

Merkblatt

Bodenschutzkalkungen

in Niedersachsen
in Sachsen-Anhalt

Beschlossen vom Steuerungsausschuss der
Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt am 03.11.2010

Merkblatt	1
Bodenschutzkalkungen	1
in Niedersachsen	1
in Sachsen-Anhalt	1
1 Einleitung	3
2 Auswahl der zu kalkenden Flächen	6
3 Ausweisung von Referenzflächen	16
4 Material und Dosierung	17
4.1 Kalke	17
4.1.1 Dosierung	18
4.2 Phosphate	18
4.2.1 Dosierung	19
5 Ausbringung	20
5.1 Zeitpunkt	20
5.2 Ausbringungsverfahren	20
6 Ausschreibung	23
7 Kontrolle	23
7.1 Materialkontrolle	24
7.1.1 Probenahme	25
7.1.1.1 Entnahme von Einzelproben	26
7.1.1.2 Bildung einer Sammelprobe	26
7.1.1.3 Bildung der Endprobe	26
7.1.2 Probenahmeprotokoll	26
7.1.3 Versand und Analytik der Endproben, Rückstellproben	27
7.2 Ausbringungskontrolle	27
7.2.1 Kontrolle der Gleichmäßigkeit der Ausbringung	27
7.2.1.1 Aufstellung der Auffangbehälter auf den Kontrollflächen	30
7.2.2 Kontrolle der Vollflächigkeit der Ausbringung	31
8 Dokumentation der Kalkungsmaßnahmen	31
9 Anlagen	31

1 Einleitung

Im Ökosystem Wald kommt dem Boden eine Schlüsselrolle zu. Er ist Standort für die Bäume und die Begleitvegetation, und er ist Reaktionsort für die Stoffaufnahme der Wurzeln und für die Mineralisation durch Bodenfauna und – flora. Als Nährstoff- und Wasserspeicher dient er der Regulation der Stoffflüsse, die in den Boden gelangen und aus dem Boden herausgehen.

Die Wälder stocken meistens auf Standorten, die sich weniger gut für die landwirtschaftliche Nutzung eignen. Sie sind häufig nährstoffärmer und haben, im Gegensatz zu landwirtschaftlich genutzten Böden, keine Kompensation der Nährstoffverluste durch Ernteentzug und Sickerwasser erfahren. Als Folge von voreiszeitlichen Verwitterungsprozessen und von Übernutzung in vorindustrieller Zeit sind die Waldböden häufig versauert. Dies trifft vor allem für die Oberböden zu. Durch die hohe luftbürtige Säurebelastung in der jüngsten industriellen Vergangenheit und in der Gegenwart ist die Versauerung in die Unterböden vorgedrungen (siehe Abb. 1).

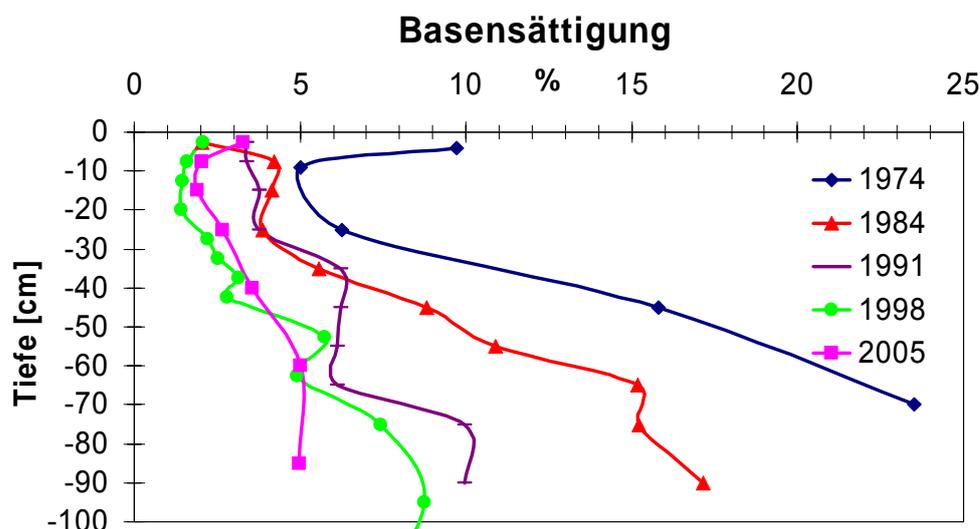


Abb. 1: Durch den luftbürtigen Eintrag an Säurebildnern, insbesondere Schwefeldioxid, ist es von 1974 bis 1998/2005 zu einer verstärkten Versauerung der Unterböden gekommen (Beispiel einer podsolierten Braunerde im Harz)

Infolge der Versauerung sind die Filter- und Regulationsfunktionen des Bodens stark gestört und die Stabilität der Waldökosysteme beeinträchtigt. Insbesondere durch die hohen luftbürtigen Schwefel- und Stickstoffeinträge sind die Böden tiefgründig versauert und an Calcium und Magnesium verarmt. Dem entsprechend ist die Magnesium- und Calciumversorgung der Waldbestände schlecht. Infolge der Verflachung der Wurzelsysteme ist der durchwurzelte Bodenraum verkleinert, was eine geringere Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit zur Folge hat. Letzteres hat unter den Bedingungen des Klimawandels eine besondere Bedeutung für die Stabilität der Wälder. Die bodenwühlende Fauna wird beeinträchtigt, was die Bildung von Humusaufgaben und damit die Versauerung des Mineralbodens begünstigt. Der Boden verliert seine Filterfunktion, d. h. dass mit dem Sickerwasser Säuren, Schwermetalle und Nitrat abgegeben werden können, die der Boden nicht mehr zurückhalten kann. Damit ist ein Verlust an den Nährstoffen Magnesium, Calcium und Kalium verbunden.

Die Belastung der Böden durch den Schwefeleintrag ist aufgrund der Luftreinhaltemaßnahmen deutlich zurückgegangen; allerdings sind in den Böden zum Teil noch erhebliche Schwefelmengen gespeichert, die weiter säurewirksam sind und erst allmählich mit dem Sickerwasser ausgewaschen werden. Der luftbürtige Eintrag von säurewirksamem Stickstoff ist weiterhin hoch.

Die an die Verwitterungsraten geknüpfte Säurepufferung reicht meistens nicht aus, um die Böden in absehbarer Zeit, d.h. innerhalb von 100 - 200 Jahren zu entsäuern und um einen stabilen Ökosystemzustand zu erreichen. Dies gilt auch unter den Bedingungen des heute geringeren luftbürtigen Säureeintrages, der auf Standorten mit silikatischem Ausgangssubstrat weiterhin oberhalb der kritischen Belastungsgrenzen (critical loads) liegt. Deshalb ist es erforderlich, den Erholungsprozess der Böden durch die Ausbringung mild wirkender Kalke zu unterstützen, damit eine tiefgründige Entsauerung und ein stabiler Zustand

vorzeitig erreicht werden. Ziel dieser kompensatorischen Bodenschutzkalkung ist es, die im Folgenden genannte Wirkungskette zu unterstützen:

Risiken aus bereits abgelaufener und aktueller Bodenversauerung zu verringern,

Erhöhung der Speicherfähigkeit der Böden für Nähr- und Schadstoffe,

Stabilisierung des Ernährungszustandes,

Verbesserung der Vitalität der Bestände (Belaubungs- und Vergilbungsgrad),

Förderung der Durchwurzelung des Mineralbodens,

Förderung der Bodenvegetation,

Förderung der bodenwühlenden Fauna und der Entwicklung hin zu

Mineralboden-Humusformen.

Zur Wirkung der Kalkung auf die zuvor genannten Prozesse liegen zahlreiche Untersuchungen vor, die die Stabilisierung der Waldökosysteme durch die Anwendung von Kalk belegen.

Der verringerte luftbürtige Säureeintrag, die bereits durchgeführten Kalkungen, die verbesserte Datenlage in der forstlichen Standortkartierung, die chemische Bodeninformation aus dem forstlichen Umweltmonitoring und aus Kalkungsversuchen sowie Fortschritte in der EDV-technischen Unterstützung großflächiger Maßnahmen machen es notwendig, die Regelungen zur Kalkung in dem vorliegenden Merkblatt neu zu fassen, damit die Kalkungsmaßnahmen auch in Zukunft standortsangepasst und kostenoptimal durchgeführt werden.

In Niedersachsen wurden seit Anfang der 1980-er Jahre auf den sauren kalkungsbedürftigen Standorten Kalkungsmaßnahmen durchgeführt. Sie waren mit dem niedersächsischen Runderlass vom 25.03.1996 (403/402 F 64 122 – 65 VORIS 79 100 00 00 60 0 46) bzw. dem Fördererlass vom 02.05.1996 geregelt.

In Sachsen-Anhalt wurden bisher Bodenschutzkalkungen in den Jahren 1988 bis 1992 in Teilgebieten des Harzes durchgeführt.

Im vorliegenden Merkblatt stehen Aspekte einer standörtlich differenzierten Durchführung der Kalkung im Vordergrund, die sowohl der veränderten Belastungssituation als auch der Entlastung der Böden durch bereits erfolgte Kalkungen Rechnung tragen. Ferner werden Hinweise zur Abwicklung der Kalkungsmaßnahmen von der Ausschreibung bis hin zur abschließenden Dokumentation gegeben, die einen geregelten und störungsfreien Ablauf der Kalkungsmaßnahmen ermöglichen sollen.

Risiken von Kalkungsmaßnahmen

Den ökologische Risiken der Kalkung, insbesondere Störung des Brutgeschäftes der Vögel oder Schädigung von Insekten wird dadurch begegnet, dass staubarme Kalke eingesetzt werden, dass der Zeitraum, in dem gekalkt wird, außerhalb der sensiblen Phasen liegt und dass waldbauliche Maßnahmen und Kalkungsmaßnahmen aufeinander abgestimmt werden. Risikostandorte sind von der Kalkung ausgenommen.

2 Auswahl der zu kalkenden Flächen

Die Kalkung ist generell auf den Standorten erforderlich, deren Böden im Hauptwurzelraum stark versauert sind, d.h. eine Basensättigung $< 15\%$ im unteren Hauptwurzelraum (30 – 60 cm) aufweisen und bei denen kein Ausschlussgrund für eine Kalkung vorliegt. Wiederholungskalkungen werden entsprechend ihrer Dringlichkeit (siehe unten) durchgeführt.

Niedersachsen:

Die Einschätzung der Kalkungsbedürftigkeit der Standorte erfolgt auf der Basis des Standortstyps, der durch die Wasserhaushaltszahl, Nährstoffzahl sowie Substrat- und Lagerungszahl in der Standortskarte gekennzeichnet ist.

Unter Berücksichtigung der Nährstoffzahl sind in der Regel alle Böden mit der Nährstoffzahl 2 bis 4 kalkungsbedürftig. Über Ausnahmen entscheidet die

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt im Rahmen der Prüfung der Kalkungsbedürftigkeit.

Liegen keine Ergebnisse aus der Standortkartierung vor, oder sind diese deutlich veraltet, so können in Zweifelsfällen der pH-Wert und die Humusform (typischer Moder und schlechter) als Entscheidungskriterium über die Kalkungsbedürftigkeit herangezogen werden. Eine Kalkungsbedürftigkeit liegt vor, wenn im Unterboden (30 – 60 cm Tiefe) der $pH_{KCl} < 4,5$ ist.

Von der Bodenschutzkalkung werden ausgeschlossen:

Ausschlusskriterium Wasserhaushaltszahl

Von der Kalkung auszunehmen sind Standorte mit Biotopcharakter, die zumeist stark vom Wasser beeinflusst sind.

Im Bergland sind dies

- Tal-, Mulden- u. Hangfußstandorte mit der Wasserhaushaltszahl 5
- Quellstandorte, Wasserhaushaltszahl 6
- Staunasse Standorte, Wasserhaushaltszahl 15
- Moorstandorte, Wasserhaushaltszahl 16

im Tiefland

- Moore, Wasserhaushaltszahl 31
- Standorte mit hoch anstehendem Grundwasser, Wasserhaushaltszahl 32
- staunasse Standorte mit der Wasserhaushaltsziffer 36
- sommertrockene Standorte (z.B. Dünen), Wasserhaushaltsziffer 44

Ausschlusskriterium Nährstoffzahl

Standorte mit den Nährstoffzahlen 4+ bis 6 sind von der Kalkung auszunehmen. Eine Ausnahme bilden die 4+ Standorte, auf denen Edellaubhölzer stocken oder wo deren Anbau geplant ist; bei diesen ist über die Kalkung im Einzelfall zu entscheiden.

Standorte mit der Nährstoffzahl 1 sind aus Gründen der Erhaltung dieser seltenen und sehr nährstoffarmen Standorte von der Kalkung auszunehmen.

Ausschlusskriterium Substrat- und Lagerungszahl

Von der Kalkung auszunehmen sind Standorte mit Kalkstein bzw. Geschiebemergel,

im Bergland mit den Substrat-Lagerungszahlen 4.1 bis 4.6,

im Tiefland mit den Substrat-Lagerungszahlen 8.5 und 8.6 .

Ausschlusskriterium Variante(n):

Alle Standortstypen mit den Varianten:

Q - Quellmoorstandorte

m - anmooriger Oberboden

M - mit Moorauflage bis zu 30 cm Mächtigkeit

E2 - mineralbodenüberdecktes Moor

Alle Biotope nach § 30 BNatSchG bzw. § 24 NAGBatSchG sind von der Kalkung auszunehmen. Dies sind unter anderem

- natürliche oder naturnahe Bereiche fließender oder stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer, naturnahe Verlandungsbereiche
- regelmäßig überschwemmte Bereiche
- Moore, Sümpfe, Röhrichte, Quellbereiche
- Wälder und Gebüsche trockenwarmer Standorte
- Bruch-, Sumpf- und Auewälder
- Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder

Bei der Kalkung der im folgenden genannten Schutzgebiete ist die jeweilige Schutzgebietsverordnung zu beachten, ggf. ist das Gebiet aufgrund des Schutzzweckes von der Kalkung auszunehmen: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, flächenhafte Naturdenkmale, geschützte Landschaftsbestandteile, Naturparke und Natura 2000-Gebiete.

