

Richtlinien für die sachgerechte Düngung von Kurzumtriebsflächen mit Weide und Pappel

Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz



Wien, 2019

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
Stubenring 1, 1010 Wien

Leitung: Ernst Leitgeb, BFW

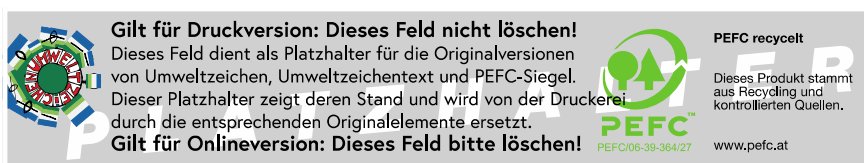
Text und Redaktion: Andreas Baumgarten, AGES

unter der Mitarbeit von: Eduard Hochbichler, BOKU; Heinrich Holzner, LK Steiermark; Klaus Katzensteiner, BOKU; Ernst Leitgeb, BFW; Karl Mayer, LK Steiermark; Franz Mutsch, BFW; Karl Schuster, LK Niederösterreich

Grafikdesign: Leonie Fink

Fotonachweis: Seite 1: LK NÖ/Karl Schuster; Seite 6: LK Stmk/K. Mayer; Seite 8: LK Stmk/K. Mayer; Seite 10: LK Stmk/H. Holzner; Seite 17: LK Stmk/K. Mayer; Seite 20: LK Stmk/K. Mayer; Seite 22: LK Stmk/H. Holzner

2. Auflage



Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtssprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an andrea.spanischberger@bmnt.gv.at.

Inhalt

Vorwort.....	5
1 Einleitung	6
2 Standortsansprüche	7
2.1 Allgemeine Standortsansprüche.....	7
2.2 Nährstoffversorgung des Bodens - Bodenuntersuchung	8
2.2.1 Bodenprobenahme	8
2.2.2 Analysenpalette	11
2.2.3 Interpretation und Einstufung der Analysenwerte	11
3 Nährstoffentzug und Düngung	17
3.1 Nährstoffentzug	17
3.2 Düngung.....	20
3.2.1 Düngung bei Neuanlagen (erster Aufwuchs).....	20
3.2.2 Düngung ab dem zweiten Umtrieb	23
4 Düngemittel.....	24
4.1 Stickstoff	24
4.2 Phosphor	24
4.3 Kalium	25
4.4 Magnesium und Kalzium	25
4.5 Mineralische Mehrnährstoffdünger	26
4.6 Wirtschaftsdünger	26
4.7 Alternative Nährstoffquellen	27
4.7.1 Pflanzenaschen.....	27
4.7.2 Kompost, Klärschlammkompost.....	29
4.8 Allgemeine Grundsätze zur Düngerausbringung	29
Tabellenverzeichnis.....	30
Abbildungsverzeichnis	31

Vorwort



Elisabeth Köstinger
Bundesministerin für
Nachhaltigkeit und Tourismus

Holz ist eine der wertvollsten natürlichen Ressourcen. Der nachwachsende Rohstoff kann nicht nur stofflich verarbeitet, sondern auch für eine nachhaltige Energiegewinnung eingesetzt werden – gerade in diesem Bereich wächst der Bedarf stetig. Baumbiomasse ersetzt fossile Energieträger und zeichnet sich somit durch eine günstige CO₂ neutrale Kohlenstoffbilanz aus.

Wie intensiv die Biomasse eines Waldes genutzt werden kann, hängt allerdings stark vom individuellen Standort ab, vor allem von den speziellen Bodeneigenschaften. Durch den Kurzumtrieb von schnellwachsenden Baumarten wie Pappel und Weide auf landwirtschaftlichen Flächen ist es möglich, das Angebot an Biomasse gezielt zu erweitern. Während die Holzproduktion im geschlossenen Nährstoffkreislauf eines Waldes ohne Düngung auskommt, müssen die Nährstoffentzüge bei Kurzumtriebsflächen gezielt ersetzt werden.

Die 2. Auflage der vorliegenden Broschüre trägt dieser Problematik Rechnung. Sie bietet wertvolle Hinweise für die Anlage von Kurzumtriebsflächen sowie für den sachgerechten und landschaftsschonenden Einsatz von Düngemitteln.

1 Einleitung

Kurzumtriebsanbau ist eine Flächenbewirtschaftung mit Baumarten, die bereits nach relativ kurzer Zeit genutzt werden. Ziel ist die Produktion von Holz für die energetische und stoffliche Nutzung. In der Regel wird in Intervallen von 2 bis 5 maximal aber 10 Jahren (Umtrieb) die gesamte oberirdische Holz- und Rinden-masse ohne Blätter genutzt. Die Gesamtnutzungsdauer einer Kurzumtriebsfläche beträgt laut Forstgesetz maximal 30 Jahre.

Bei der Ernte von Kurzumtriebskulturen werden nicht nur das Stammholz, sondern auch die Feinäste genutzt und von der Fläche gebracht. Dementsprechend hoch ist auch der Nährstoffentzug, der zwischen dem der landwirtschaftlichen und der forstwirtschaftlichen Nutzung liegt.

Abbildung 1: Pappel im 3. Wuchsjahr bei mehrjährigem Umtrieb



2 Standortsansprüche

2.1 Allgemeine Standortsansprüche

Kurzumtriebsflächen können sowohl auf Acker als auch auf Grünland angelegt werden. Eine ausreichende Wasserversorgung, gute Nährstoffversorgung und eine entsprechend hohe Wärmesumme, sowie geeignetes Pflanzgut sind Voraussetzung für optimale Ertragsleistungen. Eine erste Orientierung kann aus der digitalen landwirtschaftlichen Bodenkarte („eBOD“, siehe www.bodenkarte.at) oder aus den Unterlagen der Finanzbodenschätzung gewonnen werden.

