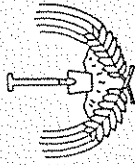


L A N D
F O R S T
W A S S E R

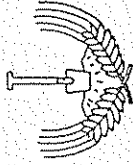
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft

Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz



Geschäftsstelle:

Bundesanstalt für Bodenwirtschaft



DÜNGUNG VON ENERGIEHOLZKULTUREN

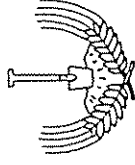
ENERGIEHOLZ



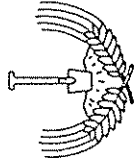
LAND
FORST
WASSER

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft

Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz



Geschäftsstelle:
Bundesanstalt für Bodenwirtschaft



DÜNGUNG VON ENERGIEHOLZKULTUREN

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Einleitung	3
2. Bodenuntersuchung	3
2.1 Probennahme	4
2.2 Analysenpalette	5
3. Blattanalysen	5
4. Nährstoffentzug	5
5. Düngeempfehlung	6
Grenzwerte und empfohlene Düngermengen	7
6. Empfohlene Düngemittel	10
7. Einfluß der Düngung auf den Ernährungszustand und die Wachstumsleistung	11
8. Ökologische Auswirkungen und Forderungen an die Bodenbehandlung	12
Muster eines Bodenuntersuchungs-Erhebungsbogens	Anhang

Die vorliegenden Richtlinien wurden von der
"Fachgruppe Forst"
des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz
beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
ausgearbeitet.

Vorsitz: W. Kilian, Forstl. Bundesversuchsanstalt
Redaktion: E. Unteregger, Landeskammer f. L. u. Fw. Stmk
Mitwirkung: H. Amann, BA für Bodenwirtschaft
G. Glatzel, Univ. für Bodenkultur
R. Hüller, Landwirtschaftskammer Bgld
H. Koberg, Agrarchemie Linz
A. Kohl, Landwirtschaftskammer NÖ
H. Kohlroß, Präko der LWK Österreichs
R. Kreisl, Bundesanstalt für Agrarwirtschaft
H.-P. Lang, Österr. Bundesforste
C. Majer, Bundesministerium für L. u. Fw.
F. Mutsch, Forstl. Bundesversuchsanstalt
R. Weilharter, Landesforstinsp. Oö
H. Widhalm, Österr. Bundesforste

DÜNGUNG VON ENERGIEHOLZKULTUREN

1. Einleitung

Energieholzanbau ist eine Flächenbewirtschaftung mit Baumarten, die im Kurzumtrieb genutzt werden. Vorrangiges Ziel ist die Produktion von Energieholz für die Verbrennung in Hackschnitzelfeuerungsanlagen. In der Regel wird in Intervallen von 2 bis 15 Jahren die gesamte oberirdische Holz- und Rindenmasse ohne Blätter genutzt (Kurzumtrieb).

Energieholz soll vorwiegend auf guten bis besten landwirtschaftlichen Flächen, das heißt, auf bisherigen Ackerflächen oder mehrmähdigen Wiesen angebaut werden. Eine ausreichende Wasserversorgung, eine entsprechend hohe Wärmesumme, sowie geeignetes Pflanzgut sind Voraussetzung für einen zufriedenstellenden Ertrag.

Bei der Ernte von Energieholzkulturen werden nicht nur das Stammholz, sondern auch die Feinäste genutzt und von der Fläche gebracht. Dementsprechend hoch ist auch der Nährstoffentzug, der zwischen dem des Getreidebaues und dem der Waldnutzung liegt.

Auf bisher intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen ist die Nährstoffversorgung aus dem Boden fast immer so hoch, daß vor und während der ersten Rotation keine Düngung notwendig ist. Aus ökologischen Gründen kann es sogar zweckmäßig sein, Energieholz anzubauen, wenn es darum geht, übermäßige Nährstoffanreicherungen im Boden abzubauen, etwa um die Belastung des Grundwassers durch Nitrat herabzusetzen.

2. Bodenuntersuchung

Vor der Anlage von Energieholzkulturen ist eine Bodenuntersuchung erforderlich. Auskunft über die Nährstoffversorgung kann hier im Gegensatz zu langlebigen Waldökosystemen - vorerst eine Analyse nach den Methoden der landwirtschaftlichen Bodenuntersuchung geben.