Naturwälder dürfen nur nach Zustimmung der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt gekalkt werden (RdErl. des ML vom 16.3.2004 — 403–64011–

161 — Naturwaldbetreuung im Rahmen des Waldschutzgebietskonzepts des Programms zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung in den Landesforsten (LÖWE)). Ein Randstreifen von 150 m Breite ist von der Kalkung auszunehmen.

Versuchsflächen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt sind nur nach deren vorheriger Zustimmung zu kalken.

Für den Nationalpark Harz (Niedersachsen) regelt der Nationalparkplan die Kalkung.

Erstaufforstungen auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Böden weisen meist hohe pH-Werte und hohe Nährstoffvorräte auf. Hier ist eine Bodenschutzkalkung nur vorzusehen, wenn Bodenanalysen die Notwendigkeit bestätigen. Ferner sollte auf unbestockten oder nur gering überschirmten Flächen eine Kalkung unterbleiben.

Bei der Kalkausbringung ist zu allen Ausschlussflächen ein so großer Abstand einzuhalten, dass der zu schützende Standort bzw. Bestand auf keinen Fall beeinträchtigt wird (bei der Hubschrauberkalkung je nach Schutzstatus ca. 50 – 150 m). Hierzu gehören aufgrund möglicher Gefährdungen ebenso öffentliche Verkehrswege wie Straßen und Bahnanlagen, aber auch angrenzende Siedlungen, landwirtschaftliche Betriebe sowie Industrie-, Gewerbe- und Freizeitanlagen sowie Gewässer und geschützte Teile der Landschaft. Wegen der bei unterschiedlicher Ausbringetechnik verschiedenen möglichen Beeinträchtigungen, sind die einzuhaltenden Sicherheitsabstände unterschiedlich. Eine Übersicht, die für die EDV-gestützte digitale Planung von Kalkungsmaßnahmen benutzt wird, findet sich im Anhang des Merkblattes.

Für Kalkungen im Landesbetrieb sollten die Planungen der Maßnahmen auf der Basis digitaler Geoinformationen erfolgen. Dieses Vorgehen gewährleistet größt

mögliche Transparenz und ermöglicht die Dokumentation in einem zentralen Kalkungsregister.

Dringlichkeit der Kalkung

Die Dringlichkeit der Kalkung ergibt sich im Wesentlichen aus der Säurebelastung, der die Böden ausgesetzt sind, aus dem Versauerungszustand der Böden, sowie aus der Entsauerung durch bereits erfolgte Kalkungen. In den vergangenen 25 Jahren waren wegen des hohen Versauerungsgrades der kalkungsbedürftigen Böden und der enorm hohen Säurebelastung Kalkungsmaßnahmen relativ pauschal planbar. Infolge der mittlerweile geringeren Säurebelastung und der durch bereits erfolgte Kalkungen erzielten Entsauerung der Böden muss die Kalkung heute differenzierter durchgeführt werden. Dazu gibt es in der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt ein Kalkungsmodell, das in den letzten Jahren erprobt wurde. Dieses Bilanzmodell berücksichtigt die wichtigsten Größen der Säure-Base-Bilanz, die für die Kalkungsmaßnahmen von Bedeutung sind. Diese Bilanz umfasst die Säurebelastung durch die luftbürtige Deposition, die Säurelast im Boden infolge sauren Regens in der Vergangenheit, den Kalkverbrauch durch Speicherung basischer Kationen im Auflagehumus, Nährstoffentzug durch Holzernte, den Sickerwasserverlust basischer Kationen nach Kalkung sowie die Säurepufferung durch Verwitterung und durch bereits erfolgte Kalkungen (siehe Anlage 11). Die Entsauerung infolge durchgeführter Kalkungen ist eine der wichtigsten Größen in der Bilanz; dies unterstreicht die Wichtigkeit der Dokumentation von Kalkungsmaßnahmen.

Liegen keine geeigneten Daten für die Berechnung mit dem Kalkungsmodell vor, wird aufgrund einer Schätzung, die auf Messungen des forstlichen Umweltmonitorings beruht, wie folgt entschieden:

Bei begrenztem Finanzvolumen, beispielsweise im Bereich der Förderung auf Basis der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ oder niedersächsischer Landesmittel richten sich die Prioritäten nach den im Folgenden genannten Dringlichkeitsstufen:

Tabelle 1: Dringlichkeitsstufen der Kalkung in Niedersachsen

Priorität	1. Stufe	2. Stufe
1	Bergland	
	westliches Tiefland	
	östliches Tiefland	
2. einmal gekalkt	Bergland	Jahr der letzten Kalkung; ggf. Verhältnis zwischen zu kalkendem Nadelholz und Laubholz
	westliches Tiefland	
	östliches Tiefland	
3. zweimal gekalkt	Bergland	Jahr der letzten Kalkung; ggf. Verhältnis zwischen zu kalkendem Nadelholz und Laubholz
	westliches Tiefland	
	östliches Tiefland ¹⁾	

Anmerkung: ¹⁾ Unabhängig von dem zur Verfügung stehenden Finanzvolumen bei der Förderung kann im östlichen Tiefland eine dritte Kalkung frühestens 15 Jahre nach der zweiten Kalkung erfolgen.

Prioritäten

- 1. Priorität nicht gekalkte Bestände
- 2. Priorität einmal gekalkte Bestände
- 3. Priorität zweimal gekalkte Bestände

Stufe 1

Liegt das Antragsvolumen innerhalb einer Priorität über dem verfügbaren Mittelvolumen, erfolgt eine regionale Abstufung.

- 1. Bergland
- 2. Westliches Tiefland
- 3. Östliches Tiefland

Stufe 2

Übersteigt das Antragsvolumen innerhalb einer Region (1. Stufe) das verfügbare Mittelvolumen, ist in der ersten Priorität das Verhältnis zwischen zu kalkenden Nadelholz- und Laubholzbeständen ausschlaggebend, wobei Nadelholzbestände vorrangig zu kalken sind.

In der zweiten und dritten Priorität ist das Jahr der letzten Kalkung maßgeblich. Bestände, bei denen die letzte Kalkung am längsten zurück liegt, sind an erster Stelle zu berücksichtigen. Gegebenenfalls ist das Verhältnis zwischen zu kalkendem Nadelholz und Laubholz heranzuziehen.

Regionen:

Bergland

Alle Standorte in den genannten Landkreisen, die südlich des Mittellandkanals liegen:

Osnabrück, Schaumburg, Hameln-Pyrmont, Hannover, Hildesheim, Holzminden, Northeim, Göttingen, Osterode, Goslar, Peine, Braunschweig, Salzgitter, Wolfsburg, Helmstedt.

Westliches Tiefland

Alle Standorte in den genannten Landkreisen, die nördlich des Mittellandkanals liegen:

Cuxhaven, Wesermarsch, Wilhelmshaven, Friesland, Wittmund, Aurich, Emden, Leer, Ammerland, Oldenburg, Cloppenburg, Emsland, Grafschaft Bentheim, Osnabrück, Vechta.

Östliches Tiefland

Alle Standorte in diesen Landkreisen, die nördlich des Mittellandkanals liegen:

Stade, Osterholz, Rotenburg, Verden, Delmenhorst, Diepholz, Nienburg, Schaumburg, Harburg, Soltau-Fallingb., Hannover, Lüneburg, Uelzen, Lüchow-Dannenberg, Celle, Gifhorn, Peine, Wolfsburg.



Abb. 2: Regionen mit unterschiedlicher Kalkungsdringlichkeit: Bergland, westliches Tiefland, östliches Tiefland

Die Böden werden weiterhin versauern; deswegen werden diese Standorte auch in Zukunft, d. h. nach Ablauf von 10 – 20 Jahren, einer weiteren Kalkung bedürfen.

Eine zusätzliche Phosphatgabe kann als flankierende, einmalige Maßnahme bei einer Wiederholungskalkung sinnvoll sein (einmalig seit den 1980-er Jahren). Die Maßnahme dient dazu, akute Phosphor - Mangelzustände zu kompensieren und durch Bodenversauerung herabgesetzte biologische Aktivität im Boden anzuregen. Wegen der zusätzlichen Kosten für die Phosphatgabe zur Bodenschutzkalkung wird folgende Festlegung getroffen:

Eine einmalige Phosphatgabe ist bei Wiederholungskalkungen in den Wuchsgebieten Mittel-Westniedersächsisches Tiefland und Ostniedersächsisches Tiefland vorzusehen.

Im Wuchsgebiet Niedersächsischer Küstenraum ist bei Wiederholungskalkungen einmalig Phosphat zu geben, wenn die vorgesehene Kalkungsfläche erfüllt ist und im Rahmen der jährlichen Haushaltspläne noch weitere Mittel zur Verfügung stehen.

Für die kalkungsbedürftigen Standorte der übrigen Wuchsgebiete ist eine Phosphatgabe nicht vorgesehen (Ausnahmen sind mit der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt abzustimmen).

Sachsen Anhalt:

Als kalkungsbedürftig sind solche Böden anzusehen, bei denen in 30 – 60 cm die Basensättigung $< 15\%$ beträgt, und bei denen kein Ausschlussgrund für eine Kalkung vorliegt. Neben dem Bodenzustand muss geprüft werden, ob die Bestände ausreichend mit Magnesium ernährt sind. Hierzu sind Ergebnisse von Nadel-Blattanalysen erforderlich. Nach den Ergebnissen der

Bodenzustandserhebung trifft eine Kalkungsbedürftigkeit für etwa ein Drittel der Standorte in Sachsen-Anhalt zu.

Anhaltspunkte für das Vorkommen von kalkungsbedürftigen Böden bietet die forstliche Standortskartierung und die Bodenzustandserhebung.

Kalkungsbedürftig sind terrestrische Standorte (Feuchtegruppe T) in den Nährkraftstufen Z, M und K, sofern sie stark versauert sind (Basensättigung < 15 % in 30 – 60 cm). Im Harz kommen stark versauerte Böden vor allem auf Standorten mit Granit, Kieselschiefer und Quarzit als Ausgangsmaterial der Bodenbildung vor.

Da nur ein Drittel der Standorte kalkungsbedürftig ist, ist es im konkreten Fall erforderlich, die Kalkungsbedürftigkeit anhand von bodenchemischen Analysen festzustellen.

Bei der endgültigen Festlegung der zu kalkenden Flächen berät die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt.

Von der Bodenschutzkalkung werden ausgeschlossen:

Standorte mit der Nährkraftstufe A sind wegen ihrer von Natur aus geringen Nährkraftausstattung aus Gründen der Erhaltung der Standortvielfalt und der damit verbundenen Flora und Fauna von der Kalkung auszunehmen. Standorte der Nährstoffstufe R sind ausreichend gegenüber Säurebelastung gepuffert.

Alle Biotop nach § 30 BNatSchG bzw. § 37 NatSchG LSA sind von der Kalkung auszunehmen: Dies sind unter anderem

- natürliche oder naturnahe Bereiche fließender oder stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer, naturnahe Verlandungsbereiche
- regelmäßig überschwemmte Bereiche
- Moore, Sümpfe, Röhrichte, Quellbereiche
- Wälder und Gebüsche trockenwarmer Standorte
- Bruch-, Sumpf- und Auewälder
- Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder

Weitere Flächen:

- Unbestockte oder nur gering überschirmte Flächen
- Erstaufforstungen auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Böden

Bei der Kalkung der im Folgenden genannten Schutzgebiete ist die jeweilige Schutzgebietsverordnung zu beachten, ggf. ist das Gebiet aufgrund des Schutzzweckes von der Kalkung auszunehmen:

Naturparke, Naturschutzgebiete, Biosphärenreservate, flächenhafte Naturdenkmale, geschützte Landschaftsbestandteile, Gewässer, Uferzonen und Natura 2000-Gebiete

Versuchsflächen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt sind nur nach deren vorheriger Zustimmung zu kalkan.

Bei der Kalkausbringung ist zu allen Ausschlussflächen ein so großer Abstand einzuhalten, dass der zu schützende Standort bzw. Bestand auf keinen Fall beeinträchtigt wird (bei der Hubschrauberkalkung je nach Schutzstatus ca. 50 – 150 m), (siehe Anhang 14).

3 Ausweisung von Referenzflächen

Für spätere Vergleichs- und Kontrollmöglichkeiten sowie zur Dokumentation des Kalkungserfolgs und der möglichen Auswirkungen auf Flora und Fauna bzw. auf die Biodiversität sind in den Landesforsten Referenzflächen auszuweisen, die nicht gekalkt werden, die aber nach den in diesem Merkblatt beschriebenen Kriterien als kalkungsbedürftig eingestuft werden.

Da die Kalkung unmittelbar Veränderungen der chemisch-biologischen Bodeneigenschaften bewirkt, soll sich die Auswahl der Referenzflächen an für ein Forstamt repräsentativen Standortstypen und nur nachrangig an der Bestockung orientieren. Die Referenzflächen sollten jeweils standörtlich möglichst homogen sein. Sie sollten nicht gekalkt sein; falls keine nicht gekalkten Flächen vorhanden sind, sollte eine erfolgte Kalkung möglichst lange (> 10 Jahre) zurückliegen.