Die Grundlage für eine gute Nährstoffversorgung der Kurzumtriebspflanzen bildet das Nährstoffpotenzial des Bodens. Die besten Voraussetzungen für einen guten Zuwachs bieten tiefgründige, landwirtschaftlich genutzte Lehmstandorte mit frischem Wasserhaushalt und einem pH-Wert zwischen 5,5 und 7,0, wobei – abhängig von der Baumart und Sorte - auch pH-Werte zwischen 5,0 und 7,5 noch möglich sind. Auf Standorten außerhalb des Optimalbereichs sind die durch eine Düngung erzielbaren Mehrerträge möglicherweise nicht mehr wirtschaftlich.

Auch die klimatischen Bedingungen sind Grundlage für ein ausreichendes Wachstum, bei Schwarzpappeln ist eine durchschnittliche Jahrestemperatur von 7 °C, bei Balsampappeln und Weiden von 6 °C notwendig. Dies entspricht Höhenlagen im planaren bis submontanen Bereich.

Die Standorte sollen entweder über einen für die Pflanzen erreichbaren Grundwasseranschluss verfügen oder der Jahresniederschlag soll mindestens 650 mm (davon 50 % in der Vegetationszeit) bei ausreichender Speicherkapazität des Bodens betragen.

Nicht geeignete Standorte für Kurzumtriebskulturen sind:

- Stark beschattete Flächen (z.B. Waldränder)
- Frostmulden wegen Spätfrostgefahr
- Nassschneezonen wegen Schneedruckgefahr
- stark windexponierten Hänge wegen Zuwachseinbußen
- extrem staunasse oder extrem trockene Standorte
- ökologisch wertvolle Flächen wie beispielsweise Feuchtbiootope oder Trockenrasen

Abbildung 2: Nachpflanzung von Pappeln nach Forstschäden in gefährdeter Lage



Die mechanische Bekämpfung des Begleitwuchses und dauernde Bodenoffenhaltung führt zu ausreichender Bodendurchlüftung und ist beste Voraussetzung für gute Zuwachseleistungen.

Die Beerntung im laubfreien Zustand garantiert eine Rückführung von Stickstoff und mineralischen Nährstoffen über die Blätter in den Boden und damit zu geringen Nährstoffentnahmen durch die Ernte.

2.2 Nährstoffversorgung des Bodens - Bodenuntersuchung

Vor der Anlage von Kurzumtriebskulturen wird eine Bodenuntersuchung dringend empfohlen. Auskunft über die Nährstoffversorgung kann eine Analyse nach den Methoden der landwirtschaftlichen Bodenuntersuchung geben. Die Nährstoffversorgung und der pH-Wert des Bodens sollen regelmäßig, das heißt nach ungefähr vier bis sechs Jahren, durch eine Bodenuntersuchung kontrolliert werden.

2.2.1 Bodenprobenahme

Bodenproben werden aus der Tiefe 0-30 cm entnommen. Eine Bodenprobe soll maximal eine Fläche von 5 ha repräsentieren. Sie besteht aus mindestens 25 gleichmäßig über die Fläche verteilten Teilproben (Einstichen) in Anlehnung an die ÖNORM L 1054. Die Teilproben aus

diesen Einstichen werden in einem sauberen Eimer Gefäß gut durchmischt, Steine und größere Pflanzenteile werden dabei entfernt. Die Masse der Mischprobe soll zwischen 300 g und 1000 500 g betragen.

Sichtbare Standortsunterschiede 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.

Die Proben sind so zu kennzeichnen, dass eine eindeutige Zuordnung zum Untersuchungsauftrag (Erhebungsbogen) erkennbar ist. Der Untersuchungsauftrag beinhaltet zumindest Angaben über die Baumart, die Größe der Fläche sowie die zu analysierenden Parameter (siehe Kapitel 2.2.2). Zusätzlich sollen – wenn die Erstellung eines Düngeplans erwünscht ist – auch Angaben über den Einsatz organischer Dünger gemacht werden.

Abbildung 3: Probenahme



2.2.2 Analysenpalette

Für die Analyse der angeführten Parameter werden die Proben gemäß ÖNORM L 1053 luftgetrocknet und auf 2 mm gesiebt (Feinboden).

Die Proben sollen zumindest auf die in Tabelle 1 angeführten Parameter untersucht werden. Zusätzlich ist vor allem bei Neuanlagen oder bei Verdacht auf Nährstoffmängel eine Ausweitung der Analysenpalette gemäß Tabelle 2 zu überlegen.

