republik beteiligt sind, gehören zu den Hauptfaktoren vor allem:

- prognostizierte globale Klimaveränderungen (eine langsam aufkommende und immerwährende konkretere Bedrohung; die Wetterentwicklung in den letzten Jahren in der ČR unterstreicht die Wichtigkeit dieses globalen Faktors auch bei uns

und deutet auf das Ernstnehmen einiger verheerender Prognosen hin),

- Verschmutzung der Atmosphäre vor allem durch anthropogene Emissionen (hauptsächlich durch Verbrennungsprodukte fossiler Brennstoffe, aber auch durch sekundäre Produkte von Herstellungsprozessen industrieller, landwirtschaftlicher und anderer Betriebe),

- länger andauernde Extreme im örtlichen (regionalen) Witterungscharakter (z.B. langwierige Inversionsituationen im Erzgebirgsvorland, langfristige Dürreperioden, ungleichmäßige Niederschlagsverteilung während des Jahres oder in der Vegetationsperiode, Temperaturextreme usw.),

- ungeeignete Waldwirtschaftsformen (z.B. Nichtrespektierung der Regel von der Rangfolge, Intensität oder Größe der Verjüngungshiebe, inkonsequenter Waldschutz gegen Schädlingfaktoren, großflächiger Kahlschlag, ungeeigneter Einsatz von Mechanisierungsmitteln und von Technologien des Holzeinschlags und des Holztransports, unsensible Anwendung von Pestiziden, unüberlegte Chemisierung in der Waldbautätigkeit usw.),

- Durchsetzung s.g. „sparsamer ökonomischer Maßnahmen“ in der forstlichen (technologischen) Praxis (d.i. Beschränkung oder sogar voller Ausschluss einiger finanziell relativ anspruchsvoller technologischer Operationen, deren Realisierung aber eine wichtige Bedingung des Erfolges der durchzuführenden Walderneuerung ist; hierher gehört die Kalkungsbeschränkung, Korrekturen bei der Technologie der Vorbereitung von Böden und Standorten vor der Verjüngung, Verringerung des Schutzzumfangs von Einzäunung der Kulturen vor dem Wild u.ä.),

- Mangel bei der Lösung der Problematik von Walderneuerung und Waldpflege in den durch anthropogene Immissionen geschädigten Gebieten

(z.B. Projektierung und Durchführung der Arbeiten ohne das Wissen, bzw. mit beschränktem Wissen von der Problematik des Zustandes und der Waldentwicklung in den immissionsbeschädigten Gebieten).

Die vorgelegte Arbeit bemüht sich um Überbrückung einiger der angedeuteten Probleme, die mit der Walderneuerung nicht nur im Erzgebirge, sondern auch ganz allgemein zusammenhängen. Sie widmet sich der Teilproblematik der Anwendung von Mineraldüngern der Reihe SILVAMIX® in der Forstpraxis. Das sind spezielle, langsam lösliche Dünger (s.g. slow release fertilizers) mit hohem Nährstoffgehalt, die langsam und langfristig in einem Zeitraum von mindestens 2 Jahren freigesetzt werden. Die Dünger werden in Tablettenform verschiedenen Gewichts oder in Pulverform hergestellt. Ihre Anwendung finden sie bei der Düngung oder Zudüngung einer breiten Skala von Kulturen, insbesondere bei Anpflanzungen von Sämlingen und von Pflanzen der Forstgehölze, die auf den durch Industrieimmissionen degradierten und deva-

stierten Flächen angelegt werden. Die Publikation ist vor allem für nachrückende Förstergenerationen bestimmt, die die dramatische Entwicklung der Schädigung unserer Wälder durch Immissionen nicht unmittelbar erlebt haben, die nichtsdestoweniger in der Zukunft noch Jahrzehnte mit der Restaurierung der durch Immissionen zerstörten Waldökosysteme insbesondere in den Grenzgebieten der Tschechischen Republik zu kämpfen haben werden.

Der Komplex praktisch orientierter Erfahrungen mit Düngern der Reihe SILVAMIX® ist in bündigen Punkten zusammengestellt, die in s.g. „Empfehlungen für die Forstpraxis Nr. 1 bis 4“ eingegangen sind. Absicht des Autors war es, seine eigenen bisherigen Erfahrungen der Walderneuerung in Immissionsgebieten des Erzgebirges mit anderen zu teilen. Sein Wunsch ist es, dass diese Publikation dem Forstbetriebspersonal aller Leitungsebenen Anregungen für die Realisierung von Meliorationsmaßnahmen in der Forstwirtschaftspraxis bietet.