Die Flächen sollten nicht kleiner als 30 ha, entsprechend ein bis zwei Abteilungen, sein. Sie sollen sinnvoller Weise in bereits bestehende Konzepte zum Schutz von Flora und Fauna eingebunden werden.

Die Referenzflächen sollten ca. 5 % der kalkungsbedürftigen Fläche eines Forstamtes umfassen; sie können jedoch forstamtsübergreifend festgelegt werden.

Die Referenzflächen sind in den Kalkungskarten (Kalkungskataster) zu führen.

4 Material und Dosierung

4.1 Kalke

Zur Minimierung ökologischer Risiken dürfen für die Bodenschutzkalkung nur mild wirkende kohlen- und kiesel-saure Kalke mit einem Magnesiumgehalt von mindestens 15 % MgCO_3 -Äquivalenten (entsprechend 7 % MgO) eingesetzt werden. Sie müssen den Anforderungen der deutschen Düngemittelverordnung (DüMV) entsprechen. Kalke aus den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union unterliegen den Vorschriften des Herkunftslandes.

Die Kennzeichnung der Kalke erfolgt nach DüMV § 6. Sie enthält die Typenbezeichnung, die typenbestimmenden Bestandteile, Nährstoffformen und deren Gehalte sowie den Siebdurchgang, die verwendeten Hauptbestandteile, die Masse, den Hersteller und bei unverpackter Waren den Inverkehrbringer, Fremdbestandteile, Schadstoffe sowie sachgerechte Hinweise zur Lagerung und Anwendung (siehe Anlage 9).

Abweichend von den Normen in der DüMV muss bei der Ausbringung mit weit reichenden ($> 25 \text{ m}$) Verblasegeräten der Siebdurchgang (Vermahlung) des Kalkes zu 100 % $< 1 \text{ mm}$ sein.

Aschen aus naturbelassenem Holz können dem Kalk im Einzelfall nach Maßgabe der DüMV mit bis zu 30% beigemischt werden (siehe Anlage 13).

Maximalwerte für Schadstoffgehalte in Kalkdüngemitteln sind in der DüMV festgelegt (siehe Anlage 5). Auftragsmischungen aus Kalk und Phosphat-EG-Düngemitteln unterliegen nicht den Grenzwerten für Schadstoffe nach der DüMV. Hier reichen die Angaben in den Herkunftszeugnissen der Einzelkomponenten der Mischung aus.

Geeignete Kalkmaterialien werden gemahlen in erdfeuchtem Zustand, luft- oder ofengetrocknet sowie als Granulat angeboten.

Grundsätzlich sind die kostengünstigen erdfeuchten Kalke zu bevorzugen. Granulate und getrocknete Kalke (Staubanteil < 1%) dürfen nur dann zum Einsatz kommen, wenn erdfeuchte Kalke unwirtschaftlich oder aus technischen Gründen ungeeignet sind.

4.1.1 Dosierung

Als Kriterium zur Dosierung dient die Menge an basisch wirksamen Bestandteilen im Kalk, bewertet als CaCO_3 -Äquivalente. Es werden 3 t CaCO_3 -Äquivalente Trockensubstanz pro Hektar ausgebracht. Je nach Zusammensetzung und Wassergehalt des ausgebrachten Materials ergibt sich daher eine andere Gesamtausbringungsmenge als 3,0 t Kalk/ha.

Die Tabellen zur Berechnung der notwendigen Kalkmengen pro Hektar sind für kohlen saure Magnesiumkalke in der Anlage 2 a und für Hüttenkalke in Anlage 2 b aufgeführt. Für den Vergleich von Angeboten steht ein Musterformular in Anlage 4 zur Verfügung.

4.2 Phosphate

Phosphor (P) wird als Phosphat gedüngt und als Phosphorpentoxid (P_2O_5) bewertet.

Als Düngemittel sind die EG-Düngemittel weicherdiges Rohphosphat, Dicalciumphosphat und Thomasphosphat geeignet. Hinsichtlich der Mindestgehalte der Dünger an P_2O_5 sowie der Siebdurchgänge sind die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel einzuhalten. Von den oben aufgeführten Düngemitteln enthält nur Thomasphosphat einen nennenswerten Kalkanteil.

Bei Verwendung von Thomasphosphat als Phosphatträger ist die ausreichende Magnesium (Mg)-Zufuhr durch Verwendung von Kalken mit höheren Mg-Gehalten sicher zu stellen.

Die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt empfiehlt, Kalk und Phosphat in einem Arbeitsgang als Mischung auszubringen. Dazu müssen im Auftrag zwei zugelassene Düngemitteltypen miteinander gemischt werden. Als Kalke kommen alle in diesem Merkblatt zugelassenen Kalkdüngemittel infrage. Als Phosphatdüngemittel eignen sich die EG-Düngemitteltypen weicherdiges Rohphosphat, Thomasphosphat und Dicalciumphosphat. Wegen des relativ hohen Phosphatgehaltes in weicherdigen Rohphosphaten (ca. 30 % P_2O_5) und im Dicalciumphosphat (> 38 % P_2O_5) bleibt die Kalkkomponente in diesen Phosphatdüngemitteln bei der Ermittlung der auszubringenden Kalkmenge unberücksichtigt. Thomasphosphat hat einen geringeren Phosphatgehalt (ca. 12 % P_2O_5), es weist aber im Gegensatz zum weicherdigen Rohphosphat und Dicalciumphosphat einen höheren Anteil an basisch wirksamen Bestandteilen auf, der bei der Ermittlung der auszubringenden Gesamtkalkmenge berücksichtigt werden muss. Es ist darauf zu achten, dass die Mischung mindestens 15 % $MgCO_3$ enthält. Bei der Herstellung der Mischung aus Kalk und Thomasphosphat wird also die einzumischende Kalkmenge um den Betrag reduziert, der im Thomasphosphat als basisch wirksamer Anteil enthalten ist. Die Zumischung des Phosphordüngers ist so zu berechnen, dass die unten genannte Phosphatmenge pro Hektar ausgebracht wird.

4.2.1 Dosierung

Die Ausbringungsmenge beträgt äquivalent 90 kg P_2O_5 /ha. Es sind Düngemittel mit höheren Phosphatgehalten zu bevorzugen.

Phosphatdünger allein lässt sich weder mit herkömmlichen Blasgeräten noch mit Streugeräten in dieser Dosierung und einer befriedigenden Verteilgenauigkeit ausbringen. Aus diesem Grund wird im Streu- und Blasverfahren die gleichzeitige Ausbringung bei der Kalkung empfohlen. Alternativ steht in der Praxis ein wirtschaftlich arbeitendes Zwei-Kammer-Blasverfahren zur Verfügung.

5 Ausbringung

5.1 Zeitpunkt

Bei der Durchführung der Kalkung sind grundsätzlich neben der beabsichtigten Schutzwirkung des Bodens auch die Aspekte des Faunenschutzes zu berücksichtigen. Aus diesem Grund sind nachstehende Ausbringungstermine einzuhalten.

Tabelle 2: Ausbringungszeiten für unterschiedlich konfektionierte Kalke

Monat	Material	
	erdfeucht	staubförmig
Januar ¹⁾	X	X
Februar ¹⁾	X	X
März	Nein	Nein
April	Nein	Nein
Mai	Nein	Nein
Juni	X	Nein
Juli	X	Nein
August	X	Nein
September	X	Nein
Oktober	X	Nein
November	X	X
Dezember ¹⁾	X	X

X = Ausbringung möglich ¹⁾ nicht auf Schneedecken über 20 cm Mächtigkeit

5.2 Ausbringungsverfahren

Die wesentlichen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Ausbringungsverfahren sowie die jeweils angepassten Kalksorten und Umschlagsysteme beschreibt die Tabelle 3.

Bei jedem Einsatz sind die unterschiedlichen Bestandes- und Bodenverhältnisse zu berücksichtigen und danach die optimale Ausbringungstechnik auszuwählen. Um unvertretbar hohe partielle Über- und Unterdosierungen zu vermeiden,

müssen bei allen Ausbringungstechniken folgende Genauigkeitsforderungen bei der Kalkausbringung erfüllt werden:

Flächentoleranz

Für die gekalkten Flächen dürfen die ausgebrachten Kalkmengen auf Teilflächen maximal $\pm 30\%$ um die Sollmenge schwanken, müssen aber in der Summe der Sollmenge entsprechen (d.h. bei einer Kontrollmessung muss der Mittelwert eines Messfeldes im Bereich Sollmenge $\pm 30\%$).

Punkt toleranz

Von der punktuell auf den Flächen auftreffenden Kalkmenge muss ein Drittel in der Spanne der Solldosis $\pm 30\%$ liegen; gleichzeitig darf maximal ein Drittel die Sollmenge um mehr als 50% über- oder unterschreiten (d.h. bei einer Kontrollmessung muss ein Drittel der Einzelmesswerte in einem Messfeld im Bereich Sollwert $\pm 30\%$ liegen, maximal ein Drittel der Einzelmesswerte darf außerhalb des Bereiches Sollwert $\pm 50\%$ liegen).

Tabelle 3: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Verfahren zur Kalkausbringung

	Ausbringungsart	Kalk-		Umschlag-system	Flächenfortschrit	Kosten	Vorteile	Nachteile
		Korn (mm)	Feuchte (%)					
bodengebunden	Streuer	0 – 3,15	3 – 10	offen oder geschlossen	60 t/Tag	ca. 150 €/ha	preiswert gleichmäßige Verteilung;	befahrbares Gelände, PEFC konforme Bestandeserschließung und durchstreubare Bestände erforderlich (keine Dickungen, Stangenhölzer); Belastungen des Wegenetzes und der Gassen bei nasser Witterung
	Verblasegeräte ¹	0 - 1	< 1	geschlossen	Arbeitsbreite (20 - 60 m); Leistung (30 - 120 t/Tag) abhängig vom Gerätetyp	ca. 150 €/ha	geringe Materialverluste	befahrbares Gelände, angepasste Bestandeserschließung u. durch-/überblasbare Bestände erforderlich; tlw. ungleiche Verteilung und Kornentmischung; nur staubfeine, trockene Ware verblasbar - wegen möglicher Schädigung der Bodenfauna zeitliche Einsatzbeschränkungen
Luffahrzeuge	Hub-schrauber	0 – 3,15	3 - 10	offen oder geschlossen	150 t/Tag	ca. 200 €/ha	für jedes Gelände u. alle Bestandesalter/-formen einsetzbar; keine Bestandesbefahrungen; gute Kalkverteilung; bei geschlossenem Umschlag kaum Materialverluste	teuer; witterungsabhängig (Nebel, Wind, Thermik); Platzbedarf höher als bei bodengebundener Ausbringung

¹ Diese Technik ist nur in besonderen Fällen sinnvoll einsetzbar, wie z.B. Jungbestände in befahrbaren Lagen, welche noch nicht voll erschlossen sind.

6 Ausschreibung

Die Ausschreibung erfolgt entweder für Material und Ausbringung getrennt oder aber für die Gesamtleistung der Kalkung (*bzw. der Kalkung mit Phosphat*) pro Hektar.

Da die potenzielle Neutralisationskapazität der Kalke auf deren Gesamtkarbonat- oder Gesamtsilikatgehalt beruht, sind die Angebote nicht am Preis pro Tonne Ware, sondern am Preis pro Tonne basenwirksamer Bestandteile (Puffersubstanz in CaCO_3 - oder CaO -Äquivalenten) zu bewerten. 3 t CaCO_3 -Äquivalente entsprechen 1,68 t CaO Äquivalenten.

Mit dem Angebot ist ein Analysenzertifikat (i.d.R. nicht älter als 6 Monate) einer anerkannten Materialprüfstelle zu den typbestimmenden Eigenschaften wie Nährstoffgehalte, Reaktivitätszahl und Körnung des Kalkes von dem Anbieter bei der ausschreibenden Stelle einzureichen.

Bei einem Vergleich von Angeboten für Material werden die Kosten für 3 t CaCO_3 -Äquivalente frei Waldstraße verglichen. Bei einem Vergleich der Kosten der gesamten Maßnahme werden die Kosten für die Kalkung pro Hektar mit 3 t CaCO_3 -Äquivalenten verglichen.

Die Vorschriften der VOL für Ausschreibungen sind zu berücksichtigen. Bei Ausschreibungen im Wert von > 206 000 € netto ist EU-weit auszuschreiben.

Ein Beispiel für die Ausschreibung einer Kalkungsmaßnahme findet sich in der Anlage 1.

Bei einer Kalkung mit Phosphat erhöhen sich die Kosten gegenüber der reinen Kalkung um die Phosphat-Materialkosten und die notwendigen Mischkosten. Die Kosten für die Ausbringung dürfen dagegen nur unwesentlich steigen, da sich die Ausbringungsmenge lediglich um ca. 10% gegenüber der reinen Kalkung erhöht.

7 Kontrolle

Die Kontrollaufgaben umfassen die Einhaltung der Materialvorgaben (Menge, Zusammensetzung) und die Überwachung der Ausbringungsqualität. Die laufende Kontrolle der Ausbringungsqualität erstreckt sich auf die Vollständigkeit der

Flächenbehandlung sowie die Aussparung nicht zu kalkender Flächen und die Gleichmäßigkeit der Verteilung des ausgebrachten Materials.

7.1 Materialkontrolle

Für die Kontrolle der wertbestimmenden Eigenschaften der zu verwendenden Kalke (und Phosphatdünger) sowie des Feuchtigkeitsgehaltes reichen Herkunftszeugnisse allein nicht aus. Daher müssen bei jeder Maßnahme eigene Kontrollen durchgeführt werden. Als Wert bestimmende Eigenschaften kieselsaurer und kohlenaurer Handelskalke werden folgende Eigenschaften geprüft:

Mindestgehalte an basisch wirksamen Bestandteilen (ausgedrückt als CaCO_3 oder CaO), an Calcium und an Magnesium,

Siebdurchgänge (Korngrößenspektrum),

Reaktivitätszahl bei kohlen-sauren Kalken.