Tabelle 1: Obligatorische Untersuchungsparameter

Parameter	Verfahren
pH-Wert (CaCl ₂)	ÖNORM EN 15933
Kalkbedarf (Acetat-pH)	----
P und K in CAL	ÖNORM L 1087
Mg nach Schachtschabel	ÖNORM L 1093

Tabelle 2: Optionale Untersuchungsparameter

Parameter	Verfahren
Carbonatgehalt	ÖNORM L 1084
Austauschbare Kationen	ÖNORM L 1086-1
Pflanzenverfügbare Spurenelemente	ÖNORM L 1089
Pflanzenverfügbares Bor	ÖNORM L 1090
Organische Substanz (C _{org})	ÖNORM L 1080
Korngrößenverteilung	ÖNORM L 1061-2

2.2.3 Interpretation und Einstufung der Analysenwerte

Die Analysenwerte werden üblicherweise in fünf Gehaltsklassen von „A“ bis „E“ eingeteilt, wobei die Gehaltsklasse C in einen unteren (C1) und einen oberen Bereich (C2) differenziert wird. (vgl. Tabellen 3 bis 5 und 7 unter Berücksichtigung der Bodenschwere gemäß Tabelle 8). Die anzustrebende Klasse ist „C1“. Bei dieser Versorgung ist davon auszugehen, dass der

Boden soweit ausreichend versorgt ist, dass er von sich aus genug Nährstoffe für ein optimales Wachstum bereitstellen kann. Hier orientiert sich die Düngermenge am Entzug durch die Pflanzen. Dadurch werden einerseits ein weiterer Anstieg der Nährstoffgehalte (mit allen negativen wirtschaftlichen und ökologischen Folgen) und andererseits ein Absinken der Konzentrationen auf ein Niveau, das zu Mangelercheinungen und Mindererträgen führen kann, vermieden.

Die Klassen „A“ und „B“ zeigen eine Unterversorgung des Bodens an. In diesen Fällen wird empfohlen, durch eine Düngung, die über das Niveau der reinen „Erhaltungsdüngung“ hinausgeht, die Klasse „C“ zu erreichen. Umgekehrt ist auf Böden, die überversorgt sind (Klassen „D“ und „E“), eine Reduktion der Düngermenge anzustreben, um hier ebenfalls langfristig auf dem Niveau der Klasse „C“ zu landen. Für Böden, deren Gehalt mit C2 eingestuft wird, ist ebenfalls eine reduzierte Düngung möglich. Die Korrekturfaktoren für die Düngung, die bei einem Abweichen der Gehaltsklassen vom Niveau der Klasse „C“ anzuwenden sind, sind in Tabelle 6 angeführt.

Tabelle 3: Einstufung der Phosphorgehalte (in mg P je 1.000 g Feinboden)

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	Gehaltswert
A	sehr niedrig	< 26
B	niedrig	26-46
C1	ausreichend	47-89
C2		90 – 111
D	hoch	112-174
E	sehr hoch	>174

Tabelle 4: Einstufung der Kaliumgehalte (in mg K je 1.000 g Feinboden) unter Berücksichtigung der Bodenschwere

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	Bodenschwere		
		leicht	mittel	schwer
A	sehr niedrig	< 50	< 66	< 83
B	niedrig	50-87	66-112	83-137
C ₁	ausreichend	88-147	113-176	138-204
C ₂		148 - 178	177 – 212	205 - 245
D	hoch	179-291	213-332	246-374
E	sehr hoch	>291	>332	>374

Tabelle 5: Einstufung der Magnesiumgehalte (in mg Mg je 1.000 g Feinboden) unter Berücksichtigung der Bodenschwere

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	Bodenschwere		
		leicht	mittel	schwer
A	sehr niedrig	-	< 30	< 40
B	niedrig	< 50	30-55	40-75
C	ausreichend	50-75	56-105	76-135
D	hoch	76-150	106-190	136-220
E	sehr hoch	>150	>190	>220

Tabelle 6: Multiplikationsfaktoren für die Korrektur der P-, K- und Mg-Düngung
(ausgehend von der Düngungshöhe, die für die Versorgungsstufe „C“ empfohlen wird)

Gehaltsklasse	Korrekturfaktor
A	1,50
B	1,25
C ₁	1,00
C ₂	0,50
D	0,50
E	0,00

Tabelle 7: Beurteilung der Mikronährelementgehalte (Spurenelementgehalte) in mg Kupfer, Zink, Mangan, Eisen und Bor je 1.000 g Feinboden

Gehaltsklasse	Versorgung	Kupfer	Zink	Mangan	Eisen	Bor	
						Bodenschwere	
						leicht	mittel, schwer
A	niedrig	< 2	< 2	< 20	< 20	< 0,2	< 0,3
C	mittel	um 8	um 8	um 70	um 100	um 0,6	um 0,8
E	hoch	> 20	> 20	> 200	> 300	> 2	> 2,5

Der Humusgehalt (= der Gehalt an organischer Substanz) beeinflusst die Strukturstabilität, das Wasserspeichervermögen und das Mineralisierungspotenzial eines Bodens. Folgende Humusgehalte sind in Abhängigkeit von der Bodenschwere anzustreben:

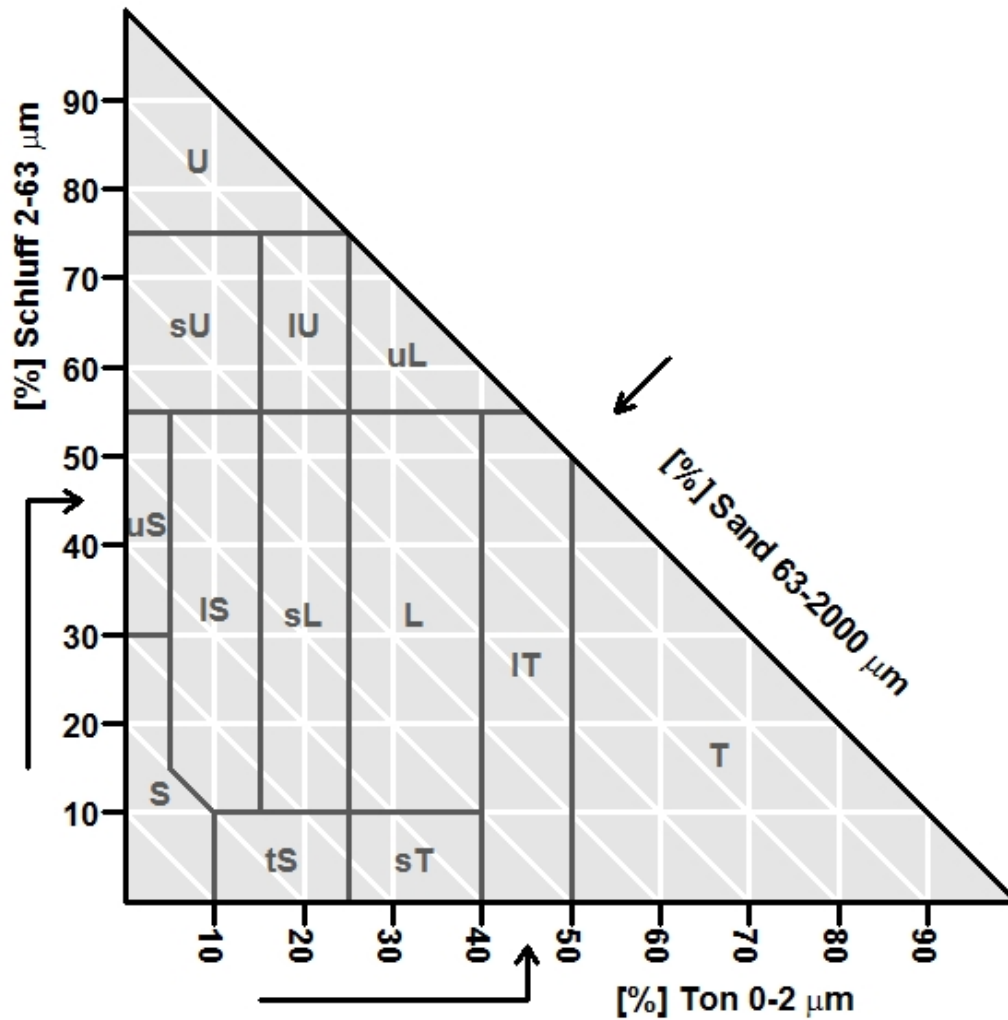
Tabelle 8: Beurteilung der Bodenschwere und anzustrebender Humusgehalt in %
(S=Sand, U= Schluff, T=Ton, L= Lehm)

Bodenschwere	Bodenart	Tongehalt in %	anzustrebender Humusgehalt in %
Leicht	S, uS, IS, sU	< 15	≥ 2,0
Mittel	tS, U, IU, sL	15 – 25	≥ 2,5
Schwer	L, uL, sT, IT, T	> 25	≥ 3,0

Die Bezeichnung der Bodenart kann aus dem nachfolgend abgebildeten Texturdreieck abgeleitet werden (Abbildung 4: Texturdreieck nach ÖBG)

Abbildung 4: Texturdreieck nach ÖBG)

Bodenartendiagramm: Österreichisches Texturdreieck



Für ein ausgeglichenes Nährstoffangebot und eine günstige Bodenstruktur soll der Sorptionskomplex des Bodens folgendermaßen mit den austauschbaren Kationen belegt sein:

- Kalzium (Ca^{++}): 75 -90 %
- Magnesium (Mg^{++}): 5-15 %
- Kalium (K^{+}): 2- 5 %
- Natrium (Na^{+}): < 1 %

3 Nährstoffentzug und Düngung

3.1 Nährstoffentzug

Der Nährstoffentzug durch Ernte hängt vom Ertragsniveau, Baumart, Stammzahl und Umtriebszeit ab. Erntegut mit schwachen Dimensionen hat einen hohen Rindenanteil. In der Rinde sind die Anteile von Nährstoffen höher als im Holz. Deshalb sind bei Umtriebszeiten von 2 oder 3 Jahren oder Ernte von stammzahlreichem Stockausschlag die Nährstoffentzüge wesentlich höher als bei Umtriebszeiten von 8 bis 10 Jahren und stärkeren Dimensionen des Ernteguts. Tabelle 9 zeigt die Nährstoffgehalte von Pappeln und Weiden im Erntegut.

Abbildung 5: Je stärker das Holz umso geringer der Rindenanteil!



Tabelle 9: Nährstoffgehalte von Pappeln (Holz in Rinde – zweijähriger Umtrieb) und Weiden (dreijähriger Umtrieb) in g je kg beziehungsweise kg je t Trockenmasse

Nährstoff	Pappel (zweijähriger Umtrieb)	Weide (dreijähriger Umtrieb)
Stickstoff (N)	2,1-5,5	3,7-5,2
Phosphor (P ₂ O ₅)	1,1-2,7	1,8- 2,1
Kalium (K ₂ O)	3,6-8,0	2,0- 3,0
Kalzium (CaO)	2,9-7,3	6,2-8,5
Magnesium (MgO)	0,7-1,8	0,8-1,3

(Quelle: Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark)

Die folgenden Entzugsberechnungen basieren auf Exaktversuchen der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark im Rahmen des Energieholzprojektes mit der Energie Steiermark.

Bei Pappeln im zweijährigen Umtrieb werden Holzerträge zwischen 6 und 14 Tonnen Trockenmasse („atro Tonnen“) pro Hektar und Jahr erzielt. Die Spanne bei einem mehr als fünfjährigen Pappelumtrieb reicht von 8 bis 20 atro Tonnen je Hektar und Jahr. Mit Weiden werden im dreijährigen Umtrieb Holzerträge zwischen 8 und 23 atro Tonnen pro Hektar und Jahr erzielt.