Die Ansprüche der Holzgewächse sind jedoch wesentlich geringer als jene von Hochleistungspflanzen des Ackerbaues; die Düngergaben sind daher niedriger anzusetzen. Erst auf Grund einer Bodenanalyse kann beurteilt werden, ob eine Nährstoffüber- oder -unterversorgung vorliegt oder ob sie ausreichend ist.

Außerdem sind nach derzeitigem Wissensstand auf Standorten, auf denen mehrere Jahre hindurch Mais angebaut wurde, Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln aus der Vorkultur erforderlich, um Schäden an der künftigen Kultur zu vermeiden.

2.1 Probennahme

Bodenproben sind wie folgt zu ziehen:

- auf Ackerböden - Probe 1 bis Bearbeitungstiefe
(0 bis 20/30 cm)
- Probe 2 von Bearbeitungstiefe
(20/30 cm) bis 50 cm
- auf Grünland - Probe 1 von 0 bis 25 cm Tiefe
- Probe 2 von 25 bis 50 cm Tiefe

Je Tiefenstufe ist eine Mischprobe von ca. 500 Gramm aus mindestens 25 Einstichen zu ziehen.

Sichtbare Bodenunterschiede sind zu berücksichtigen. Kleinflächig vertretene und von der Hauptfläche abweichende Bodenformen dürfen entweder nicht beprobt werden oder es muß dafür eine eigene Mischprobe gezogen werden.

Der Ort der Probennahme ist nach dem beiliegenden Erhebungsbogen näher zu beschreiben.

2.2 Analysenpalette

Probe 1: pH-Wert, Karbonattest, P und K nach CAL- bzw. DL-Methode; austauschbare Kationen (B/BT-Auszug nach ÖNORM L1086); heißwasserlöslicher N.
Mg nach Schachtschabel (alte Methode, die vergleichbare Werte mit Mg aus dem B/BT-Auszug ergibt).

Bei pH-Werten unter 6,5 sollte auch Fe, Mn, Al und H bestimmt werden, um auch bei solchen Proben die Basensättigung und die Kationenaustauschkapazität berechnen zu können.

Probe 2: wie Probe 1, jedoch ohne Bestimmung der organischen Substanz und ohne N-Bestimmung.

Für spezielle Fragestellungen sind weitere Sonderanalysen möglich (Siehe Rückseite des Erhebungsbogens).

3. Blattanalysen

In bereits bestehenden Energieholzkulturen kann die Versorgung mit Kali und Stickstoff auch über Blattanalysen festgestellt werden. Bei Pappel ist zum Beispiel mit einer Kaliunterversorgung zu rechnen, wenn in den am Ende des Sommers entnommenen Blättern ein geringerer Gehalt als 1,4 g Kali je 100 g Trockensubstanz festgestellt wird. Stickstoffmangel ist gegeben, wenn die Blätter am Ende des Sommers weniger als 2,2 % N in der Trockensubstanz enthalten.

4. Nährstoffentzug

Über den Nährstoffentzug durch Bindung von Nährstoffen in der Pflanze und Abtransport im Zuge der Ernte gibt es noch wenige Erfahrungswerte, deshalb können allgemein gültige Regeln für alle Baumarten

derzeit nicht aufgestellt werden. Lediglich für einige Pappelklone, die im dreijährigen Umtrieb genutzt wurden, liegen Durchschnittswerte vor. Je Tonne geernteter Trockensubstanz wurde unter diesen Versuchsbedingungen folgende Reinnährstoffmengen von der Fläche transportiert:

Stickstoff (N)	3,6 kg
Phosphor (P ₂ O ₅)	0,6 kg
Kalium (K ₂ O)	2,8 kg
Kalzium (Ca)	5,1 kg
Magnesium (Mg)	0,6 kg

Bei einer angestrebten durchschnittlichen jährlichen Entnahme von 10 Tonnen Trockensubstanz je Hektar erfordert dies den Ersatz der zehnfachen Menge Reinnährstoffe pro Hektar und Jahr.