Materialanalysen werden von einem anerkannten Labor durchgeführt. Die Kosten der Materialprüfungen hat der Lieferant zu tragen.

Liegen mehrere Analysenzeugnisse derselben Kalkungsmaßnahme mit jeweils niedrigeren als den im Vertrag zugesicherten Gehalten innerhalb der Toleranzgrenze vor, handelt es sich um eine systematische Unterschreitung. Dies ist aufgrund der Vorschrift der DüMV zu beanstanden, und es ist ein entsprechender Ausgleich zwischen zugesicherter und gelieferter Leistung einzufordern, ohne dass es einer gesonderten Vereinbarung in der Ausschreibung bedarf. Es wird allerdings zur Sicherstellung eines reibungslosen Ablaufs der Kalkungsmaßnahme empfohlen, die Regularien für einen solchen Ausgleich vertraglich festzulegen. Die Mindestgehalte und Toleranzen für Kalk- und Phosphatdüngemittel sind in den Anlagen 3 a und 3 b angegeben.

Die Probenahme für die Materialkontrollen wird, wie im Folgenden erläutert, durchgeführt und nach dem Muster der Anlage 7 protokolliert.

Die Probenahme beruht auf der „Düngemittel-Probenahme- und Analyseverordnung in der Neufassung vom 27.7.2006“ (BGBl. I S. 1822). Ihre Einhaltung ist zwingend notwendig, um im Streitfall anhand „gerichtsfester“ Proben toleranzüberschreitende Abweichungen der gelieferten von der vertraglich vereinbarten Ware beweisen zu können.

Um bei der Probenahme eine mögliche Verunreinigung der Proben durch Abrieb von Schwermetallen zu vermeiden, müssen alle verwendeten Geräte, Behältnisse und Arbeitsflächen aus Kunststoff bestehen. Darüber hinaus müssen sie sauber und trocken sein, um Verunreinigungen und Veränderungen des Probegutes auszuschließen.

Die zu verwendende Ausrüstung ist in der Anlage 6 beschrieben.

7.1.1 Probenahme

Die Probenahme erfolgt durch den Auftraggeber in Gegenwart des Auftragnehmers. Dieser hat bei Vertragsunterzeichnung einen zeichnungsberechtigten Beauftragten für die Teilnahme an der Probenahme zu benennen. Benennt der Auftragnehmer keinen Beauftragten, gilt die seitens des Auftraggebers durchgeführte Probenahme als anerkannt.

Bei der Probenahme werden folgende Begriffe unterschieden:

Partie: Menge eines Düngemittels, die sich nach Beschaffenheit als Einheit darstellt. Dies ist streng genommen der Kalk einer LKW-Ladung. Aus Gründen der Praktikabilität und der Kostenminimierung für Analysen wird unterstellt, dass die Analyse des Kalkes von einem LKW für die Ladung von jeweils zehn LKW's gilt. Sollte sich während dieser zehn LKW-Ladungen das Produkt oder der Lieferant ändern, ist ab diesem Wechsel des Produktes eine Änderung im Rhythmus der Analysen vorzunehmen.

Einzelprobe: Teilmenge einer Partie, die durch die Probenahme gebildet wird.

Sammelprobe: Gesamtmenge der einer Partie entnommenen Einzelproben.

Endprobe: Für die Untersuchung bestimmte Teilmenge einer Sammelprobe.

7.1.1.1 Entnahme von Einzelproben

Für die Kontrolle der wertbestimmenden Eigenschaften soll im Mittel jeder zehnte LKW beprobt werden, wobei die Auswahl nach dem Zufallsprinzip erfolgt und vorher nicht angekündigt werden sollte. Schadstoffgehalte sollten ca. von jedem 30-ten LKW kontrolliert werden.

Es sind mindestens 25 Einzelproben von je mindestens 200 g nach dem Zufallsprinzip über eine LKW-Ladung hinweg zu entnehmen. Die Einzelproben müssen eindeutig einem Lieferschein (Nummer, Kalkwerk, -sorte, -menge, Lieferdatum, Kennzeichen des Lieferfahrzeuges) zuzuordnen sein.

7.1.1.2 Bildung einer Sammelprobe

Alle Einzelproben werden in einem Kunststoffbehälter oder auf einer Kunststoffunterlage gemischt und dabei zu einer Sammelprobe vereinigt.

7.1.1.3 Bildung der Endprobe

Aus der Sammelprobe sind drei Endproben von jeweils 500 – 750 g zu bilden. Dazu ist es zweckmäßig, die Sammelprobe zweimal zu teilen und aus jedem Viertel der Sammelprobe einen Teil in jede der drei Endproben zu geben. Die Endproben werden in ein Behältnis - eine reißfeste Plastiktüte oder -flasche - eingefüllt. In jedes Behältnis ist ein Zettel mit der Probenbezeichnung einzulegen, der als Doppel gleichzeitig nochmals außen am Probengefäß anzubringen ist. Anschließend sind die Behältnisse luftdicht zu verschließen. Dies ist besonders wichtig, da sonst durch die Wasserverdunstung bei Lagerung und Transport der Probe ein höherer als der tatsächlich bei der Probenahme vorhandene Nährstoffgehalt analysiert würde. Der Verschluss ist durch Plombe oder Siegel so zu sichern, dass diese beim Öffnen des Behältnisses unbrauchbar wird.

Die Endproben müssen mit folgenden Informationen versehen werden:

Forstamt/Betrieb, Probenahmedatum, Probenehmer, Probennummer (identisch mit der Nummer des Probenahmeprotokolls), Kalkbezeichnung, Lieferwerk.

7.1.2 Probenahmeprotokoll

Über die Probenahme ist ein Protokoll (Anlage 7) anzufertigen und vom Probenehmer und dem benannten Beauftragten des Auftragnehmers unterschriftlich zu bestätigen. Die Probenahmeprotokolle sind zu kennzeichnen (Forstamt/Betrieb;

laufende Probenahme-Nr./Jahr). Auf Verlangen ist dem Auftragnehmer eine Kopie des Protokolls auszuhändigen.

7.1.3 Versand und Analytik der Endproben, Rückstellproben

Von den jeweils drei Endproben ist eine unverzüglich dem Untersuchungslabor mit der Bitte um Analyse gemeinsam mit dem Duplikat des Probenahmeprotokolls zuzuleiten. Dort sind die wertbestimmenden Eigenschaften einschließlich des Feuchtegehaltes umgehend zu untersuchen.

Die anderen beiden Endproben stellen Rückstellproben dar, wobei die zweite Endprobe beim Auftraggeber für eine eventuelle Zweitanalyse aufbewahrt wird. Die dritte Endprobe erhält der Beauftragte des Auftragnehmers.

Die Analyseergebnisse sind durch den Auftraggeber auszuwerten. Dabei werden die Analysendaten mit den im Vertrag vereinbarten Eigenschaften verglichen.

Entsprechen die Analyseergebnisse nicht den vertraglich festgelegten Eigenschaften des Kalkes, sind bei der Schlussabrechnung entsprechend vereinbarte Abschläge vorzunehmen.

7.2 Ausbringungskontrolle

Die Ausbringungskontrolle erstreckt sich auf die Vollständigkeit der Flächenbehandlung und die Gleichmäßigkeit der Verteilung.

7.2.1 Kontrolle der Gleichmäßigkeit der Ausbringung

Für die Kontrolle der Gleichmäßigkeit der Ausbringung sind EU-Normschalen sowie nicht kontaminierende Probenahmegeräte und –behälter erforderlich. Die Ausrüstung zur Ausbringungskontrolle ist in der Anlage 6 beschrieben.

Ein zur Auswertung der Ausbringungskontrolle hilfreiches Rechenprogramm stellt die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt zur Verfügung. Vor Beginn einer Kalkungsmaßnahme müssen die Ausbringungsgeräte in einem Testlauf auf einer geeigneten, nicht von Bäumen bestandenen Fläche auf die auszubringende Menge und die geforderte Verteilgenauigkeit geprüft und eingestellt werden. Werden hierbei die geforderten Toleranzen nach drei Messungen nicht erreicht, sind die Geräte neu

einzustellen. Werden die Toleranzen auch dann nicht eingehalten, darf mit den Geräten keine Ausbringung vorgenommen werden.

Die Einhaltung der Verteilgenauigkeiten (Flächen- und Punkttoleranz) im Bestand wird ebenfalls durch die Kontrollmessungen überprüft. Verteilungsmessungen sind nur bei niederschlagsfreiem Wetter und Windstille ($v < 1\text{m/s}$) unter normalen Bestandes- und Erschließungsverhältnissen durchführbar. Über Ablauf und Ergebnisse ist ein Protokoll (Anlage 10) anzufertigen.

Für alle Ausbringetechniken gelten die gleichen Verteilgenauigkeiten.

7.2.1.1 Aufstellung der Auffangbehälter auf den Kontrollflächen

Für die Kontrollmessungen werden grundsätzlich nur ECE-Normschalen verwendet. Die Kontrollflächen sollen möglichst eben oder nur flach geneigt sein. Wesentliche Angaben zu den Flächen, zum Bestand, zur Kalkungsausbringung, -qualität und Witterung sind im Protokoll festzuhalten. Der Standort der nummerierten Auffangbehälter auf der Kontrollfläche muss aus einer Handskizze bzw. durch zusätzliche Vermerke zweifelsfrei auszumachen sein. Die Auffangschalen dürfen nicht durch Äste, Gras usw. übershirmt werden.

Auf der Freifläche werden ECE-Normschalen waagrecht im Abstand von jeweils zwei Metern so aufgestellt, dass in drei Reihen senkrecht zur Fahrt- oder Flugrichtung die übliche Arbeitsbreite abgedeckt wird. Die Zahl der Schalen kann dabei variieren, beträgt aber mindestens 45 Stück (fünfzehn Schalen je Reihe im Abstand von jeweils 2 m zueinander). Im Bestand werden 45 ECE-Normschalen im Abstand von ca. 5 m auf sich kreuzenden Linien so ausgelegt, dass die zwei Reihen mit je 23 Schalen (davon eine gemeinsame Schale am Kreuzungspunkt) etwa im rechten Winkel zueinander stehen. Beim Hubschraubereinsatz erfolgt die Aufstellung der ECE-Normschalen im Bestand auf Erschließungslinien mit ausreichendem Lichtraumprofil, so dass ein ungehinderter Fall des Kalkmaterials gewährleistet ist. Dies ist notwendig, weil bei der Hubschraubertechnik ein Teil des Kalkes zunächst in den Kronen verbleibt.

Die in den ECE-Normschalen abgesetzten Kalkmengen werden quantitativ auf einer Briefwaage in Gramm genau gewogen. Die Kalkmengen werden in das Protokoll eingetragen.

Die Ergebnisse sind für jede ECE-Normschale in das Protokoll einzutragen.

Nach Umrechnung der Kalkmengen der einzelnen ECE-Normschalen in „t/ha“ werden die Mittelwerte für die Längs- und Querreihen als „t/ha“ und als Prozentwerte der Solldosis berechnet, das Gesamtmittel aus den Teil-Mittelwerten der Längs- und Querreihen berechnet und wie diese als Prozentwert zur Solldosis angegeben; der Vergleich zur zulässigen Toleranz zeigt, ob die Fläche sollmengengerecht gekalkt worden ist, für jede Querreihe die minimalen und maximalen Kalkmengen ausgezählt, für das gesamte Messfeld zusammengefasst und als Prozentwert der

Solldosis berechnet, in gleicher Weise die Messpunkte ausgezählt, deren Kalkmengen innerhalb der Spanne „Solldosis $\pm 30\%$ “ bzw. die Spanne „Solldosis $\pm 50\%$ “ überschreiten.

Nach Vergleich mit den Toleranzwerten im Protokoll wird festgestellt, ob die Verteilgenauigkeit den Anforderungen entspricht.

Die Verteilungsmessungen sind unverzüglich mit dem Auftragnehmer auszuwerten. Entspricht die Verteilung nicht den geforderten Qualitätskriterien, ist nach den Ursachen (Einstellung der Geräte, Material) zu suchen. Nötigenfalls müssen die Arbeiten mit der eingesetzten Kalksorte bzw. mit dem verwendeten Gerät eingestellt werden. Für unzureichende Qualität der Leistung gelten die im Vertrag vereinbarten Preisabschläge.

7.2.2 Kontrolle der Vollflächigkeit der Ausbringung

Die Vollflächigkeit der Ausbringung wird durch Begehung der gekalkten Flächen kontrolliert. Spätestens ab dem Jahr 2013 erfolgt die Kontrolle der Vollflächigkeit der Ausbringung mittels GPS-Dokumentation durch die Ausbringungsgeräte.

8 Dokumentation der Kalkungsmaßnahmen

Durchgeführte Kalkungsmaßnahmen sind in geeigneter Weise hinsichtlich Zeitpunkt Hersteller, Handelsname bzw. Düngemitteltyp, Dosis und Elementgehalte zu dokumentieren. Diese Unterlagen sind mindestens 20 Jahre aufzubewahren. Größere Betriebe, vor allem die Landesbetriebe, sind gehalten, digitale Kalkungskataster zu führen, in denen die Informationen zu den durchgeführten Kalkungsmaßnahmen verfügbar bleiben.