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 9 gezeigten Nährstoffgehalte und den in diesen Versuchen ermittelten Ertragspotenzialen ergeben sich folgende Nährstoffentzüge durch die Ernte (Tabelle 10).

Tabelle 10: Nährstoffentzüge durch die Holzernte von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb in kg je Hektar und Jahr

Nutzung	Ertrag atro t pro ha und Jahr	Ertragslage	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Pappel 2J	10	mittel	21 - 55	11 - 27	36 - 80	29 - 73	7 - 18
Pappel 2J	14	hoch	29 - 77	16 - 38	51 - 111	41 - 102	9 - 26
Pappel ≥5 J	14	mittel	29 - 77	16 - 38	51 - 111	41 - 102	9 - 26
Pappel ≥5 J	18	hoch	38 - 99	21 - 49	65 - 143	53 - 131	12 - 33
Weide 3J	10	mittel	37 - 52	18 - 21	20 - 30	62 - 85	8 - 13
Weide 3J	14	hoch	52 - 73	26 - 29	29 - 42	86 - 120	12 - 19

Werden Erträge erreicht, die von den in Tabelle 10 unterstellten Erntemengen abweichen, dann kann der zutreffende Nährstoffentzug (in kg je Hektar und Jahr) einfach berechnet werden: Für jeden Nährstoff werden dazu die für die jeweilige Baumart zutreffenden Werte in Tabelle 9 mit dem tatsächlichen Ertrag in atro Tonnen (pro Hektar und Jahr) multipliziert.

Abbildung 6: Ernte mit Harvester, ausgestattet mit speziellem Energieholzernteaufratz



3.2 Düngung

Die Bemessung der Düngung orientiert sich:

- An der Versorgung des Bodens
- Am Nährstoffentzug durch die Ernte
- Bei Neuanlagen (erster Aufwuchs) am Nährstoffbedarf für den Aufbau des Blattapparates
- An einer allfälligen Verfrachtung des Laubes.

3.2.1 Düngung bei Neuanlagen (erster Aufwuchs)

In der Regel wird bei Neuanlagen so viel Stickstoff im Boden mineralisiert, dass die Nachlieferung für die Stickstoffversorgung des ersten Umtriebs ausreicht.

Die Düngung mit Phosphat, Kali und Magnesium soll auf die Ergebnisse der Bodenuntersuchung aufbauen. Bei Neuanlagen wird in den ersten Jahren der Nährstoffbedarf der gesamten Pflanze berücksichtigt. Hier ist – vor allem für den Aufbau junger Bestände – zu bedenken, dass für die Ausbildung des Wurzel- und Blattapparates ausreichend Nährstoffe zur Verfügung stehen müssen. Das heißt, dass in diesen Fällen nicht nur die Nährstoffentzüge durch das Holz, sondern zumindest für die ersten beiden Jahre auch jener der Blätter in der Düngebemessung zu berücksichtigen sind. Auf Basis der Nährstoffentzüge in Tabelle 10 und einem Zuschlag für den Nährstoffbedarf von Wurzeln und Blättern ergeben sich die Düngungsempfehlungen in Tabelle 11. Erfahrungsgemäß ist eine ausreichende Grundversorgung mit Phosphor und Kali im optimalen pH Bereich für eine erfolgreiche Kulturbegründung unabdingbar.

Tabelle 11: Empfehlung für die Phosphat-, Kali- und Magnesiumdüngung zum ersten Aufwuchs von Weiden und Pappeln in kg je Hektar und Jahr, gültig für die Versorgungsstufe „C“

Nutzung	Ertrag t pro ha und Jahr	Ertragslage	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Pappel 2J	10	M	40	120	30
Pappel 2J	14	H	50	145	35
Pappel ≥5 J	14	M	50	145	35
Pappel ≥5 J	18	H	55	165	40
Weide 3J	10	M	30	30	15
Weide 3J	14	H	35	40	20

(Quelle: Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark)

Eine Vorratsdüngung für mehrere Jahre ist mit P-, K- und Mg-hältigen Düngern möglich. Eine Einzelgabe soll jedoch auch auf unterversorgten Böden nicht mehr als 300 kg P₂O₅/ha und nicht mehr als 600 kg K₂O/ha umfassen.

Abbildung 7: Bei Nährstoffentzug ist auch der Bedarf der Blätter zu berücksichtigen - Blattmengenbestimmung mit ausgelegter Folie



3.2.2 Düngung ab dem zweiten Umtrieb

Ab zweiten Umtrieb ist eine Düngung, die sich am Entzug durch die Ernte orientiert (Tabelle 10) möglich. Dabei sind die Korrekturfaktoren gemäß Tabelle 6 für unter- oder überversorgte Böden zu berücksichtigen.

Sobald die Bestände hinreichend entwickelt sind, werden die Nährstoffe der Blätter im Kreislauf geführt und müssen daher nicht ergänzt werden. In Einzelfällen kann es aber in windexponierten Lagen auch zu einer Verfrachtung eines Teils des Laubes außerhalb der Bestände kommen, was in der Düngerbemessung Berücksichtigung finden kann.

4 Düngemittel

4.1 Stickstoff

Grundsätzlich sind alle Stickstoffformen für die Düngung von Kurzumtriebskulturen geeignet. Die Löslichkeit muss jedoch auf die Düngestrategie abgestimmt sein. Stickstoffformen, die innerhalb einer Vegetationsperiode aufgenommen werden (Amidstickstoff, Ammoniumstickstoff, Nitratstickstoff), können auf Böden mit schlechter N-Nachlieferung ab dem zweiten Umtrieb eingesetzt werden. Die damit verabreichte Menge soll jedoch einen Jahresbedarf nicht überschreiten.