5. Düngeempfehlung

Bei Nährstoffunterversorgung empfiehlt sich eine Startdüngung als Einzelpflanzen-, bei engen Abständen in der Reihe eine Reihendüngung. Bemessung und Formulierung der Düngemittel richten sich nach der Art der Nährstoffunterversorgung entsprechend den Analyseergebnissen. Eine Flächendüngung zur Aufbesserung der gesamten Fläche ist erst nach oder kurz vor dem Kronenschluß zweckmäßig. Erst dann ist das Wurzelsystem der Einzelpflanzen so flächendeckend, daß alle dem Boden zugeführten Nährstoffe aufgenommen werden können und nicht ungenutzt ausgewaschen werden, insbesondere deshalb, weil wegen der empfohlenen Freihaltung des Bodens von Bodenbewuchs die zwischenzeitliche Nährstofffixierung fehlt.

Nährstoffbindung in den verschiedenen Pflanzenteilen, besonders in den Feinteilen der Äste und in der Rinde, sowie erhebliche Biomassenutzung führen zu einer Abnahme des Nährstoffgehaltes im Boden, wenn der Entzug nicht aus natürlichen Quellen oder durch Düngung ersetzt wird. Das Ausmaß des Entzuges ist baum- und klonspezifisch und hängt von der Umtriebszeit ab.

Ab der zweiten Rotation sollen die entzogenen Nährstoffe in der Regel ersetzt werden (Bodenuntersuchung ratsam). Ein Großteil der erforderlichen mineralischen Nährstoffe ist über den Kreislauf HOLZ/RINDE -> ASCHE -> DÜNGER -> WURZEL/BAUM wieder auf die Anbaufläche rückführbar. Stickstoff geht jedoch aus diesem Kreislauf verloren.

Neben der Nährstoffversorgung ist für das Wachstum der in den Energieholzkulturen verwendeten Baumarten auch der pH-Wert des Bodens von ausschlaggebender Bedeutung, so daß auf Böden mit niedrigem pH-Wert eine Bodenkalkung notwendig ist.

Grenzwerte und empfohlene Düngermengen

Stickstoff (N)

In Erlen- und Robinienkulturen ist keine Stickstoffdüngung notwendig, da diese beiden Baumarten mit Hilfe der "Knöllchenbakterien" an ihren Wurzeln in der Lage sind, Luftstickstoff direkt zu binden.

In Kulturen mit anderen Baumarten kann ab dem zweiten Jahr mit 0 bis 100 kg N/ha gedüngt werden. Die ausgebrachte N-Menge hängt im wesentlichen von der Wüchsigkeit der Kultur ab (eventuell auch Blattanalysen durchführen lassen).

Flächige N-Düngung im Pflanzjahr ist nicht zweckmäßig, da die Bäume noch nicht genügend Wurzeln entwickelt haben, um den leicht auswaschbaren Stickstoff aufzunehmen.

Phosphor (P)

Gehaltsstufe	P ₂ O ₅ -Gehalt des Bodens in mg/100g	Bei 3-jährigem Umtrieb		Bei 5-jährigem Umtrieb		Bei 10-jährigem Umtrieb	
		bei Anlage		bei Anlage		im 5. Jahr	
		zu düngen mit kg/ha P ₂ O ₅					
A sehr niedrig	unter 6	300	300	300	300	100	100
B niedrig	6 - 10	150	150	150	150	100	100
C ausreichend	11 - 25	0	0	0	0	100	100
D hoch	26 - 40	0	0	0	0	0	0
E sehr hoch	über 40	0	0	0	0	0	0

Kalium (K)

Gehaltsstufe	K ₂ O-Gehalt*) des Bodens in mg/100g		Bei 5-jährigem Umtrieb		Bei 10-jährigem Umtrieb	
	in mg/100g		bei Anlage		im 5. Jahr	
	zu düngen mit kg/ha K ₂ O					
A sehr niedrig	unter 6	unter 8	unter 10	300	200	200
B niedrig	6 - 10	8 - 14	10 - 16	150	100	100
C ausreichend	11 - 25	15 - 28	17 - 32	0	100	100
D hoch	26 - 40	29 - 40	33 - 45	0	0	0
E sehr hoch	über 40	über 40	über 45	0	0	0

*) Kali (K₂O) nach der CAL- bzw. DI-Methode unter Berücksichtigung der Sorptionskraft (Bodenschwere)

Magnesium (Mg)