9 Anlagen

Anlage 1: Beispiel einer Musterausschreibung Bodenschutzkalkung

Anlage 2 a: Kalkbedarfsermittlung Kohlensaurer Kalk

Anlage 2 b: Kalkbedarfsermittlung Hüttenkalk

Anlage 3 a: Mindestgehalte und Toleranzen von Kalkdüngemittel

Anlage 3 b: Mindestgehalte und Toleranzen von Phosphatdüngemitteln

Anlage 4: Berechnungsformular Angebotsvergleich

Anlage 5: Schadstoffgehalte

Anlage 6: Ausrüstung zur Material- und Ausbringungskontrolle

Anlage 7: Protokoll zur Kalk-Probenahme

Anlage 8: Analyseverfahren und Bewertung der Analysenergebnisse

Anlage 9: Kennzeichnung von Düngemitteln nach der DüMV

Anlage 10: Protokoll zur Ausbringungskontrolle

Anlage 11: Kalkungsmodell

Anlage 12: Dringlichkeit der P-Düngung in Niedersachsen

Anlage 13: Zugabe von Holzaschen zu Kalkdüngemitteln

Anlage 14: Sicherheitsabstand: Größe von nicht zu kalkenden Randstreifen

Anlage 1

Beispiel einer Musterausschreibung Bodenschutzkalkung

Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes

Im Zeitraum vom bis sollen im Forstamt rd. ha Waldfläche gekalkt werden. Die Lage der Flächen ist in der beiliegenden Karte 1:50.000 ersichtlich.

1. Allgemeines

Sofern Sie an der Durchführung der ausgeschriebenen Arbeiten interessiert sind, empfehle ich, sich mit dem Forstamt in Verbindung zu setzen, um sich die zur Kalkung vorgesehenen Waldflächen, Anfahrwege und Umschlagplätze vorzeigen zu lassen.

Der Ausschreibung liegen neben den allgemeinen Bestimmungen für die Vergabe und Ausführung von Lieferungen und Leistungen folgende Bedingungen zugrunde: Die aktuellen Vorgaben des Merkblattes zur Bodenschutzkalkung der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (im Folgenden: "Merkblatt") sowie die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für die Vergabe von Werkverträgen durch den Auftraggeber (die Niedersächsischen Landesforsten / Landwirtschaftskammer Niedersachsen / Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt / Landesbetrieb für Privatwaldbetreuung und Forstservice Sachsen-Anhalt) sind Bestandteil des Vertrages.

2. Liefer- und Leistungsumfang

a) Zum Liefer- und Leistungsumfang gehören die Beschaffung und Anlieferung des Kalkes einschließlich Zwischenlagerung auf eigene Gefahr. Als Material sollte erdfeuchtes (auch granuliertes) oder trockenes Material angeboten werden.

b) Die Ausbringung des Düngemittels ist mittels

Streugerät	auf ca.ha
Verblasegerät	auf ca.ha
Hubschrauber	auf ca.ha

vorgesehen.

Das Angebot hat auf vorgenannte Flächen bezogen zu erfolgen.

3. Düngemittel

Als Kalke sind kohlen- und kieselsaure Kalkdüngemittel zugelassen, die hinsichtlich der Mindestgehalte, typbestimmender Bestandteile, Aufmahlungen und Schadstoffgehalten den Vorgaben der Düngemittelverordnung in der Fassung vom 16. 12. 2008 (DüMV Abschnitt 1, Ziffer 1.4) entsprechen.

Zusätzliche Anforderungen sind:

- Die Gehalte an Magnesium müssen mindestens 15% MgCO_3 bzw. 7% MgO betragen.

Die Kalke sind nach DüMV §6 zu kennzeichnen.

4. Transport und Zwischenlagerung

Verblasefertig getrocknete Kalke sind in geschlossenen Transportfahrzeugen anzuliefern und in einem geschlossenen Waldsilo zwischenzulagern (geschlossener Umschlag).

Erdfeuchte Kalke und Granulate können im offenen Umschlag transportiert und gelagert werden. Die Feuchtigkeitzufuhr während des Transportes und der Lagerung darf die Ausbringung und Verteilgenauigkeit nicht beeinträchtigen.

5. Ausbringungsmenge und Verteilung

Die Standardapplikationsmenge beträgt 3 t CaCO_3 -Äquivalente Trockensubstanz pro Hektar mit einem MgCO_3 -Anteil von mind. 15% (bzw. 7% MgO bei kieselsauren Kalken). Die Menge (t) ist über Wiegescheine nachzuweisen. Ladeverluste werden gemeinsam geschätzt und abgezogen. Der Feuchtegehalt ist nicht wertbestimmender Bestandteil und richtet sich nach der optimalen staubärmsten Ausbringung. Zur Vermeidung von Über- bzw. Unterdosierungen muss die Verteilungsqualität den Anforderungen des Kalk-Erlasses und des Merkblattes entsprechen.

6. Überwachung der Düngemittel- und Ausbringungsqualität

Die Qualität der angebotenen Düngemittel ist vorab (mit dem Angebot) durch Einreichen eines Prüfberichtes (nicht älter als 6 Monate) einer anerkannten Materialprüfstelle von der Lieferfirma des Düngemittels zu garantieren.

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Tag der Probenahme (zeitnah)
- die den Düngemitteltyp bestimmenden Bestandteile
- Nährstoffform
- Siebdurchgänge
- Reaktivitätszahl
- Art der Herstellung

Die vom Auftraggeber benannten Personen werden die weitere Material- und Ausbringungskontrolle nach einem vorher gemeinsam festgelegten Verfahren durchführen.

7. Materialkontrolle

Die Entnahme des Kalkmaterials für die Kontrolle erfolgt durch vom Auftraggeber benannte Probenehmer. Der Unternehmer benennt eine Person seines Vertrauens, die bei der Probenahme zugegen sein soll. Es wird etwa jede zehnte LKW-Lieferung beprobt und einer Analyse der wertbestimmenden Eigenschaften unterzogen. Etwa jede 30. LKW-Lieferung wird auf Schwermetalle untersucht. Die Kosten hierfür trägt der Auftragnehmer. Die Analysenergebnisse sollen während der laufenden Kalkungsmaßnahme beurteilt werden, damit im Falle von Mängeln diese in dem noch

nicht ausgeführten Teil der Kalkungsmaßnahme behoben werden können. Die Analyseergebnisse bilden die Grundlage für Nachbesserungen bzw. Preisabschläge. Basis stellt diejenige Menge dar, die durch die Analysen betroffen ist, d.h. jeweils die Kalkmenge von etwa zehn LKW-Ladungen.

7.1. Preisabschläge für die Nichteinhaltung der zugesagten Gehalte an Wert bestimmenden Bestandteilen

Bezüglich der Einhaltung der Gehalte an Wert bestimmenden Bestandteilen gelten die in der DüMV genannten Toleranzen.

Magnesium: Die Toleranz beträgt 2,5 Gew.% MgCO_3 bzw. 2,5 Gew.% MgO . – Der vorgeschriebene Mindestgehalt nach der Düngemittelverordnung in der aktuell gültigen Fassung darf nicht unterschritten werden. Preisabschläge für die Gehalte an Magnesium beziehen sich auf Unterschreitungen der vom Anbieter zugesagten Gehalte an Mg. Die Preisabschläge beziehen sich auf die nicht gelieferte und als basisch wirksamer Bestandteil bewertete Menge Magnesium. Die Abschläge betragen für das erste Unterschreitungsprozent 1% des Lieferpreises, bei jedem weiteren Abweichungsprozent 2% des Lieferpreises (Lieferpreis = Material+Transport+Ausbringung).

Basisch wirksame Bestandteile (ausgedrückt als [% CaCO_3]): Die Toleranz beträgt 4,0 Gew.% CaCO_3 bzw. 3,0 Gew.% CaO . – Der vorgeschriebene Mindestgehalt nach der Düngemittelverordnung in der aktuell gültigen Fassung darf nicht unterschritten werden. Preisabschläge für die Gehalte an basisch wirksamen Stoffen, bewertet als CaCO_3 , beziehen sich auf Unterschreitungen der vom Anbieter zugesagten Gehalte. Die Preisabschläge beziehen sich auf die nicht gelieferte Menge basisch wirksamer Bestandteile, bewertet als Calciumäquivalente (CaCO_3). Die Abschläge betragen für das erste Unterschreitungsprozent 1% des Lieferpreises, bei jedem weiteren Abweichungsprozent 2% des Lieferpreises (Lieferpreis = Material+Transport+Ausbringung).

7.2 Preisabschläge für die Nichteinhaltung der Mahlfineinheit

Den Vorgaben liegen die gesetzlichen Mindestanforderungen zugrunde. Es erfolgt ein Preisabschlag in Höhe von 1% des Lieferpreises für jedes % der Nichteinhaltung der Mahlfineinheit im Bereich < 3,15 mm und zusätzlich im Bereich < 1 mm.

7.3 Feuchtegehalt

Der vom Anbieter genannte Wassergehalt ist auf die Originalsubstanz zu beziehen. Technisch notwendige Erhöhungen des zugesagten Wassergehaltes dürfen nicht zu Lasten der zugesicherten Nährstoffgehalte erfolgen. In diesem Fall ist die Ausbringungsmenge entsprechend zu erhöhen oder es erfolgen Preisabschläge entsprechend der verminderten Nährstoffgehalte von CaCO_3 (CaO), MgCO_3 (MgO).

7.4 Ausbringungskontrolle und Preisabschläge

Die Ausbringung des Materials hat sorgfältig und mit möglichst hoher Gleichmäßigkeit unter Einhaltung der vorgegebenen Toleranzen zu erfolgen. Die geforderte Qualität liegt bei $\pm 30\%$ der Sollmenge in der Fläche (Flächentoleranz)

und $\pm 50\%$ bei den einzelnen Messpunkten (Punkt toleranz). Der Auftraggeber prüft diese Vorgaben durch stichprobenweise Kontrollmessungen. Diese werden durchschnittlich alle 300 ha Kalkungsfläche vorgenommen und nach den Vorgaben des Merkblattes durchgeführt. Abweichungen von diesen Vorgaben führen zur Nachbesserung bzw. Preisabschlägen. Als Gesamtmenge, die der Berechnung zugrunde liegt, wird die jeweilige Tagesleistung (des Messtages) angesehen. Die Kontrollmessungen erfolgen routinemäßig und darüber hinaus nach Bedarf. Zur Erfassung der ausgebrachten Kalkmengen werden ausschließlich ECE-Normschalen mit einer Auffangfläche von $0,25 \text{ m}^2$ eingesetzt. Die Messungen erfolgen durch Personal, das vom Auftraggeber bestimmt wird.

7.4.1 Einstellung der Geräte

Zu Beginn einer Maßnahme muss der Unternehmer auf einer geeigneten Freifläche demonstrieren, dass mit der vorgesehenen Technik die erforderliche Kalkmenge gleichmäßig ausgebracht werden kann. Kann dieses Qualitätsziel am ersten Tag nach drei Versuchen nicht erreicht werden, so wird eine Frist von einer Woche eingeräumt, in der die erforderlichen Einstellungen vorzunehmen sind. Kann danach die erforderliche Verteilgenauigkeit noch immer nicht erbracht werden, wird die Maßnahme abgebrochen und an einen anderen Bieter vergeben. Hierbei tatsächlich entstandene Kosten sind vom Auftragnehmer zu tragen.

7.4.2 Messungen im Bestand

Für die Messungen im Bestand gelten die gleichen Genauigkeitsanforderungen wie für die Freifläche, allerdings werden die besonderen Bedingungen eines Bestandes berücksichtigt. Das heißt, dass manche Bestände für eine Kontrollmessung nicht geeignet sind. Bei einer Luftausbringung erfolgt die Messung auf Schneisen bzw. Wegen, die ein ausreichendes Lichtprofil aufweisen, so dass der Kalk ungehindert in die Schalen fallen kann. Nachbesserungen müssen durchgeführt werden, wenn Unterschreitungen der Toleranzwerte auftreten. Die Nichterfüllung im Bereich zwischen Solldosis minus 30% bis Solldosis minus 50% führt zu einer Nachbesserung mit 1 t/ha. Jede Abweichung von mehr als minus 50% von der Solldosis wird mit 2 t/ha nachgebessert. Die nachzubessernde Fläche beträgt jeweils 50 ha. Die notwendigen Nachbesserungen erfolgen ohne Vergütung. Überschreitungen der Sollmenge werden nicht vergütet. Bei wiederholter Nichteinhaltung der Toleranzwerte ist das Gerät auf einer Freifläche neu zu justieren. Ist auch nach drei Versuchen der Justierung kein befriedigendes Ergebnis zu erzielen, wird die Maßnahme abgebrochen. Die Vergütung erfolgt in der Höhe der erbrachten Leistungen abzüglich 5% Preisabschlag für erhöhten Aufwand und Neuausschreibung.

8. GPS-Dokumentation:

Im Fall einer Planung der Kalkungsmaßnahme auf digitaler Grundlage:

Der Auftragnehmer erhält vom Auftraggeber einen digitalen Geodatensatz mit den Abgrenzungen der Kalkungsflächen und der von der Kalkung auszuschließenden Bereiche (Format: ESRI-Shapefile oder E00, Gauss-Krüger-Koordinatensystem, 3. [Niedersachsen] bzw. 4. [Sachsen-Anhalt] Meridianstreifen).

Der Auftragnehmer verwendet bei der Befliegung den bereitgestellten Geodatensatz, um über das bordeigene satellitengestützte Navigationssystem die vorgegebenen

Kalkungs- und Kalkungsausschlussflächen möglichst genau orten zu können. Der Auftragnehmer stellt sicher, dass nicht zu kalkende Flächen (z. B. Biotope, Windwurfflächen) von der Kalkung ausgespart werden.