Sind jährliche Düngergaben aus arbeitswirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht möglich, können langsam wirkende Stickstoffformen mit organischer Bindung verwendet werden (gut verrotteter Mist oder Kompost, N-hältige organische Handelsdünger), die - ausreichend Niederschlag vorausgesetzt – durch eine Gründüngung mit Leguminosen unterstützt werden können. Dabei ist zu beachten, dass eine Vorratsdüngung mit derartigen Stickstoffformen im Ausbringungsjahr zu einer Überschreitung der gesamtbetrieblich geltenden Grenze von 210 kg feldfallendem Stickstoff je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche führen kann, wozu eine wasserrechtliche Bewilligung erforderlich ist.

4.2 Phosphor

Es ist vor allem bei der Neuanlage von Kurzumtriebskulturen darauf zu achten, dass ausreichend Phosphor zur Verfügung steht. Grundsätzlich ist zu beachten, dass in organischen Düngern oder Düngerersatzstoffen immer auch Phosphor enthalten und bei der Berechnung eines mineralischen Phosphorbedarfs zu berücksichtigen ist. Auf Böden mit pH-Werten unter 6,0 und einer ausreichenden P-Versorgung kann man durchaus auf die kostengünstigeren Rohphosphate zurückgreifen. Für Flächen in der Versorgungsstufe A oder B oder auf Böden mit pH-Werten über 6,0 empfiehlt es sich, den Bedarf für das erste Jahr in Form eines wasserlöslichen Phosphats zu verabreichen. Für eine allfällige Vorratsdüngung für mehrere Jahre soll aber immer auf Rohphosphate zurückgegriffen werden.

4.3 Kalium

Auch hier ist der über organische Dünger und Düngerersatzstoffe eingebrachte Anteil zu berücksichtigen, bevor mineralische Kalidünger zur Anwendung kommen.

Gehölze reagieren im Allgemeinen sehr empfindlich auf Chlorid, da es den Stofftransport in den Leitungsbahnen behindert. Bei der Verwendung mineralischer Kalidünger ist also unbedingt darauf zu achten, dass sie weitestgehend chloridfrei sind.

4.4 Magnesium und Kalzium

Da der Magnesiumbedarf eher gering ist (siehe Tabelle 10), die Böden in Österreich vielfach eine ausreichende Magnesiumversorgung aufweisen und zudem beim Einsatz organischer Dünger oder Düngerersatzstoffe auch Magnesium auf die Flächen gebracht wird, wird der Einsatz mineralischer Magnesiumdünger nur selten erforderlich sein.

Falls tatsächlich ein Magnesiumdünger gebraucht wird, ist auch hier darauf zu achten, dass möglichst kein Chlorid enthalten ist. Als Düngemittel bieten sich damit Kieserit, Bittersalz, Magnesium haltige Kalke oder chloridfreie Mehrnährstoffdünger an.

Ist der Ausgangs-pH-Wert zu niedrig (siehe Kapitel 2.1), so soll eine Verbesserungskalkung auf einen Ziel-pH von zumindest pH 5,5 bis pH 6,0 vorgenommen werden. Die erforderliche Verbesserungskalkung in Tonnen CaO je Hektar kann dazu aus dem Untersuchungsbericht entnommen werden. Die Erhaltungskalkung soll einerseits den Kalziumentzug durch die Ernte (siehe Tabelle 10), andererseits aber auch die Ca-Verluste durch die natürliche Versauerung abdecken. In den „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“¹ empfiehlt der Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz zum Ausgleich der natürlichen Versauerung eine Erhaltungskalkung von 0,5 (für leichte Böden) bis 2 (für schwere Böden) Tonnen CaO je Hektar für einen Zeitraum von vier bis sechs Jahren. Die Empfehlung für die Erhaltungskalkung ist also je nach Bodenschwere zwischen 100 und 400 kg CaO je Hektar und Jahr über dem Kalkentzug gemäß Tabelle 10 anzusetzen. Um einen „Kalkschock“ zu vermeiden, soll jedoch mit einer Einzelgabe ein CaO-Äquivalent von 1,5 Tonnen je Hektar auf

¹ BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2006: Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 7. Auflage, Wien 2017.

leichten Böden und von 2,0 Tonnen je Hektar auf mittelschweren und schweren Böden nicht überschritten werden.

Als Kalkform können für eine Erhaltungskalkung kohlensaure Kalke verwendet werden, für eine Verbesserungskalkung sind auch oxydische Formen (Brantkalk) geeignet.

4.5 Mineralische Mehrnährstoffdünger

Mineralische Mehrnährstoffdünger sind Mischungen aus den oben genannten Einzelnährstoffdüngern. Ihr Vorteil gegenüber den Einzelnährstoffdüngern liegt in der einfacheren und kostengünstigeren Ausbringung. Allerdings muss das Nährstoffverhältnis in einem solchen Dünger dem Nährstoffbedarfs-Verhältnis der zu düngenden Pflanzen möglichst gut entsprechen, da man sonst Gefahr läuft, einerseits den Kostenvorteil wieder einzubüßen und andererseits die Pflanzen nicht ausgewogen mit Nährstoffen zu versorgen.