Gehaltsstufe	Magnesiumgehalt des Bodens*) in mg/100 g			Bei Anlage		Bei 10-jährigem Umtrieb, nach 5 Jahren	
	leichter		mittelschw.		schwerer		
	Boden						
A sehr niedrig	"		unter 3	unter 4	zu düngen mit kg/ha MgO		
B niedrig	unter 5		3 - 5	4 - 7	120	50	
C ausreichend	5 - 7		6 - 10	8 - 13	80	50	
D hoch	8 - 15		11 - 19	14 - 22	0	50	
E sehr hoch	über 15		über 19	über 22	0	0	

*) Magnesium (Mg) nach der Methode Schachtschabel oder B/BT-Auszug unter Berücksichtigung der Bodenschwere bzw. der Sorptionskraft

Kalk-Düngung:

Ob und wieviel Kalk ausgebracht werden soll hängt im Wesentlichen vom pH-Wert des Standortes ab. Der Kalkbedarf wird als CaO angegeben. Da der Kalk in erster Linie der Aufbasung dient, kann das CaO bei Magnesia-Kalken teilweise durch MgO ersetzt werden.

Um pH 6,5 und höher soll kein Kalk mehr ausgebracht werden.

Um pH 6,0 können 800 kg CaO (entspricht ca. 1500 kg CaCO₃)

ausgebracht werden, Eriekulturen sollten bei diesem pH-Wert nicht gekalkt werden.

Um pH 5,5 und darunter 1500 kg CaO (entspricht ca. 2700 kg CaCO₃) ausbringen.

Spätestens fünf Jahre nach einer Düngung soll zur Überprüfung der Düngewirksamkeit eine Bodenanalyse durchgeführt werden.

6. Empfohlene Düngemittel

Zur Stickstoffdüngung werden in der Praxis Kalkammonsalpeter, schwefelsaures Ammoniak und Harnstoff eingesetzt. Der Stickstoff soll nach Möglichkeit in zwei Gaben verabreicht werden, nämlich Anfang April und Anfang Juni. Stickstoffdüngung zu einem späteren Zeitpunkt würde das Ausreifen des Holzes verzögern. Im nachfolgenden Winter könnte es zu Frostschäden an den Endtrieben kommen. Für die Bemessung der Stickstoffdüngung ist der Eintrag aus der Luft, der regional sehr unterschiedlich sein kann, zu berücksichtigen. Überschlägig kann er mit 15 bis 40 kg Reinstickstoff je Hektar und Jahr angenommen werden.

Herrschend Phosphatmangel, wird für saure Böden Thomasphosphat (Düngemittelgesetz beachten) oder Hyperphosphat, für neutrale und alkalische Böden Superphosphat oder Triplephosphat empfohlen. Bei Unterversorgung mit Kali haben sich chloridarme und chloridfreie Kalidünger (schwefelsaures Kali, Patentkali oder 60%-iges Kalidüngesalz) bewährt.

An Stelle der oben angeführten Einzeldünger können auch chloridarme oder chloridfreie Mehrnährstoffdünger mit entsprechender Zusammensetzung verwendet werden.

Ist eine Kalkung zur Anhebung des pH-Wertes notwendig, soll mit kohlen-saurem Kalk, auf magnesiumarmen Böden mit Dolomit oder Hüttenkalk gedüngt werden.

Wirtschaftsdünger können ebenfalls eingesetzt werden, doch sollte ihre Zusammensetzung bekannt sein und der Anwender mit dem Einsatz von Wirtschaftsdüngern vertraut sein.

Auch andere organische Dünger können gezielt eingesetzt werden, sofern ihre Zusammensetzung bekannt ist.

So enthält zum Beispiel Schrot aus Samen der blauen und gelben Lupine folgende Nährstoffe in g/kg Trockenmasse:

	N	P	K	Ca	Mg
Lupine blau	57	4,6	8	3,7	1,7
Lupine gelb	72	5,1	9	2,7	2,4

Vor der unkontrollierten Ausbringung von Klärschlamm wird ausdrücklich gewarnt! Die Ausbringung von Klärschlamm ist nur zulässig, wenn seine genaue Zusammensetzung bekannt ist. Es besteht die Gefahr, daß die Böden auf Jahre und Jahrzehnte hinaus mit Schwermetallen und anderen Giftstoffen kontaminiert sind. Im Falle einer Rückwandlung in herkömmliche landwirtschaftliche Produktionsflächen könnten solche Flächen für die Nahrungsmittelproduktion nicht verwendet werden. Auf Waidflächen ist die Einbringung von Klärschlamm nach dem Forstgesetz verboten. Auf alle Fälle sind für die Ausbringung von Klärschlämmen die länderweise unterschiedlichen Bodenschutzbestimmungen einzuhalten. Im übrigen sei darauf hingewiesen, daß für die Höhe der Düngegaben und die Anwendung verschieden zusammengesetzter Düngemittel in erster Linie die Nährstoffansprüche der einzelnen Baumart und das Ergebnis der Bodenuntersuchungen beziehungsweise der Blattanalysen maßgebend sind. Welche Düngerart und welche Mengen auszubringen sind, hängt von zahlreichen Komponenten ab und ist durch einen Fachmann jeweils für den Einzelfall festzulegen.

7. Einfluß der Düngung auf den Ernährungszustand und die Wuchseistung

Auf extensiv bewirtschafteten und ungedüngten Flächen mit ausgeglichener Wasser- und mäßiger Nährstoffversorgung beträgt der durchschnittliche oberirdische Biomassezuwachs ohne Blätter bei Holzgewächsen etwa 3,5 bis 6 t pro Hektar und Jahr. Stickstoffdüngung in Kombination mit P-K-Mg-Düngung kann den Ertrag bei Pappel und Weide sowie Birke erheblich, das heißt auf das Doppelte steigern. Pappel und Weide reagieren sehr rasch auf die Düngung, Birke erst

nach ein oder zwei Jahren. Bei reiner Stickstoffdüngung sinken die Phosphorgehalte in den Blättern. Vermutlich ist dies ein Verdünnungseffekt nach geförderter Produktion von Blattmasse. Das heißt aber auch, daß Stickstoffdüngung in vielen Fällen ohne entsprechende Ergänzung mit Phosphor-Kali nicht sinnvoll ist.

Bei den stickstoffbindenden Baumarten Erle und Robinie kann nach P-K-Düngung zwar eine signifikante Zuwachssteigerung festgestellt werden. Die Steigerung ist jedoch in den ersten Jahren (langfristige Beobachtungen liegen nicht vor) mit 20 bis 30 % eher bescheiden.

8. Ökologische Auswirkungen und Forderungen an die Bodenbehandlung

Da in Energieholzkulturen nach dem zweiten Jahr keine weitere Bodenbearbeitung notwendig ist, bedeutet dies in der Regel eine mehrjährige Bodenruhe für den Standort. Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß durch intensive Durchwurzelung in den Energieholzkulturen die Nährstoffauswaschung im Vergleich zu Ackerflächen auf ein Viertel herabgesetzt wird und die Bäume die Nährstoffvorräte ohne große Verluste abschöpfen können. Eine nicht unbedeutende Rolle spielen dabei die Bodenflora und -fauna, die sich schon nach wenigen Jahren in einem Artenreichtum einstellen, der auf vergleichbaren Ackerflächen nicht annähernd erreicht wird.

Insgesamt betrachtet bieten Energieholzkulturen, auch wenn sie plantagenartig bewirtschaftet werden, im Vergleich zu herkömmlich landwirtschaftlich genutzten Flächen erhebliche ökologische Vorteile, wenn einige grundlegende Forderungen erfüllt werden:

- o Die Bewirtschaftung muß bodenschonend und standorts gemäß sein.
- o Die Nährstoffe sind optimal auszuschnöpfen.
- o Die Düngung muß sich am Nährstoffentzug der gesamten Vegetation orientieren und darf zu keiner Umweltbelastung führen.

o Das Befahren des Bodens mit schwerem Gerät ist auf das Notwendigste zu beschränken.

o Dem Schutz des Bodens vor Verdichtung ist ein hoher Stellenwert einzuräumen.

o Für den Anbau sind jene Klone und Baumarten entsprechend ihren Ansprüchen einzusetzen, die die im Boden gespeicherten Nährstoffe bestmöglich aufzuschließen und in möglichst hohe Trockensubstanz zu wachse umsetzen können.

o Chemische Unkraut- und Schädlingsbekämpfung sind auf ein Minimum einzuschränken.

Impressum:

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber, Redaktion:
Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz
beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
beide 1200 Wien, Denigasse 31-33, Tel. 0222/331 03/0
Fax.Nr. 330 60 55

1. Auflage, 1991