Die Flugbewegungen werden während der Kalkungsmaßnahme permanent über Messpunkte mit Position und GPS-Zeit aufgezeichnet (die Positions- und Zeitinformationen mindestens mit einer Lagegenauigkeit von < 5 m). Hierbei ist nach Flugbewegungen mit Kalkausbringung und sonstigen Flugbewegungen zu unterscheiden. Diese Daten sind auf mindestens zwei getrennten Medien zu speichern. Originaldaten dürfen vom Auftragnehmer erst nach Abnahme der Leistung durch den Auftraggeber gelöscht werden.

Nach Abwicklung der Hälfte des Auftrages sowie unmittelbar nach Beendigung der Kalkungsmaßnahme werden die aufgezeichneten Flugbahndaten dem Auftraggeber unverändert zur Verfügung gestellt, und zwar als Vektordatensatz im ESRI-Shapefile-Format sowie zusätzlich als ASCII-Datensatz, getrennt nach vollständigen Flugbewegungen sowie Flugbewegungen mit Kalkausbringung.

Die vollständige digitale GPS-Dokumentation ist Bestandteil der Kalkungsmaßnahme; die Bezahlung erfolgt erst nach Ablieferung des vollständigen Datensatzes.

Im Fall einer Planung mit analogen Karten:

Die Flugbewegungen werden während der Kalkungsmaßnahme permanent über Messpunkte mit Position und GPS-Zeit aufgezeichnet (die Positions- und Zeitinformationen mindestens mit einer Lagegenauigkeit von < 5 m). Hierbei ist nach Flugbewegungen mit Kalkausbringung und sonstigen Flugbewegungen zu unterscheiden. Diese Daten sind auf mindestens zwei getrennten Medien zu speichern. Originaldaten dürfen vom Auftragnehmer erst nach Abnahme der Leistung durch den Auftraggeber gelöscht werden.

Nach Abwicklung der Hälfte des Auftrages sowie unmittelbar nach Beendigung der Kalkungsmaßnahme werden die aufgezeichneten Flugbahndaten dem Auftraggeber unverändert zur Verfügung gestellt, und zwar als Vektordatensatz im ESRI-Shapefile-Format sowie zusätzlich als ASCII-Datensatz, getrennt nach vollständigen Flugbewegungen sowie Flugbewegungen mit Kalkausbringung.

Die vollständige digitale GPS-Dokumentation ist Bestandteil der Kalkungsmaßnahme; die Bezahlung erfolgt erst nach Ablieferung des vollständigen Datensatzes.

9. Haftung

Der Auftragnehmer haftet für alle von ihm sowie von eventuell eingesetzten Subunternehmern und seinen Zulieferfirmen verursachte Schäden.

10. Durchführung der Arbeiten

Die Durchführung der Arbeiten hat in Abstimmung mit dem Forstamt unter Berücksichtigung der im Merkblatt vorgegebenen Ausbringungszeiten zu erfolgen. Während Schlechtwetterperioden, bei extremer Nässe und bei Schneelagen, die ein Abfließen des aufgebracht Düngemittels befürchten lassen, sind die Arbeiten auf Verlangen des Forstamtes zu unterbrechen. Sofern durch entsprechende Witterung aus ökologischen Gründen eine weitere Einkürzung der Ausbringungszeiträume erforderlich wird, bleiben entsprechende Regelungen vorbehalten.

Die Arbeiten müssen bis spätestens abgeschlossen und in Rechnung gestellt sein.

11. Vertragsstrafe bei Nichterfüllung

Erfüllt der Auftragnehmer bis zum die durch Zuschlag übertragenen Lieferungen und Leistungen nicht oder nur teilweise, wird eine Konventionalstrafe von 15% des Geldwertes der bis dahin nicht erbrachten Lieferungen und Leistungen erhoben.

12. Angebot und Zuschlagserteilung

Falls Sie ein Angebot abgeben wollen, bitte ich, dieses

- mit dem Prüfbericht einer anerkannten Materialprüfstelle für das angebotene Düngemittel (Ziffer 6)
- mit der beiliegenden "Erklärung des Bieters" (Anlage XXX)
- sowie ggf. geeigneter Referenzen

bis zum in einem verschlossenen Umschlag mit der Aufschrift "Angebot für eine Bodenschutzkalkung 20xx" in deutscher Sprache bei mir einzureichen. Mit der Abgabe des Angebotes erkennt der Bieter die in diesem Schreiben gestellten Forderungen, Auflagen und Bedingungen sowie die "Allgemeinen Bestimmungen für die Vergabe und Ausführung von Leistungen (VOL/A und B)" an. Der Bieter erklärt sich außerdem mit den vorgesehenen Kontrollmaßnahmen und den hieraus ggf. resultierenden Folgen sowie der Haftungsregelung bei Schadensfällen und der im Falle der Nichterfüllung fälligen Vertragsstrafe durch die Gebotsabgabe ausdrücklich einverstanden.

Bis zum Ablauf der Angebotsfrist können Angebote schriftlich, fernschriftlich oder telefonisch zurückgezogen werden. Nach Ablauf der Angebotsfrist ist der Bieter bis zum Ablauf der Zuschlagsfrist an sein Angebot gebunden. Der Bewerber unterliegt mit der Abgabe eines Angebotes auch den Bestimmungen über nicht berücksichtigte Angebote (§27 VOL/A).

Die Zuschlagserteilung erfolgt bis zum

Ich behalte mir vor, bei der Auswahl der Angebote, die für den Zuschlag in Betracht kommen, nur Bieter zu berücksichtigen, die für die Erfüllung der vertraglichen Verpflichtungen die erforderliche Ausrüstung, Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit besitzen sowie nur Angebote zu berücksichtigen, die **neben dem Gesamtpreis je Tonne Material auch die Angaben des Gesamtpreises je Hektar enthalten.**

Anlage 2 a: kohlenaurer Magnesiumkalk mit mind. 15 % MgCO₃. Kalkdüngemittel-Bedarf in t/ha (Original-, Frischsubstanz) bei einer Sollmenge von 3,0 t/ha CaCO₃-Äquivalenten [Der Berechnung der Dosierung liegen die Gehalte von Calcium bewertet als CaCO₃ plus die Gehalte von Magnesium bewertet als MgCO₃ zugrunde. Formel: CaCO₃-Äquiv [t/ha]. = 3 [t/ha] / (CaCO₃ [%] + 1,19*MgCO₃ [%])*100] .

Calcium %CaCO	Magnesium in % MgCO ₃																																			
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
50											3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7
51										3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	
52									3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7		
53								3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7			
54						3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7				
55					3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7					
56				3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7							
57			3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7								
58		3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7									
59		3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7									
60	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7										
61	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8											
62	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8												
63	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8													
64	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8														
65	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8															
66	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8															
67	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8																	
68	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8																		
69	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8																			
70	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8																					
71	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8																						
72	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8																						
73	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8																							
74	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8																								
75	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8																										
76	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8																											
77	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8																											
78	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8																												
79	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8																													
80	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8																														
81	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9																															
82	3,0	2,9	2,9	2,9																																
83	2,9	2,9	2,9																																	
84	2,9	2,9																																		

(Lesebeispiel: Bei einem Kalk mit 19 % MgCO₃ und 66 % CaCO₃ ist eine Sollmenge von 3,3 t/ha Kalkdüngemittel [Original-, Frischsubstanz] auszubringen)

Anlage 2 b

Ermittlung der notwendigen Ausbringungsmenge bei Hüttenkalk zur Erreichung einer Sollmenge von 3 t CaCO₃-Äquivalenten.

Hüttenkalk zur Bodenschutzkalkung muss mindestens 7% MgO enthalten.

Bedarfsermittlung in Tonnen pro Hektar Kalkdüngemittel bei einer Sollmenge von 3,0 t/ha CaCO₃-Äquivalenten [Der Berechnung der Dosierung liegen die Gehalte von Calcium bewertet als CaO plus die Gehalte von Magnesium bewertet als MgO zugrunde.]

Calcium in % CaO	Magnesium in % MgO								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30			4,0	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3
31		4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2
32	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2
33	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1
34	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,1
35	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2	3,1	3,0
36	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	
37	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,1		
38	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0		
39	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0			
40	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0				
41	3,3	3,2	3,1	3,1					
42	3,3	3,2	3,1	3,0					
43	3,2	3,1	3,0						
44	3,1	3,1							
45	3,1	3,0							
46	3,0								

Beispielberechnung für die Bodenschutzkalkung:

- Ein Hüttenkalk ist mit einem Gehalt von 37% CaO und 10% MgO angegeben. Aus der Tabelle geht eine auszubringende Menge des Kalkdüngemittels von 3,3 t/ha Handelskalk hervor.

Anlage 3 a

Mindestgehalte und Toleranzen von Kalkdüngemitteln nach der deutschen Düngemittelverordnung (DüMV)

1	2	3	4	5
Typenbezeichnung	Mindestgehalte an basisch wirksamen Bestandteilen	Toleranz für vertraglich zugesicherte Gehalte an basisch wirksamen Bestandteilen	Mindestgehalte an Magnesium	Toleranz für vertraglich zugesicherte Gehalte an Magnesium
Kohlensaurer Kalk	75% CaCO ₃	4% CaCO ₃	15% MgCO ₃	2,5% MgCO ₃
Kohlensaurer Kalk ¹⁾	70% CaCO ₃	4% CaCO ₃	15% MgCO ₃	2,5% MgCO ₃
Hüttenkalk	42% CaO	3% CaO	7% MgO	2,5% MgO
Konverterkalk	40% CaO	3% CaO	7% MgO	2,5% MgO

¹⁾ bei der Zugabe von Holzasche

Die vom Hersteller garantierten Mindestgehalte an Nährstoffen müssen von diesem im Rahmen der Toleranzgrenzen eingehalten werden. Die Mindestgehalte an Nährstoffen eines Düngemitteltyps, wie sie in der Düngemittelverordnung (DüMV) verlangt werden, können niedriger liegen als die vom Hersteller angegebenen Mindestgehalte ihres Düngemittels. Für die Mindestgehalte an Nährstoffen eines Düngemitteltyps nach der DüMV gelten keine Toleranzen. Beispiel: Der Düngemitteltyp „kohlensaurer Kalk“ muss nach der DüMV mindestens 75 % CaCO₃-Äquivalente enthalten. Wenn ein Hersteller einen kohlensaurer Kalk mit einem von ihm garantierten Mindestgehalt von 85 % CaCO₃-Äquivalenten anbietet, müssen die Analysen im Mittel einen CaCO₃-Gehalt von 85 % ergeben. Einzelne Analysen dürfen Werte bis zu 81 % CaCO₃ (85 % minus 4 % Toleranz = 81 %) annehmen.

Der Düngemitteltyp "Hüttenkalk" mit der besonderen Bestimmung nach Spalte 6 der DüMV "Bei Siebdurchgang nach Spalte 4 Buchstabe b muss das Düngemittel mit einem Hinweis auf eine stark verlangsamte Wirkung gekennzeichnet sein", wird für die Bodenschutzkalkung nicht verwendet. Diese Hüttenkalke zeigen teilweise keine befriedigende Auflösungs geschwindigkeit.

3 b Mindestgehalte und Toleranzen von Phosphatdüngemitteln

1	2	3
Typenbezeichnung	Mindestgehalte an P_2O_5	Toleranz für vertraglich zugesicherte Gehalte an P_2O_5
Dicalciumphosphat	38% P_2O_5 ¹⁾	0,8%
Thomasphosphat	12% P_2O_5 ²⁾	1,0%
weicherdiges Rohphosphat	25 % P_2O_5 ²⁾	0,8%

¹⁾ alkalisch-ammoncitratlöslich (nach Petermann)

²⁾ löslich in Mineralsäure

Anlage 4

Berechnungsformular für die Ermittlung der Ausbringungsmengen kohlenstoffsaurem Magnesiumkalk und flächenbezogenen Kosten als Grundlage einer Vergleichsberechnung

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anbieter	CaCO ₃ -Gehalt in Originalsubstanz %	MgCO ₃ -Gehalt in Originalsubstanz %	notwendige Ausbringungs- menge in t/ha	Kosten in €/t Kalk	Kosten in €/t CaCO ₃ - Äquivalen- te	Kosten in €/ha	zu kalkende Fläche in ha	Gesamtkosten der Maßnahme in €
1	50	42	3,0	65,00	65,00	195,00	250	48.750,00
2	70	15	3,4	62,00	70,27	210,80	250	52.700,00
3	61	25	3,3	60,00	66,00	198,00	250	49.500,00

Vorgehen:

- 1) Beurteilung der Gehalte: Die Angaben zu den Gehalten an CaCO₃ und MgCO₃ liegen innerhalb des Wertebereichs von Anlage 4 Der Mindestgehalt von 75%-CaCO₃-Äquivalenten (basisch wirksame Bestandteile) nach Düngemittelverordnung ist also bei allen drei Anbietern erfüllt. Ebenso ist der Mg-Mindestgehalt von 15 % MgCO₃ erfüllt. Die drei Angebote entsprechen den Anforderungen der Ausschreibung und sind untereinander also vergleichbar.
- 2) Die notwendige Ausbringungsmenge für die Spalte 4 wird mit den Gehaltsangaben aus Anlage 2 bzw. 3 (im Falle von Hüttenkalk) abgelesen oder nach der Formel: Ausbringungsmenge = 3 / [(Spalte 2 + Spalte 3/0,842)*100] t CaCO₃-Äquivalente pro Hektar berechnet
- 3) Spalte 6 errechnet sich nach der Formel: Kosten in €/t CaCO₃-Äquivalente = Spalte 5 * (Spalte 4 / 3 [CaCO₃-Äq./ha])
- 4) Spalte 7 errechnet sich nach der Formel: Kosten in €/ha = Spalte 4 * Spalte 5
- 5) Die Gesamtkosten der Maßnahme (Spalte 9) errechnet sich nach der Formel : Gesamtkosten in € = Spalte 7 * Spalte 8
- 6) Bewertung: Die Kosten in €/ha (Spalte 7) bzw. die Gesamtkosten (Spalte 9) sind bei Anbieter 1 am niedrigsten. Er erhält den Zuschlag.