VI. Zitierte Literatur

- BALCAR, V.:** Volba dřevinné skladby. In: Minimalizace důsledků antropogenních vlivů na lesní ekosystémy pěstebními opatřeními. [Výroční zpráva výzkumného úkolu za rok 1999]. Ed. F. Šach. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice 1999, s. 11 – 16.
- BALCAR, V., PODRÁZSKÝ, V.:** Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor. Zprávy lesnického výzkumu, 39, 1994, č. 2, s. 1 – 7.
- ČERNOHOUS, V. a kol.:** Přírodě blízké způsoby obnovy lesů Orlických hor. [Zpráva o řešení subprojektu za rok 1999]. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice 1999. 12 s.
- DUBSKÝ, M.:** Použití pomalu rozpustných lesních hnojiv SILVAMIX® FORTE a SILVAMIX® v práškové formě pro hnojení dřevin v kontejnerech. In: Speciální lesní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva Silvamix®. 1. vyd. Znojmo, Ecolab Znojmo 2000, s. 62 – 65.
- DUBSKÝ, F., MARTINŮ, V., MICHNĚVIČ, E.:** Speciální lesní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva SILVAMIX®. In: Speciální lesní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva Silvamix®. 1. vyd. Znojmo, Ecolab Znojmo 2000, s. 1 – 3.
- FIŠER, B., KUBELKA, L.:** Zpráva o výsledku ověření funkčnosti lesních pomalu rozpustných hnojivých tablet SILVAMIX® při dohnojování lesních výsadeb. In: Speciální lesní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva Silvamix®. 1. vyd. Znojmo, Ecolab Znojmo 2000, s. 20 – 23.
- HRUŠKA, J., FOTTOVÁ, D., ŠACH, F., ČERNOHOUS, V.:** Změny chemismu půd a povrchových vod v důsledku dlouhodobé acidifikace Orlických hor. In: Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sborník referátů z celostátního semináře. Opočno, 31. 8. – 1. 9. 2000. Ed. M. Slodičák. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 2000, s. 13 – 24.
- HYNEK, V.:** Degradace lesních půd. Lesnická práce, 80, 2001, č. 1, s. 18 – 20.
- KUBELKA, L.:** Tvarovaná hnojiva a jejich použití v imisních oblastech. Lesnická práce, 66, 1987, č. 10, s. 441 – 445.
- KUBELKA, L.:** Technologie obnovy lesa. Lesnická práce, 67, 1988, č. 7, s. 232 – 327.
- KUBÍČEK, J.:** Posouzení hnojiva SILVAMIX® z hlediska rychlosti uvolňování živin. [Technická zpráva]. Ústí nad Labem, VÚAnCh 1991. 3 s.
- KUČERA, J.:** Vyhodnocení účinnosti aplikace lesního práškového pomalu rozpustného hnojiva SILVAMIX® Mg v lesní školce Krásné Pole. In: Speciální lesní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva Silvamix®. 1. vyd. Znojmo, Ecolab Znojmo 2000, s. 49 – 51.
- LOCHMAN, V.:** Studium antropogenně podmíněných půdotvorných procesů v lesních půdách. In: Lochman, V., Podrázský, V., Pasuthová, J., Lomský, B.: Zásady zlepšování lesních půd a výživy lesních porostů hnojením. [Realizační výstup DÚ 03 projektu N03-329-869-03]. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1995, s. 2 – 5.
- LOMSKÝ, B., ŠRÁMEK, V., KRCHOV, V., NEUMAN, J.:** Revitalizace lesních porostů na LČR LS Horní Blatná. Lesnická práce, 79, 2000, č. 6, s. 254 - 256.
- NÁROVEC, V.:** Přihnojování lesních kultur tvarovanými hnojivy. In: Stosowanie proekologicznych nawozów