Unter der Voraussetzung einer Nährstoffversorgung der Böden im Bereich der Gehaltsklasse „C“ wäre es daher günstig, wenn man

- für den ersten Aufwuchs auf PK-Dünger mit einem $P_2O_5 : K_2O$ –Verhältnis von 1:1 für Weiden und von 1:3 für Pappeln
- und in den Folgejahren auf NPK-Dünger mit einem $N : P_2O_5 : K_2O$ – Verhältnis von 2:1:3 für Pappeln und von 2:1:1 für Weiden

zurückzugreifen könnte. Da in den Böden häufig unterschiedlichste Mangel- oder/und Überschusssituationen auftreten, können die tatsächlichen Nährstoff-Bedarfsverhältnisse von dieser „Optimalsituation“ erheblich abweichen (siehe Zu- und Abschläge bei Unter- und Überversorgung gemäß Tabelle 6). Darauf ist natürlich bei der Düngerauswahl ebenfalls Bedacht zu nehmen.

Selbstverständlich ist auch hier – wie schon in Kapitel 4.3 erwähnt – auf weitgehende Chloridfreiheit der Dünger zu achten.

4.6 Wirtschaftsdünger

Auf landwirtschaftlichen Flächen ist es grundsätzlich möglich, Wirtschaftsdünger für die Nährstoffversorgung in Kurzumtriebskulturen einzusetzen, wobei eine Nährstoffuntersuchung oder eine plausible Nährstoff-Konzentrationsberechnung gemäß den

Richtlinien für die sachgerechte Düngung als Grundlage für die Mengenberechnung dienen soll.

Bei flüssigen Wirtschaftsdüngern (Gülle, Jauche) ist zu beachten, dass darin ein wesentlicher Teil des Stickstoffs in leicht löslicher Form vorliegt. Für die Vorratsdüngung sind sie damit nicht geeignet. Wenn es darum geht, im Bestand einen zwei- bis dreijährigen Vorrat mit langsam wirkendem Stickstoff, Phosphat und Kali anzulegen, dann wird es am besten sein, gut verrotteten Mist oder Stallmistkompost zu verwenden.

4.7 Alternative Nährstoffquellen

Alternative Nährstoffquellen sind Stoffe mit nennenswerten Anteilen an Pflanzennährstoffen, deren Inverkehrbringung nicht durch das Düngemittelrecht, sondern durch das Abfallrecht geregelt ist. Es handelt sich dabei entweder um Abfälle (z.B. Pflanzenaschen, Klärschlamm) oder um Stoffe, deren Inverkehrbringung durch eine Abfallende-Verordnung geregelt ist (z.B. Kompost, Klärschlammkompost).

Im Gegensatz zu Düngemitteln, deren Schadstoffgehalte durch das Düngemittelrecht sehr streng reglementiert sind, können alternative Nährstoffquellen etwas höhere Schadstoffgehalte aufweisen. Aus diesem Grund ist bei der Berechnung der Ausbringungsmenge neben der üblichen Nährstoff-Bedarfsberechnung auch die mögliche Schadstofffracht zu berücksichtigen. Details zu den Schadstoff-Grenzwerten und –Maximalfrachten sind im Bodenschutzrecht der einzelnen Bundesländer, in der Kompostverordnung² oder in den Richtlinien des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz enthalten.

4.7.1 Pflanzenaschen

Bei der Verbrennung des Ernteguts von Kurzumtriebskulturen bleiben die mineralischen Bestandteile des Brennmaterials mit Ausnahme von Stickstoff als Asche übrig. Es ist aus folgenden Gründen überlegenswert, diese Aschen wieder auf die Kurzumtriebsflächen zurückzuführen:

² BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2010: Richtlinie für die Anwendung von Kompost aus biogenen Abfällen in der Landwirtschaft, 2. Auflage, Wien 2010.

- Die Mengenverhältnisse der Nährstoffe zueinander sind in der Asche jenen des Brennmaterials ähnlich. Wenn also Asche zurückgeführt wird, kann damit der Bedarf an mehreren Nährstoffen (mit Ausnahme von Stickstoff) abgedeckt werden.
- Durch die Schließung des Nährstoffkreislaufs können wertvolle Rohstoffressourcen geschont und Düngerkosten eingespart werden.
- Kurzumtriebsflächen sind für eine Ausbringung nach jeder Ernte sowohl aus technischer Sicht als auch hinsichtlich der Nährstoffversorgung bestens geeignet.

Pflanzenaschen zählen allerdings nicht zu den Düngemitteln, sondern sie fallen rechtlich in den Zuständigkeitsbereich des Abfallrechts. Die damit verbundenen Pflichten der Heizwerke (als Abfallerzeuger) und der Landwirte (als Abfallsammler und –behandler) sowie Empfehlungen zur Aufbereitung und Anwendung sind in der „Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Pflanzenaschen zur Verwertung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen“ des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz detailliert beschrieben³.

Die Düngung mit Pflanzenaschen zu Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb ist in der „Aschenrichtlinie“ aus den oben genannten Gründen gegenüber anderen Ackerkulturen etwas vereinfacht geregelt:

Es entfällt nämlich auch bei der Verwendung von Aschen der Qualitätsklasse B die Verpflichtung zur Bodenuntersuchung, solange die Aschen-Aufwandmenge die durch die Pflanzenernte entzogene Aschenmenge ($= \text{Aschegehalt des Erntegutes [kg Asche / t Erntegut]} \times \text{geernteter Trockensubstanz [t]}$) nicht übersteigt. Hackgut mit Rinde kann einen Aschegehalt zwischen 1,0 und 2,5% haben. Bei einer Erntemenge von beispielsweise 14 t Trockensubstanz je Hektar und Jahr würde dies einer Aschenmenge von 140 bis 350 kg Asche je Hektar und Jahr entsprechen. Nach einer fünfjährigen Aufwuchsdauer wäre damit die Rückführung von 700 bis 1.750 kg Asche (je nach Aschegehalt des Ernteguts) gerechtfertigt, ohne dass – selbst bei weniger hochklassigen Aschenqualitäten - weitergehende Bodenuntersuchungen auf Schwermetalle durchgeführt werden müssten. Die Durchführung einer Bodenuntersuchung auf die in Kapitel empfohlenen Parameter ist im Sinn einer sachgerechten Düngung aber auch bei der Verwendung von Pflanzenaschen anzuraten.

³ BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2011: Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Pflanzenaschen zur Verwertung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen. 1. Auflage, Wien 2011.

4.7.2 Kompost, Klärschlammkompost

Kompost und Klärschlammkompost können, wenn sie den Vorgaben der Kompostverordnung⁴ entsprechend hergestellt und gekennzeichnet werden, vom Anwender ohne weitere abfallrechtliche Auflagen aufgebracht werden. Dennoch ist auch hier Vorsicht hinsichtlich der Nähr- und Schadstofffrachten angebracht, so dass für diese Stoffe ebenfalls eine Mengenermittlung nach dem Schema „Ausbringungsmenge = Bedarf / Gehalt“ in Anlehnung an die Richtlinie für die sachgerechte Anwendung von Kompost des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz durchzuführen ist. Neben den abfallrechtlichen Bestimmungen sind in einigen Bundesländern die gesonderten Bestimmungen hinsichtlich der Klärschlammausbringung auf landwirtschaftliche Nutzflächen zu beachten, die von einer kontrollierten Ausbringung bis zu Verboten reichen können. Ist eine Anwendung zulässig, sind vor der Ausbringung Gutachten gemäß der geltenden Rechtsordnung einzuholen.

4.8 Allgemeine Grundsätze zur Düngerausbringung

Ein Grundsatz der Düngung ist allgemein, dass sie nicht nur hinsichtlich der Menge, sondern auch hinsichtlich der Ausbringungszeit am Bedarf der Kultur auszurichten ist. Dieser Grundsatz ist umso strenger zu beachten, je leichter löslich ein Dünger ist. Insbesondere für Stickstoffdünger sind daher nach dem Aktionsprogramm Nitrat Verbotszeiträume sowie Regelungen für die Ausbringung in Hanglagen, in Gewässernähe und bei besonderen Bodenverhältnissen zwingend einzuhalten⁵.

Zur Vermeidung von Schäden an der Bodenstruktur und von Verunreinigungen der Oberflächengewässer wird jedoch empfohlen, die Bestimmungen der Paragraphen 4 und 5 des Aktionsprogramms Nitrat (Vermeidung der Düngung auf wassergesättigte, überschwemmte, schneebedeckte und durchgefrorene Böden sowie Einhaltung von Mindestabständen zu Gewässern) auch für die Ausbringung nicht Stickstoff haltiger Dünger zu beachten.

⁴ BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, 2001: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung). BGBl. II Nr. 292/2001.

⁵ BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, 2012: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm 2012 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (Aktionsprogramm Nitrat 2012). CELEX Nr. 391L0676.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Obligatorische Untersuchungsparameter	11
Tabelle 2:	Optionale Untersuchungsparameter	11
Tabelle 3:	Einstufung der Phosphorgehalte (in mg P je 1.000 g Feinboden)	12
Tabelle 4:	Einstufung der Kaliumgehalte (in mg K je 1.000 g Feinboden) unter Berücksichtigung der Bodenschwere	13
Tabelle 5:	Einstufung der Magnesiumgehalte (in mg Mg je 1.000 g Feinboden) unter Berücksichtigung der Bodenschwere	13
Tabelle 6:	Multiplikationsfaktoren für die Korrektur der P-, K- und Mg-Düngung (ausgehend von der Düngungshöhe, die für die Versorgungsstufe „C“ empfohlen wird)	14
Tabelle 7:	Beurteilung der Mikronährelementgehalte (Spurenelementgehalte) in mg Kupfer, Zink, Mangan, Eisen und Bor je 1.000 g Feinboden	14
Tabelle 8:	Beurteilung der Bodenschwere und anzustrebender Humusgehalt in % (S=Sand, U= Schluff, T=Ton, L= Lehm)	15
Tabelle 9:	Nährstoffgehalte von Pappeln (Holz in Rinde – zweijähriger Umtrieb) und Weiden (dreijähriger Umtrieb) in g je kg beziehungsweise kg je t Trockenmasse	18
Tabelle 10:	Nährstoffentzüge durch die Holzernte von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb in kg je Hektar und Jahr	19
Tabelle 11:	Empfehlung für die Phosphat-, Kali- und Magnesiumdüngung zum ersten Aufwuchs von Weiden und Pappeln in kg je Hektar und Jahr, gültig für die Versorgungsstufe „C“	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Pappel im 3. Wuchsjahr bei mehrjährigem Umtrieb	6
Abbildung 2: Nachpflanzung von Pappeln nach Forstschäden in gefährdeter Lage	8
Abbildung 3: Probenahme	10
Abbildung 4: Texturdreieck nach ÖBG)	16
Abbildung 5: Je stärker das Holz umso geringer der Rindenanteil!	17
Abbildung 6: Ernte mit Harvester, ausgestattet mit speziellem Energieholzernteaufsatz	20
Abbildung 7: Bei Nährstoffentzug ist auch der Bedarf der Blätter zu berücksichtigen - Blattmengenbestimmung mit ausgelegter Folie	22

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

bmnt.gv.at