Anlage 5

Schadstoffe in Düngemitteln für die Bodenschutzkalkung

Düngemittel können auf drei Arten in Verkehr gebracht werden:

- (1) nach der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel (ABl. Eu Nr. L 304 S. 1),
- (2) nach der deutschen Düngemittelverordnung (DüMV)
- (3) nach der Verordnung (EG) Nr. 764/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 zur Festlegung von Verfahren im Zusammenhang mit der Anwendung bestimmter nationaler technischer Vorschriften für Produkte, die in einem anderen Mitgliedsstaat rechtmäßig in den Verkehr gebracht worden sind, und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 3052/95/EG. Nach dieser Verordnung können Düngemittel gehandelt werden, die aus andern Mitgliedsstaaten der EU stammen und den nationalen Vorschriften des Herkunftslandes unterliegen.

Kalke sind keine EG-Düngemittel

Deutsche Düngemittel unterliegen der deutschen DüMV. Bei Kalken aus den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union gelten die nationalen Vorschriften des Mitgliedsstaates, aus dem der Kalk stammt.

In der deutschen DüMV sind als Schadstoffe Schwermetalle und perfluorierte Tenside genannt. Letztere kommen in Kalken und mineralischen Düngern nicht vor. Die zu berücksichtigenden Schwermetalle nach DüMV sind in unten stehender Tabelle mit ihren Grenzwerten aufgeführt.

Grenzwerte für maximal zulässige Schwermetallgehalte in Düngemitteln nach der deutschen DüMV

Element	Grenzwert ¹⁾ (mg/kg TM)
1 Arsen (As)	40
2 Blei(Pb)	150
3 Cadmium (Cd)	1,5
4 Chrom VI (CrVI) ²⁾	2
5 Nickel (Ni)	80
6 Quecksilber (Hg)	1
7 Thallium (Tl)	1

- 1) Bis zum Ende der Übergangsfrist am 31. 12. 2013 gelten für Brennraumaschen aus naturbelassenem Holz, die dem Kalk zugemischt werden, keine Grenzwerte für Schwermetalle. Es muss durch eine deutliche

Kennzeichnung auf die „ausschließliche Rückführung auf forstliche Standorte“ hingewiesen werden. Nach 2013 sind Brennraumaschen (keine Verwendung von Aschen aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg, keine Kondensatfilterschlämme) aus ausschließlicher Verbrennung von naturbelassenem Rohholz von den Grenzwerten bis zu einer Überschreitung von 50 % ausgenommen, wenn für diese im Rahmen der Hinweise zur sachgerechten Anwendung auf deren ausschließliche Verwendbarkeit auf forstlichen Standorten hingewiesen wird.

- 2) Brennraumaschen aus der Verbrennung von naturbelassenem Rohholz sind von dem Grenzwert für Chrom VI ausgenommen, wenn durch deutliche Kennzeichnung auf ihre ausschließliche Rückführung auf forstliche Standorte hingewiesen wird.

Da es für EG- Phosphat-Düngemittel keine Grenzwerte für Schadsstoffe gibt, können für Auftragsmischungen aus Kalk und Phosphat-EG-Düngemitteln keine Einhaltung von Schwermetallgrenzwerten eingefordert werden. Deshalb werden für diese Kalk-Phosphat-Mischungen keine Schwermetallgehalte bestimmt.

Anlage 6

Ausrüstung zur Entnahme von Einzelproben und zur Ausbringungskontrolle;

Hinweise zum Probenversand:

Probenahme

- Probenahmebecher mit Stiel (bewährt haben sich etwa 0,5 – 1 kg fassende Plastikbecher oder -eimer, an denen ein Holzstiel befestigt ist).
- Plastikrohr zur Entnahme aus liegendem Gut
- Probeschaukel aus Kunststoff.

Herstellung von Sammelproben:

- große Plastikschüsseln oder -behälter, in denen 10 – 15 kg Kalk gut durchmischt werden können; ggf. eine große Plastikplane
- Schaufelchen aus Kunststoff zum Durchmischen

Herstellung von Endproben:

- feste, 1 kg Kalk fassende Plastiktüten oder -flaschen
- Plastiktrichter und Kunststoffschaufel zum Einfüllen des Kalkes
- Plomben, Plombierdraht, Plombierzange oder Dienstsiegel
- Beschriftungszettel (wasserfest) zum Einlegen in sowie zum Aufkleben/Anheften an die Probenbeutel
- Probenahme-Protokoll-Formular (siehe Anlage 12)

Hinweise zum Probenversand:

Zu jeder Probe soll eine Kopie des Probenahmeprotokolls gelegt werden. Die Beschriftung mit der Probennummer auf dem Probebehältnisse (Probetüten) soll klar und eindeutig sein. Für die Analyse wird 1 kg Material benötigt.

Die Proben sollten zügig im Laufe der Kalkungsmaßnahme an das Untersuchungslabor geschickt werden, damit gegebenenfalls notwendige Korrekturen noch in der laufenden Maßnahme erfolgen können und nach Abschluss der Kalkung die Maßnahme abgerechnet werden kann.

Ausbringungskontrolle

Für die Ausbringungskontrolle sind folgende Gerätschaften erforderlich

- ECE-Normschalen mit einer Auffangfläche von jeweils 0,25 m² (je angegebene zwei Meter Arbeitsbreite werden 3 Schalen benötigt)
- Zwei Pinsel und ein 2000 ml Plastikmessbecher zum Überführen der Kalkmengen aus den Auffangbehältern in die Waagschale (auspinseln)
- Eine (elektronische) Briefwaage (Wägegenauigkeit mindestens auf ein Gramm)
- Protokoll-Formulare

Die Umrechnung der Kalkmengen je ECE-Normschale auf hektarbezogene Kalkmengen (t/ha) erfolgt nach der Formel:

Kalkmenge (in g) je Fläche ECE-Normschale (0,25 m²) x 0,04
 = hektarbezogene Kalkmenge (t/ha)

Beispiel

53 g x 0,04 = 2,12 t/ha

Anlage 7: Protokoll zur Kalk-Probenahme

Protokoll zur Kalk-Probenahme im Rahmen der Bodenschutzkalkung

Forstamt: Protokoll-Nr.:/...../.....

Revier: Datum:

Auftragnehmer: Ausführende Firma:

Gemäß der Probenahme- und Analysenverordnung - Düngemittel vom 19.12.1977 wurde folgendes Düngemittel beprobt:

Typenbezeichnung/Handelsname:

Lieferwerk: Lieferschein-Nr. mit Datum:

Masse der Lieferung/Partie: Umschlagsystem:

Die aus 25¹⁾ Einzelproben bestehende Sammelprobe wurde entnommen (zutreffendes ankreuzen):

mit Probenahmebecher mit Probenahmeschaufel

aus fließendem Gut aus ruhendem Gut
und 3 Endproben (> 500 g) gebildet. Die Endproben wurden in

Plastiktüten Plastikflaschen

nach Beigabe eines Zettels mit der Probenherkunft und -nummer verschlossen und gesichert mit

einer Plombe einem Siegel.

Eine Endprobe ein Duplikat des Protokolls hat der Auftragnehmer erhalten.

Die Richtigkeit der vorstehenden Angaben bestätigen:

.....

.....

Probenehmer als Vertreter des Auftraggeber

Beauftragter des Auftragnehmers

- 1) Anmerkung: Eine LKW-Ladung (ca. 30 t) wird als Partie betrachtet. Nach der Verordnung über Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Düngemittelüberwachung (BGBl. I. S. 2882) errechnet sich die Mindestanzahl der zu entnehmenden Einzelproben aus der Quadratwurzel des 20-fachen Gewichtes (t) der Partie. Beispiel: Quadratwurzel aus $(30 \cdot 20) = 24,5$. Bei Partien, die größer als 80 t sind (z.-B. 3 LKW-Ladungen [90t], sind mindestens 40 Einzelproben zu entnehmen.

Analysen:

- Wert bestimmenden Bestandteile (Trockensubstanz, Magnesiumgehalt, Calciumgehalt, basisch wirksame Stoffe, Reaktivität, Siebdurchgang < 3,15mm, Siebdurchgang < 1 mm)
- Schadstoffe: Arsen, Blei, Cadmium, Chrom VI, Nickel, Quecksilber, Thallium,

Anlage 8: Analysenverfahren und Bewertung der Analyseergebnisse:

Trockensubstanz: DIN 38414, S2
 Calcium, Magnesium: ISO 11885
 Basisch wirksame Bestandteile: VDLUFA II, 6.3
 Reaktivität: VDLUFA II, 6.4
 Siebdurchgang: VDLUFA II, 6.5.1
 Schwermetalle: Königswasserauflösung

Tabelle zur Bewertung der Analyseergebnisse am Beispiel von kohlenstoffsaurem Magnesiumkalk

		Dü- MV	Ver- trag	Analyse 1	Analyse 2	Analyse 3	Analysen
Basisch wirksame Bestandteile	% CaCO ₃ OM	75					
Ca-Gehalt	% CaCO ₃ OM						
Mg-Gehalt	% MgCO ₃ OM	15					
Trockensubstanz	% OM						
Reaktivität	% OM	10					
Siebdurchgang < 3,15 mm	% OM	97					
Siebdurchgang < 1,0 mm	% OM	70					
Arsen (As)	(mg/kg TM)	40					
Blei(Pb)	(mg/kg TM)	150					
Cadmium (Cd)	(mg/kg TM)	1,5					
ChromVI (CrVI)	(mg/kg TM)	2					
Nickel (Ni)	(mg/kg TM)	80					
Quecksilber (Hg)	(mg/kg TM)	1					
Thallium (Tl)	(mg/kg TM)	1					

Anmerkung: OM = Original-/ Fischmasse; TM = Trockenmasse

Anlage: 9

Kennzeichnung von Düngemitteln nach der DüMV (mit Beispiel)

Düngemitteltyp: *Kohlensaurer Magnesiumkalk*

Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen: $85\% \text{CaCO}_3$

Gehalt an Magnesium: $30\% \text{MgCO}_3$

Gehalt an Calcium: $50\% \text{CaCO}_3$

Verwendete Hauptbestandteile: *Gewinnung oder Herstellung von Dolomit*

Netto-Masse: _____ t

Hersteller / Inverkehrbringer: _____

Ausgangsstoffe: *Dolomitkalk aus Naturherkünften*

Nebenbestandteile: _____

Schadstoffe: _____

Hinweise zur sachgerechten Lagerung: *bei loser Lagerung und bei Regen mit Folie abdecken*

Zusätzliche Angaben: _____

Anlage 10

Protokoll zur Ausbringungskontrolle

Für die Protokollierung der Ausbringungskontrolle steht ein Excel-Programm zur Verfügung, mit dem die Daten dokumentiert und die Ergebnisse als Ausbringungsmengen in t/ha berechnet werden.

Anlage 11

Das Kalkungsmodell

Mit dem Modell wird eine kalkungsspezifische Bilanz von Säurebelastung und Säurepufferung erstellt, die es ermöglicht, die Kalkung standortsspezifisch und der Belastungssituation angemessen durchzuführen. Entsprechend der Höhe des Säurebilanzüberschusses lassen sich die zu kalkenden Standorte Prioritäten zuordnen bzw. in Dringlichkeitsstufen einteilen, nach denen die Kalkungsmaßnahmen abgearbeitet werden sollten. Mit diesem Modell lassen sich entsprechend der Qualität der Eingangsdaten Erst- und Wiederholungskalkungen standortsspezifisch differenziert festlegen. Eine wesentliche Voraussetzung sind zuverlässige Informationen über bereits durchgeführte Kalkungen.

Säurebelastung

Säurebelastung aus der Atmosphäre

Nach den Beobachtungsmessungen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt lag das Maximum des Säureeintrags aus der Atmosphäre am Ende der 1970-er, Anfang der 1980-er Jahre. Danach hat vor allem der Schwefelsäureeintrag abgenommen. Der Stickstoffeintrag und die damit verbundene Säurebelastung sind nur schwach zurückgegangen. Der Rückgang der Säureeinträge ist ein beachtlicher Erfolg der Maßnahmen zur Luftreinhaltung.

Trotz des verringerten Säureeintrages aus der Atmosphäre sind die meisten Wälder immer noch einer höheren Säurebelastung ausgesetzt, als sie über Säurepufferung durch Mineralverwitterung ausgleichen können. Dies erfordert die Fortsetzung der Bodenschutzkalkung.

Altlasten

Ein weiterer Grund zur Fortführung der Kalkung ergibt sich aus der in den vergangenen Jahrzehnten abgelaufenen Bodenversauerung, die durch den Säureeintrag aus der Atmosphäre verursacht wurde. So ist nicht nur der pH-Wert des Bodens durch den Niederschlag reduziert worden, sondern es hat auch eine erhebliche Auswaschung von Basen stattgefunden. Weiterhin besteht ein hohes Versauerungspotential durch die Aufspeicherung von Schwefel im Boden. Dieser umweltbedingte Verlust an Basizität im Boden soll durch Kalkungsmaßnahmen ausgeglichen werden. Dabei soll dieser Ausgleich so erfolgen, dass er an den Standort wie auch an die Bedürfnisse der betreffenden Waldbestände angepasst wird.