- Silvamix w leśnictwie i szkółkach leśnych. Sborník referátů z česko-polského semináře. Komorní Lhotka, 6. 3. 1996. Znojmo, Ecolab 1996, s. 1 – 16.
- NÁROVEC, V., JURÁSEK, A.:** Několik poznámek k přihnojování leśních kultur. *Lesnická práce*, 79, 2000, č. 4, s. 176 – 177.
- NÁROVEC, V., ŠACH, F., PODRÁZSKÝ, V., ČERNOHOUS, V.:** Zásady zlepšování leśních půd a výživy leśních porostů hnojením. [Realizační výstup etapy výzkumného úkolu N03-329-869-03]. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 1995. 31 s.
- NÁROVEC, V., ŠTĚNIČKA, S.:** Zkušenosti s hnojivými tabletami Preform. *Lesnická práce*, 70, 1991, č. 12, s. 365 – 368.
- PODRÁZSKÝ, V.:** Vliv stanovištních podmínek, ekologického krytu a aplikace mouček bazických hornin na růst a vývoj kultur buku. *Zprávy lesnického výzkumu*, 42, 1997, č. 2, s. 9 – 11.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., KRATOCHVÍL, J.:** Výsledky aplikace hnojiv řady Silvamix. *Lesnická práce*, 78, 1999, č. 2, s. 70 – 72.
- SALAŠ, P.:** Ekologické hnojivo Silvamix v leśnictví. *Lesnická práce*, 76, 1997, č. 4, s. 146 – 147.
- SALAŠ, P., ŘEZNÍČEK, V.:** Využití hnojiv SILVAMIX® v leśních školkách. *Lesnická práce*, 79, 2000, č. 3, s. 122 – 124.
- SALAŠ, P., ŘEZNÍČEK, V., ČÁP, Z.:** Pomalu rozpustná hnojiva a možnosti jejich využití v leśních školkách. In: Speciální leśní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva SILVAMIX®. 1. vyd. Znojmo, Ecolab Znojmo 2000, s. 52 – 58.
- SALAŠ, P., ŘEZNÍČEK, V., LIŠKOVÁ, M.:** Možnosti využití leśních pomalu rozpustných hnojiv řady SILVAMIX® v leśním hospodářství. In: Speciální leśní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva SILVAMIX®. 1. vyd. Znojmo, Ecolab Znojmo 2000, s. 59 – 61.
- ŠACH, F., ČERNOHOUS, V.:** Redukce úrodnosti půdy a růstu smrkových kultur v důsledku mechanizovaného shrnování klestu. In: Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sborník referátů z celostátního semináře. Opočno, 31. 8. - 1. 9. 2000. Ed. M. Slodičák. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 2000, s. 65 – 72.
- ŠACH, F., FOTTOVÁ, D., BALCAR, V., ČERNOHOUS, V., KACÁLEK, D., NÁROVEC, V.:** Mohou imise i dnes škodit leśním porostům v Orlických horách? *Lesnická práce*, 78, 1999, č. 10, s. 452 – 455.
- VÁLKOVÁ, O.:** Zpráva o výsledku ověření funkčnosti hnojivých tablet SILVAMIX® – výrobce JZD Práče. [Zpráva pro PŘ SvčSL Teplice]. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1990. 5 s.
- VAVŘÍČEK, D.:** Možnosti využití tableťovaného hnojiva při revitalizaci leśních ekosystémů. In: Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sborník referátů z celostátního semináře. Opočno, 31. 8. - 1. 9. 2000. Ed. M. Slodičák. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 2000, s. 151 – 159.
- WALENDZIK, R. J., KLOCEK, A.:** Zpráva o výzkumu hnojení smrkových, bukových a modřínových leśních výsadeb a jednotlivých a skupinových výsadeb javoru a limby leśním pomalu rozpustným hnojivem SILVAMIX® na terénu nadleśnictví Szklarska Poręba (období výzkumu 1997 - 1998). In: Speciální leśní pomalu rozpustná tableťovaná a prášková hnojiva SILVAMIX®. 1. vyd. Znojmo, Ecolab Znojmo 2000, s. 33 – 39.

VII. Register der Abkürzungen und lateinischen Bezeichnungen

Verwendete Abkürzungen:

ČR	Tschechische Republik
ČZU	Tschechische Landwirtschaftliche Universität in Prag
DPZ	Erdfernerkundung
IBL	Instytut Badawczy Leśnictwa (Warschau)
JZD	Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft
LČR	Forsten der Tschechischen Republik, Staatsbetrieb
LS	Forstverwaltung (Organisationseinheit der LČR)
OI	Gebietsinspektion (Organisationseinheit der LČR)
PR	Betriebsdirektion
RCK	Torf/Zellulose-Topf (Jiffy pot)
SvčSL	Nordböhmisches Staatsforsten, Staatsbetrieb
VÚAnCh	Versuchsanstalt der Anorganischen Chemie
VÚLHM	Versuchsanstalt der Forstwirtschaft und des Jagdwesen
VÚOZ	Versuchsanstalt des Ziergartenbaus
S	SILVAMIX
S – F	SILVAMIX FORTE
S – J	SILVAMIX J
S – MG	SILVAMIX MG
S – R	SILVAMIX R
S – W	SILVAMIX W

Verwendete lateinische Bezeichnungen:

<i>Abies alba</i>	<i>Weißtanne</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Bergahorn</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Rotbuche</i>
<i>Picea abies</i>	<i>Gemeine Fichte</i>
<i>Picea omorica</i>	<i>Omorika-Fichte</i>
<i>Picea pungens</i>	<i>Blaufichte</i>
<i>Pinus cembra</i>	<i>Zirbelkiefer</i>
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Waldkiefer</i>
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Douglasie</i>
<i>Quercus ssp.</i>	<i>Eichen</i>
<i>Tilia cordata</i>	<i>Winterlinde</i>

Adresse für Bestellung des Buches:

Lesnická práce, s.r.o.
PO Box 25, Zámek I
281 63 Kostelec nad Černými lesy

Tel./Fax: +420 203 / 679 413-4
E-mail: predplatne@lesprace.cz
<http://www.silvarium.cz>

Erschien als 1. Publikation in der Sammlung
LESNICKÁ KNIHOVNA/FORSTBIBLIOTHEK, Edition PĚSTOVÁNÍ LESA/WALDBAU

S I L V A M I X

moderner Dünger für die Forstwirtschaft

Ing. Lubomír Kubelka, CSc.



Fachberater

Ing. Václav Nárovec, CSc.

Verantwortlicher Redakteur

Ing. Oto Lasák

Herausgegeben im Jahr 2003 von

Lesnická práce, s.r.o. - Verlag und Edition
Zámek 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

DTP a graphische Gestaltung

Lesnická práce, s.r.o.

Druck

Tiskárna BOOM Kolín

ISBN 80-86386-14-7