Kalk-Verluste mit dem Sickerwasser

Kalkungsmaßnahmen haben keinen 100%igen Wirkungsgrad. Es ist damit zu rechnen, dass ein Teil des gekalkten Calciums und Magnesiums mit dem Sickerwasser verloren geht. Bei der Ermittlung der Wiederholungszeiträume der Standort bezogenen Bodenschutzkalkung wird dies berücksichtigt. Hierbei spielt das Niederschlagsregime, der aktuelle Säurezustand des Bodens und der Standortstyp ebenso eine Rolle wie die Anzahl und der Zeitpunkt bereits erfolgter Bodenschutzkalkungen.

Basenverlust durch Holzernte

Die Bäume nehmen u.a. Calcium, Magnesium sowie Basizität auf. Dies stellt für den Boden einen Verlust in der Nährstoff- und Basenbilanz dar, der bei der Ermittlung des Wiederholungszeitraumes der Bodenschutzkalkung berücksichtigt wird. Die Höhe der Nährstoffaufnahme und der Holznutzung hängt von der jeweiligen Leistung der Bestände ab. Durch hohe luftbürtige Stickstoffeinträge wird heute auch auf eher Nährstoff schwachen Standorten eine höhere Wuchsleistung erzielt, wodurch ein zusätzliches Basendefizit entsteht.

Kalkverbrauch durch Speicherung basischer Kationen im Auflagehumus

Im Auflagehumus wird zwangsläufig zu einem gewissen Teil Calcium und Magnesium gebunden, das nicht in den Mineralboden eingewaschen wird. Hierfür wird eine entsprechende Menge Kalk in der Bilanz berücksichtigt.

Säurepufferung

Verwitterung:

Über die Verwitterung, die nachschaffende Kraft, werden Basen freigesetzt, die zur Pufferung der eingetragenen Säure dienen. Diese Basenmenge wird in der Säurebilanz berücksichtigt.

Durchgeführte Kalkungen

Mit dem Kalk werden dem Boden Basen zugeführt, die die Säure im Boden abpuffern. Die Kalkzufuhr ist eine wesentliche Bilanzgröße. Für eine standörtlich angepasste Fortführung der Kalkung ist deshalb die Dokumentation der Maßnahmen unabdingbar.

Anlage 12

Dringlichkeit der P-Düngung in Niedersachsen

Phosphorversorgung in niedersächsischen Wäldern

Die vorgestellten Ergebnisse basieren im Wesentlichen auf den Daten der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE).

1 Ernährung der Bäume

1.1 Elementgehalte in Blättern und Nadeln

Die Ernährungssituation der Bäume im niedersächsischen Staatswald ist gekennzeichnet durch einen **akuten Mangel** an Phosphor in 10% aller Kiefernbestände 14% der Fichtenbestände, 21% der Buchenbestände und 7 % der Eichenbestände. **Latenter Mangel** lässt sich für 72% der Buchen- 57 % der Eichen-, 21 % der Kiefern- und 12% der Fichtenbestände diagnostizieren.

1.2 Elementverhältnisse in Blattorganen

Als Bezugsbasis dienen die Verhältnisse zwischen Stickstoff (N) und Phosphor (P).

Harmonische N/P-Verhältnisse liegen bei Kiefer und Fichte zwischen 8 und 12, bei Buche zwischen 12 und 20 und bei Eiche zwischen 8 und 21.

Disharmonische Nährstoffverhältnisse finden sich in 50% der Kiefernbestände, 59% der Fichten-, 27% der Buchen- und 50% der Eichenbestände. Beobachtungen in Versuchen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt sowie die Literatur zeigen, dass diese ungünstigen Nährstoffverhältnisse nicht schon immer vorgelegen, sondern sich im Laufe der letzten 40 Jahre verschlechtert haben.

Übersicht über N/P-Verhältnisse in niedersächsischen Wuchsgebieten

Baumart	Ausgewogene Ernährung	Wuchsgebiet						
		Niedersächsischer Küstenraum	Mittel-Westniedersächsisches Tiefland	Ostniedersächsisches Tiefland	Weserbergland	Nordwestdeutsche Berglandschwelle	Südniedersächsisches Bergland	Niedersächsischer Harz
Fichte	8 - 12		11,0	12,1	11,1		11,5	
Kiefer	8 - 12	12,0	12,9	11,7				
Buche	12 - 20		24,6		22,6	23,1	24,6	20,2
Eiche	8 - 21			21,6	20,4	19,7	21,4	

- : keine Erfassung

■ : disharmonische Ernährung

2 Phosphor im Humus und Mineralboden

2.1 Humuszustand

Je schlechter die Bedingungen für die Zersetzerkette im Boden sind, umso stärker kommt es zur Ausbildung unerwünschter Humusformen. Entsprechend schwächer ausgeprägt ist der Umbau der organischen Substanz in erwünschte, stabile Humusformen.

Aus der Humussubstanz resultiert ein Teil der nachschaffenden Kraft. Die kontinuierliche Mineralisierung ist für das Waldökosystem von eminenter Bedeutung. Aus den bisherigen Erkenntnissen in diesem Bereich geht hervor, dass die Zersetzung an eine ausreichende P-Versorgung gebunden ist.

2.2 P-Gehalte und -vorräte

Es besteht eine hochsignifikante Beziehung zwischen den P-Gehalten der O_h-Lage und deren pH-Werten. Es ist davon auszugehen, dass angesichts der weiträumigen Versauerung der O_h-Lagen die P-Vorräte im Auflagehumus großflächig unzureichend sind. (Durchschnitt aus BZE: 34 kg P/ha).

2.3 Phosphor im humosen Mineralboden

Während in den unteren Bereichen des Wurzelraumes nur ein geringer Teil des Phosphors pflanzenverfügbar ist, wird im humusbeeinflussten Oberboden angesichts der hohen Versauerungsgrade mit ca. 50% Pflanzenverfügbarkeit innerhalb des Gesamtvorrates gerechnet. Die Gesamtvorräte, so wie sie aus den BZE-Daten bekannt sind, schwanken in niedersächsischen Waldböden je nach Wuchsgebiet zwischen rund 100 und 700 kg P/ha.

Sehr geringe P-Vorräte ergeben sich in den Wuchsgebieten des Flachlandes (113 - 273 kg P/ha). Bedenkt man, dass davon nur etwa 50% pflanzenverfügbar sind und dass pflanzenverfügbare Mengen von unter 100 kg P/ha zu Wachstumsstörungen führen, so wird klar, dass die Phosphorvorräte in den Wuchsgebieten Niedersächsischer Küstenraum und Ostniedersächsisches Tiefland für die forstliche Bodennutzung unzureichend sind. Das Mittel-Westniedersächsisches Tiefland liegt diesbezüglich nahe an der kritischen Grenze. Die hohen Vorratswerte für den Harz erklären sich aus den relativ hohen P-Gehalten der dort herrschenden Grundgesteine.

2.4 Elementverhältnisse im Humus

Ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der biologischen Aktivität im Auflagehumus stellt das Kohlenstoff zu Phosphor-Verhältnis (C/P) dar.

Als kritische Grenze wird ein C/P-Wert von > 300 angesehen.

Ein C/P-Verhältnis von < 300 findet sich lediglich in 29% aller Humusprofile.

Hier zeigt sich als regionaler Trend, dass die ungünstigsten C/P-Werte von den Flachlandstandorten stammen.

Wuchsgebiet (ohne Carbonatstandorte)	P-Vorrat 0-10 cm Tiefe kg/ha	pflanzenverfü- barer Vorrat (geschätzt) kg/ha	C/P-Verhältnis im Auflagehumus
Nordwestdeutsche Berglandschwelle	370	190	145
Weserbergland	390	200	287
Süd-niedersächsisches Bergland	376	190	318
Niedersächsischer Harz	720	360	373
Mittel-Westniedersächsisches Tiefland	273	140	573
Ostniedersächsisches Tiefland	132	70	632
Niedersächsischer Küstenraum	113	60	790

Anlage 13

Zugabe von Holzaschen zu Kalkdüngemitteln

In der DüMV in der Fassung vom 16. 12. 2008 (Anlage 1, 1.4.1. Spalte 6) dürfen Brennraumaschen (keine Verwendung von Aschen aus der letzten filternden Einheit im Rauchgasweg, keine Kondensatfilterschlämme) aus ausschließlicher Verbrennung von unbehandeltem Pflanzenteilen bis zu 30 % kohlen-sauerem Kalk zugemischt werden. Dieses Düngemittel muss mit dem Hinweis „enthält basisch wirksame Pflanzenasche“ gekennzeichnet sein.

Es muss durch eine deutliche Kennzeichnung auf die „ausschließliche Rückführung auf forstliche Standorte“ hingewiesen werden. Nach 2013 muss ebenfalls in geeigneter Form auf deren ausschließliche Verwendbarkeit auf forstlichen Standorten hingewiesen werden, wenn die Ausnahmen zu den Schwermetallgrenzwerten in der DüMV (siehe in Anlage 5 zum Kalkungsmerkblatt) in Anspruch genommen werden.

Weitere Informationen zur Verwendung von Aschen aus naturbelassenem Holz sind im bayerischen Merkblatt zur Verwendung von Holzaschen zu finden (http://www.lfu.bayern.de/abfall/doc/merkblatt_holzaschen.pdf).

Anlage 14

Sicherheitsabstand: Größe von nicht zu kalkenden Randstreifen

Bei der digitalen Planung von Kalkungsmaßnahmen sind folgende Breiten von Randstreifen, die nicht gekalkt werden, zu berücksichtigen. Die Breite ist von der Art der Ausbringung und der Art des Objektes, das vor der Kalkung geschützt werden soll, abhängig. Sie beträgt 10 m bei terrestrischer Ausbringung durch Streuen und 50 m bei Ausbringung per Hubschrauber bzw. bei terrestrischer Ausbringung durch Verblasen. Abweichungen hiervon gibt es bei besonders empfindlichen Objekten durch Erweiterung der Breite der Randstreifen auf 50 bzw. 150 m. Im Einzelnen werden folgende Breiten verwendet:

Objekt	Pufferzonenbreite (m)	
	Streuen vom Boden aus	Ausbringung aus der Luft / Verblasen vom Boden aus
Bebauung im engeren Sinn (Häuser/Gehöfte mit Beiflächen)	50	150
Siedlungsfreiflächen (Campingplätze, Friedhöfe, ...)	50	150
Bauwerke in der freien Landschaft (Türme, Denkmäler,...)	(10)	(50)
Autobahn	10	50
Bundesstraße	10	50
sonstige öffentliche Straßen (Landesstraße, Kreisstraße, Gemeindestraße,...)	10	50
Schienenverkehr	10	50
Flugverkehr (Landeplätze etc.)	50	150
Seilbahnen	(10)	(50)
Stromleitungen	(10)	(50)
Sendemasten	(10)	(50)
Heide	10	50
Moor, Moos, Sumpf ⁴⁾	50	150
Sonderkultur (z.B. Obstbau)	10	50
Strom, Fluss, Bach (> 3 m Breite)	10	50
Bach (< 3 m Breite)	-	-
Quellen	-	-
Binnensee	10	50
Fischteiche	10	50
Stausee	10	50
Einrichtungen an Gewässern (z.B. Staumauern)	10	50
Naturschutzgebiet (ohne Naturwald)	10	50
Naturwald	50	150
Nationalpark	10	50
§30-Biotope	10	50

sonst. unter förmlichen Schutz gestellte Flächen oder Punkte	10	50
Wasserschutzgebiet Zone 1 ¹⁾	10	50
FFH-Gebiete	(10)	(50)
avifaunistisch wertvolle Bereiche (EU)	(10)	(50)
EU-Vogelschutzgebiete	(10)	(50)
Biotope gemäss Biotopkartierung	(10) ³⁾	(50) ³⁾
Biotope ohne förmlichen Schutz (z.B. aus Festlegung durch das Forstamt)	10	50
Ausflugspunkte	(10)	(50)
Von der Kalkung auszuschließende Standorte gemäß Standortkartierung (nur wasserbeeinflusste Standorte und nährstoffarme Standorte[Nährstoffzahl 1 bzw. Nährkraftstufe A]; Standorte, bei denen der Ausschluss ökonomisch begründet ist, werden nicht gepuffert)	10	50
Versuchsflächen	50 ²⁾	150 ²⁾
Kämpfe	10	50
Wildwiesen	-	-
Holzlagerplätze	-	-

Erläuterungen:

() Kalkungsentscheidung im Einzelfall. Bei Ausklammerung von der Kalkung Verwendung der angegebenen Pufferweiten.

- kein Pufferbereich, sofern Objekt von der Kalkung ausgenommen wird.

¹⁾ Wasserschutzgebietszonen 2 und 3 werden grundsätzlich gekalkt, es sei denn, eine Kalkung ist in der Wasserschutzgebietsverordnung ausdrücklich untersagt.

²⁾ gilt für Flächen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings und Düngeversuche der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA); bei anderen Versuchsflächen entscheidet die NW-FVA über die Kalkung und die Größe nicht zu kalkender Randstreifen.

³⁾ nur wenn der Schutzzweck des Biotops einer Kalkung entgegensteht.

⁴⁾ Moore mit Schutzstatus sollen mit 150 m gepuffert werden, sonstige Moore (z.B. Standortkartierung) mit 50 m. Einen gesonderten Datensatz „Moore mit Schutzstatus“ gibt es nicht. Moore dieser Art sind in §30 – Biotopen, oder in Naturschutzgebieten enthalten. Daher soll wie folgt verfahren werden: Pufferung von Mooren, die in ATKIS oder über Geosum ausgewiesen sind, mit 150 m. Pufferung sonstiger Moorflächen mit 50 m.